

**EFEKTIFITAS BERBAGAI BIOINSEKTISIDA TERHADAP  
PENGENDALIAN HAMA *Spodoptera frugiperda*  
PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)  
SKALA LABORATORIUM**

**SKRIPSI**

**OLEH :**

**SABRINA SALSABILAH POHAN**  
**18.821.0072**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2024**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 6/9/24

Access From (repository.uma.ac.id)6/9/24

**EFEKTIFITAS BERBAGAI BIOINSEKTISIDA TERHADAP  
PENGENDALIAN HAMA *Spodoptera frugiperda*  
PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)  
SKALA LABORATORIUM**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelara Sarjana di Program Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Medan Area*

**OLEH :**

**SABRINA SALSABILAH POHAN**

**18.821.0072**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
20**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 6/9/24


Access From (repository.uma.ac.id)6/9/24

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : EFEKTIFITAS BERBAGAI BIOINSEKTISIDA TERHADAP  
PENGENDALIAN HAMA *Spodoptera frugiperda* PADA  
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) SKALA  
LABORATORIUM  
Nama : SABRINA SALSABILAH POHAN  
NPM : 188210072  
Fakultas : PERTANIAN

Disetujui oleh :  
Komisi Pembimbing

  
Ir. Azwana, MP  
Pembimbing I

  
Ir. Ellen Lumisar Panggabean, MP  
Pembimbing II

Diketahui oleh :

  
Dr. Siswo Ranjang Hernosa, SP, M.Si  
Dekan

  
Angga Ade Sahfitra, SP, M.Sc  
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : 21 Maret 2024

### HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi – sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Maret 2024



**Sabrina Salsabilah Pohan**  
188210072

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sabrina Salsabilah Pohan  
NIM : 188210072  
Program Studi : Agroteknologi  
Fakultas : Pertanian  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul “EFEKTIFITAS BERBAGAI BIOINSEKTISIDA TERHADAP PENGENDALIAN HAMA *Spodoptera frugiperda* PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) SKALA LABORATORIUM”. Dengan hak bebas royalti noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media atau formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/penciptas dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : Medan

Pada Tanggal : Maret 2024

Yang Menyatakan



**Sabrina Salsabilah Pohan**

## ABSTRAK

Sabrina Salsabilah Pohan, NIM 188210072. “Efektifitas berbagai bioinsektisida terhadap pengendalian hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) skala laboratorium”, dibimbing oleh Ir. Azwana, MP selaku ketua pembimbing dan Ir. Ellen Lumisar Panggabean, MP selaku anggota pembimbing. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas FMIPA Universitas Sumatera Utara (USU) yang berlokasi di Jalan Dr. T. Mansur No.9, Padang Bulan, Kota Medan, Sumatera Utara pada bulan Februari – Agustus 2023. Tujuan penelitian untuk mengetahui efektifitas pemberian ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dan jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* yang digunakan sebagai bioinsektisida untuk pengendalian hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung (*Zea mays* L.). Pada penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan. Perlakuan faktor 1 instar *Spodoptera frugiperda* yang digunakan terdiri dari taraf perlakuan antara lain:  $I_1 = Spodoptera frugiperda$  instar 3,  $I_2 = Spodoptera frugiperda$  instar 5 dan perlakuan faktor 2 konsentrasi aplikasi bioinsektisida yaitu  $B_0 =$  Kontrol (tanpa perlakuan),  $B_1 =$  Ekstrak Cengkeh Konsentrasi 30%,  $B_2 =$  Ekstrak Cengkeh Konsentrasi 50%,  $B_3 =$  Ekstrak Cengkeh Konsentrasi 70%,  $B_4 =$  Ekstrak Kemangi Konsentrasi 30%,  $B_5 =$  Ekstrak Kemangi Konsentrasi 50%,  $B_6 =$  Ekstrak Kemangi Konsentrasi 70%,  $B_7 = Beauveria bassiana$  Konsentrasi 30 g/l,  $B_8 = Beauveria bassiana$  Konsentrasi 50 g/l,  $B_9 = Beauveria bassiana$  Konsentrasi 70 g/l,  $B_{10} = Metarhizium anisopliae$  Konsentrasi 30 g/l,  $B_{11} = Metarhizium anisopliae$  Konsentrasi 50 g/l,  $B_{12} = Metarhizium anisopliae$  Konsentrasi 70 g/l. Persentase imago yang terbentuk pada larva instar 5 lebih tinggi dibandingkan dengan instar 3, serta jenis bioinsektisida yang memberikan persentase imago terbentuk yang terendah terjadi pada *Beauveria bassiana*. Persentase imago terbentuk yang diaplikasi *Beauveria bassiana* adalah 0,00% dan *Metarhizium anisopliae* sebesar 20% pada konsentrasi 30 g/l (instar 3) serta 10% pada konsentrasi 30 g/l dan 70 g/l *Metarhizium anisopliae*. Persentase imago terbentuk yang tertinggi terjadi pada aplikasi ekstrak kemangi pada larva instar 5. Imago yang terbentuk sebesar 70-80%. Larva *Spodoptera frugiperda* yang terinfeksi *Beauveria bassiana* tubuhnya diselubungi oleh miselium berwarna putih seperti kapas, larva yang terinfeksi *Metarhizium anisopliae* tubuhnya diselubungi miselium berwarna kehijauan serta sedikit kasar, sedangkan larva yang keracunan ekstrak kemangi dan cengkeh memiliki gejala kematian tubuh menjadi kehitaman, busuk lunak dan sedikit berair. Larva *Spodoptera frugiperda* yang terinfeksi oleh *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* akan kehilangan nafsu makan sehingga menimbulkan kematian pada larva.

**Kata kunci :** Bioinsektisida, Jagung manis (*Zea mays* Linn *saccharata* Sturt), Konsentrasi, Mortalitas, *Spodoptera frugiperda*

## ABSTRACT

Sabrina Salsabilah Pohan, NIM 188210072. "Effectiveness of various bioinsecticides in controlling *Spodoptera frugiperda* pests on corn plants (*Zea mays* L.) on a laboratory scale", supervised by Ir. Azwana, MP as chief supervisor and Ir. Ellen Lumisar Panggabean, MP as supervisor member. The research was carried out at the Microbiology Laboratory, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of North Sumatra (USU), located on Jalan Dr. T. Mansur No.9, Padang Bulan, Medan City, North Sumatra in February – August 2023. The aim of the research was to determine the effectiveness of administering clove leaf extract (*Syzygium aromaticum* L.), basil leaves (*Ocimum basilicum* L.) and the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* which are used as bioinsecticides to control *Spodoptera frugiperda* pests on corn plants (*Zea mays* L.). The research used a completely randomized factorial design (CRD) consisting of 2 treatment factors. The 1<sup>st</sup> instar *Spodoptera frugiperda* factor treatment used consisted of treatment levels including:  $I_1 = 3^{rd}$  instar *Spodoptera frugiperda*,  $I_2 = 5^{th}$  instar *Spodoptera frugiperda* and 2<sup>nd</sup> factor treatment concentration of bioinsecticide application, namely  $B_0 =$  Control (without treatment),  $B_1 =$  Clove Extract Concentration 30%,  $B_2 =$  Clove Extract Concentration 50%,  $B_3 =$  Clove Extract Concentration 70%,  $B_4 =$  Basil Extract Concentration 30%,  $B_5 =$  Basil Extract Concentration 50%,  $B_6 =$  Basil Extract Concentration 70%,  $B_7 =$  *Beauveria bassiana* Concentration 30 g/l,  $B_8 =$  *Beauveria bassiana* Concentration 50 g/l,  $B_9 =$  *Beauveria bassiana* Concentration 70 g/l,  $B_{10} =$  *Metarhizium anisopliae* Concentration 30 g/l,  $B_{11} =$  *Metarhizium anisopliae* Concentration 50 g/l,  $B_{12} =$  *Metarhizium anisopliae* Concentration 70 g/l. The percentage of imago formed in 5<sup>th</sup> instar larvae was higher than in 3<sup>rd</sup> instar larvae, and the type of bioinsecticide that gave the lowest percentage of formed imago occurred in *Beauveria bassiana*. The percentage of formed imago applied by *Beauveria bassiana* was 0.00% and *Metarhizium anisopliae* was 20% at a concentration of 30 g/l (3<sup>rd</sup> instar) and 10% at a concentration of 30 g/l and 70 g/l *Metarhizium anisopliae*. The highest percentage of imago formed occurred when basil extract was applied to 5<sup>th</sup> instar larvae. The imago formed was 70-80%. *Spodoptera frugiperda* larvae infected with *Beauveria bassiana* have their bodies covered in white, cotton-like mycelium, larvae infected with *Metarhizium anisopliae* have their bodies covered in greenish mycelium and are slightly rough, while larvae poisoned with basil and clove extracts have symptoms of death, their bodies become black, soft rot and slightly watery. *Spodoptera frugiperda* larvae infected with *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* will lose their appetite, causing death of the larvae.

**Keywords :** Bioinsecticide, Sweet corn (*Zea mays* Linn saccharata Sturt), Concentration, Mortality, *Spodoptera frugiperda*

## RIWAYAT HIDUP



**Sabrina Salsabilah Pohan** dilahirkan pada 04 September 1999 di Medan, Kecamatan Medan Denai, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Anak Kesatu dari Satu bersaudara, dari bapak Drs. Pardomuan Pohan, dan Ibu Roslina Simbolon, S.Pd.I.

Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SDN 060912 Medan, Kec. Medan Denai, Kota Medan, pada tahun 2011. Kemudian melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama sampai pada tahun 2014 di SMP Negeri 23 Medan, Kec. Medan Denai, Kota Medan. Setelah itu melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Atas sampai pada tahun 2017 di SMA Negeri 6 Medan, Kec. Medan Kota, Kota Medan, Sumatera Utara. Pada bulan September 2018 penulis mulai melanjutkan Pendidikan di Universitas Medan Area pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian. Pada tahun 2021 penulis menyelesaikan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. Moeis Perkebunan Sipare – Pare selama satu bulan.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan khadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan dalam tak lupa penulis sampaikan kharibaan junjungan Nabi Besar Muhammad SAW yang membuka mata dan hati dalam dari alam kegelapan kealam yang penuh rahmat dan dihiasi dengan ilmu pengetahuan.

Skripsi ini berjudul **“Efektifitas Berbagai Bioinsektisida Terhadap Pengendalian Hama *Spodoptera frugiperda* Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Skala Laboratorium”** yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang banyak membantu dalam kesempurnaan penulisan skripsi penelitian ini. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Dr. Siswa Panjang Hernosa, SP, M.Si selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
2. Angga Ade Sahfitra, SP, M.Sc selaku Ketua Program Studi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
3. Ir. Azwana, MP sebagai pembimbing I dan Ir. Ellen Lumisar Panggabean, MP sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak/Ibu Dosen dan Seluruh Staf dan Pegawai Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
5. Kepada Ayahanda tercinta Drs. Pardomuan Pohan, yang telah memberikan kasih sayang yang tak terhingga, menjaga dan memberi bimbingan baik materi,

nasehat, pendidikan dari kecil hingga dewasa. Serta terima kasih kepada Ibunda tercinta Roslina Simbolon, S.Pd.I sebagai motivator terbaik bagi peneliti yang telah berjuang memotivasi, mendukung, menasehati dan membuat peneliti tersenyum dengan perjuangannya sehingga peneliti masih semangat dalam menyelesaikan skripsi. Semoga Allah selalu menjaga dan melindungi ayah dan mama sehingga penulis dapat membahagiakan kalian.

6. Rekan – rekan seperjuangan Angkatan 2018 Prodi Agroteknologi (A2) yang telah memberikan berbagai pembelajaran selama duduk dibangku perkuliahan di Universitas Medan Area yang dimana sama – sama berjuang untuk mendapatkan gelar Sarjana Pertanian (SP).
7. Dan yang terakhir, kepada diri saya sendiri. Sabrina Salsabilah Pohan. Terima kasih sudah bertahan sejauh ini. Terima kasih tetap memilih berusaha dan merayakan dirimu sendiri sampai titik ini, walaupun sering kali putus asa atas apa yang diusahakan dan belum berhasil (gagal), namun terima kasih tetap menjadi manusia yang selalu mau berusaha dan tidak lelah mencoba. Terima kasih karena memutuskan tidak menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini dan telah menyelesaikannya sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut dirayakan untuk diri sendiri. Berbahagialah selalu dimanapun berada, Sabrina Salsabilah Pohan. Apapun kurang dan lebihmu mari merayakan diri sendiri.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata kiranya skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkan, sekian dan terima kasih.

Medan,                      Maret 2024

Penulis



**Sabrina Salsabilah Pohan**



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN SAMPUL.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI..</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	9
1.3. Tujuan Masalah.....	9
1.4. Hipotesis.....	10
1.5. Manfaat Penelitian .....	10
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>11</b>
2.1. Klasifikasi Dan Morfologi Tanaman Jagung Manis ( <i>Zea mays</i> L.).....	11
2.1.1. Klasifikasi <i>Spodoptera frugiperda</i> (ulat grayak).....	12
2.1.2. Biologi dan Ekologi <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	12
2.1.3. Kerusakan dan Arti Ekonomi .....	18
2.1.4. Siklus hidup <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	22
2.1.5. Gejala Serangan <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	24
2.2. Pengertian Bioinsektisida.....	26
2.2.1. Pestisida Nabati .....	28
2.2.1.1. Pestisida Nabati Cengkeh ( <i>Syzygium aromaticum</i> L.) .....	28
2.2.1.2. Pestisida Nabati Kemangi ( <i>Ocimum basilicum</i> L.) .....	32
2.2.2. Pestisida Mikroba .....	38
2.2.2.1. Cendawan <i>Beauveria bassiana</i> .....	40
2.2.2.2. Cendawan <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	50
<b>III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN .....</b>	<b>56</b>
3.1. Waktu dan Tempat .....	56
3.2. Bahan dan Alat Penelitian .....	56
3.3. Metode Penelitian.....	57

3.3.1. Rancangan Penelitian .....	57
3.3.2. Metode Analisa .....	59
3.4. Pelaksanaan Penelitian .....	60
3.4.1. Persiapan Bahan Penelitian .....	60
3.4.2. Pembuatan Ekstrak Daun Cengkeh ( <i>Syzygium aromaticum</i> L.) dan Daun Kemangi ( <i>Ocimum basilicum</i> Linn.) .....	61
3.4.3. Penyiapan <i>Metarhizium anisopliae</i> dan <i>Beauveria bassiana</i> .....	62
3.4.4. Aplikasi <i>Metarhizium anisopliae</i> dan <i>Beauveria bassiana</i> pada Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	63
3.5. Aplikasi Bioinsektisida .....	63
3.6. Parameter Pengamatan .....	63
3.6.1. Persentase Mortalitas Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	63
3.6.2. Analisis Probit LC <sub>50</sub> dan LT <sub>50</sub> .....	64
3.6.3. Persentase Perubahan Larva Jadi Pupa .....	65
3.6.4. Persentase Perubahan Pupa Jadi Imago.....	65
3.6.5. Konsumsi Pakan (gram) .....	65
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>66</b>
4.1. Persentase Mortalitas Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	66
4.2. Probit LC <sub>50</sub> dan LT <sub>50</sub> .....	77
4.3. Persentase Pupa Terbentuk .....	79
4.4. Persentase Imago Terbentuk .....	84
4.5. Konsumsi Pakan Oleh Serangga <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	88
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>92</b>
5.1. Kesimpulan .....	92
5.2. Saran.....	92
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>93</b>

## DAFTAR GAMBAR

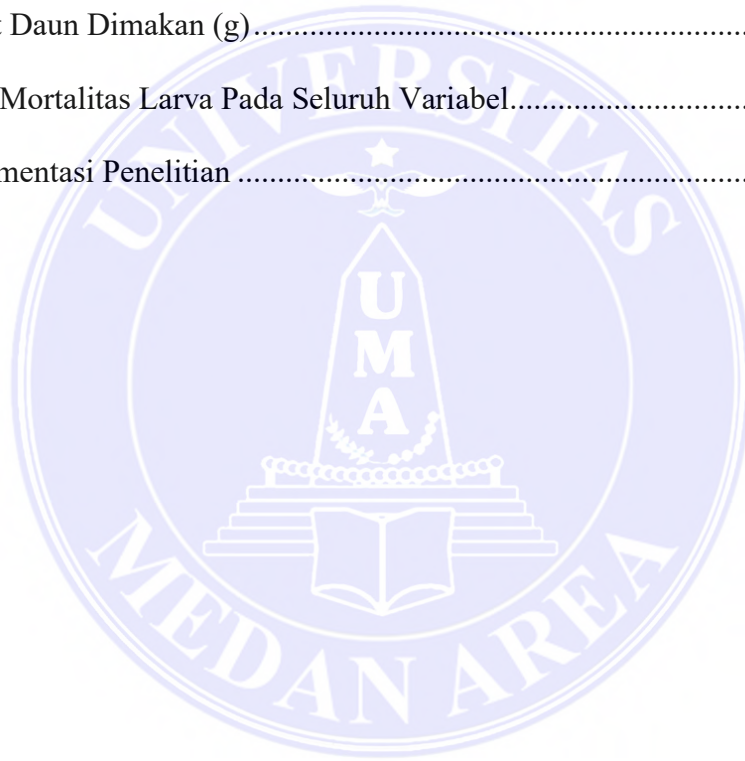
	Halaman
1. Kelompok telur <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	14
2. Fase larva <i>Spodoptera frugiperda</i> instar 1 – 6 .....	16
3. Fase perubahan larva menjadi pupa. ....	17
4. Imago Jantan dan Imago Betina .....	17
5. Siklus <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	22
6. Gejala kerusakan yang diserang <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	26
7. Daun Cengkeh ( <i>Syzygium aromaticum</i> L.) .....	28
8. Daun Kemangi ( <i>Ocimum basilicum</i> L.) .....	33
9. Biakan <i>Beauveria bassiana</i> umur 14 hari aplikasi pada media PDA .....	40
10. Biakan <i>Metarhizium anisopliae</i> umur 14 hari aplikasi pada media PDA .....	50
11. Gejala larva uji yang mati .....	73
12. Grafik Mortalitas serangga uji <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	75
13. Pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> . ....	83
14. Imago <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	85

## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Analisis Sidik Ragam Mortalitas <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	66
2. Mortalitas larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (%).....	68
3. Analisis <i>lethal time</i> 50% (LT <sub>50</sub> ) dan <i>lethal concentration</i> 50% (LC <sub>50</sub> ) pada seluruh jenis perlakuan.....	77
4. Analisis Sidik Ragam Pupa <i>Spodoptera Frugiperda</i> Terbentuk.....	79
5. Persentase pupa <i>Spodoptera frugiperda</i> terbentuk (%) .....	82
6. Analisis imago <i>Spodoptera frugiperda</i> terbentuk.....	84
7. Persentase imago <i>Spodoptera frugiperda</i> terbentuk (%) .....	87
8. Analisis konsumsi pakan oleh larva <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	88
9. Rerata bobot daun yang dimakan oleh larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (g).....	90

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Denah Kombinasi (Toples) Penelitian .....	107
2. Jadwal Kegiatan Penelitian .....	109
3. Data Pengamatan Jumlah Kematian Larva (ekor) .....	111
4. Data Mortalitas Larva <i>Spodoptera frugiperda</i> (%).....	115
5. Jumlah Pupa dan Imago Terbentuk (ekor).....	119
6. Bobot Daun Dimakan (g).....	121
7. Hasil Mortalitas Larva Pada Seluruh Variabel.....	123
8. Dokumentasi Penelitian .....	127





## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Tanaman jagung merupakan tanaman semusim, termasuk dalam Famili Graminae dengan nama latin *Zea mays* Linn *saccharata* Sturt (Sinaga, 2018). Jagung merupakan komoditas strategis utama terpenting setelah padi komoditas jagung dibedakan atas jagung untuk bahan pangan, jagung untuk bahan industri pakan, jagung untuk bahan industri olahan, dan jagung untuk bahan tanaman atau disebut benih. Beberapa daerah di Indonesia, menjadikan jagung sebagai bahan pangan utama (Pangabean *dkk.*, 2015). Tanaman tersebut dapat dikonsumsi oleh masyarakat dalam berbagai bentuk olahan, tidak hanya sebagai pangan pokok tetapi juga sebagai lauk-pauk, makanan selingan, dan bahan setengah jadi yang dihasilkan oleh beragam jenis industri dan skala usaha (Aldillah, 2017). Jagung memiliki nilai ekonomi yang berarti bagi kehidupan masyarakat di Indonesia (Wulandari & Batoro, 2016).

Jagung manis (*Zea mays* Linn *saccharata* Sturt) merupakan salah satu komoditas sumber pangan yang penting, karena jagung manis memiliki nilai gizi yang berbeda dengan jagung biasa. Jagung manis mempunyai gizi yang cukup tinggi dengan kandungan 70,7% karbohidrat, 13,5 % air, 10,0 % protein, 0,4 % lemak dan 0,4 zat-zat lain. Biji jagung manis banyak mengandung gula pereduksi (Glukosa dan fruktosa), sukrosa, polisakarida dan pati. Menurut Koswara (2003), kadar gula pada biji jagung manis sebesar 5-6% dan kadar pati 10-11%. Sedangkan pada jagung biasa hanya 2-3% atau setengah dari kadar gula jagung manis (Anonimus, 2001). Hampir dari semua bagian tanaman jagung manis memiliki nilai

ekonomis. Beberapa bagian tanaman yang dapat di manfaatkan di antaranya batang dan daun yang di gunakan untuk pakan ternak, batang dan daun tua (setelah panen) bisa di jadikan untuk pupuk kompos atau pupuk organik (Purwono dan Hartono, 2007).

Produksi jagung selalu dipengaruhi oleh adanya serangan OPT utama pada tanaman jagung di Indonesia pada MT 2023/2024 yaitu bulai seluas 3.147 ha, lalat bibit 542 ha, penggerek batang 3.243 ha, penggerek tongkol 2.031 ha, tikus 7.324 ha, ulat grayak *Spodoptera litura* 5.610 ha, dan ulat grayak *Spodoptera frugiperda* 30.299 ha, sehingga total prakiraan luas serangan OPT utama jagung MT 2023 seluas 52.196 ha. Kejadian serangan OPT utama jagung pada MT 2023/2024 mencapai 28.389,05 ha atau 54,4% dari angka prakiraan. Secara umum serangan utama OPT jagung berada di bawah angka prakiraan (BBPOPT, 2024).

NO	OPT <sup>(1)</sup>	Prakiraan MT <sup>(2)</sup> 2023/2024 (ha)	Kejadian MT 2023/2024 (ha)	Evaluasi Prakiraan (ha)
1	Bulai	3.147	522,68	16,6
2	Lalat bibit	542	173,59	32,0
3	Penggerek batang	3.243	474,25	14,6
4	Penggerek tongkol	2.031	805,95	39,7
5	Tikus	7.324	1.213,91	16,6
6	Ulat grayak <i>Spodoptera litura</i>	5.610	4.705,79	66,1
7	Ulat grayak <i>Spodoptera frugiperda</i>	30.299	21.492,88	70,9
<b>Jumlah</b>		<b>52.196</b>	<b>28.389,05</b>	<b>54,5</b>

(Sumber data : Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan per-15 Maret 2024)

Keterangan :

OPT = Organisme Pengganggu Tanaman

MT = Musim Tanam

Penelitian Nonci dan Hishar (2019) melaporkan bahwa di Indonesia tepatnya di Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat, *Spodoptera frugiperda* telah ditemukan merusak pada tanaman jagung dengan tingkat serangan yang berat, populasi larva antara 2-10 ekor pertanaman. Hama ini menyerang titik tumbuh tanaman yang dapat mengakibatkan kegagalan pembentukan pucuk/daun muda tanaman. Larva *Spodoptera frugiperda* memiliki kemampuan makan yang tinggi. Larva akan masuk ke dalam bagian tanaman yang aktif makan disana, sehingga bila populasi masih sedikit akan sulit dideteksi. Imagonya merupakan penerbang yang kuat dan memiliki daya jelajah yang tinggi (CABI, 2023).

Menurut penelitian yang sudah dilakukan oleh CABI (*Commonwealth Agricultural Bureau International*) pada tahun 2023, hama ini menyerang titik tumbuh tanaman yang dapat mengakibatkan kegagalan pembentukan pucuk atau daun muda tanaman. Serangan berat terjadi pada fase larva karena memiliki kemampuan makan yang tinggi, larva tersebut akan masuk kedalam bagian tanaman dan aktif makan disana. Sedangkan imagonya merupakan penerbang yang kuat dan memiliki daya jelajah yang tinggi, lebih dari 500 km sebelum meletakkan telur. Hama ini dapat menyerang mulai dari pembibitan saat daun jagung masih menggulung sehingga daun saat mengembang akan terlihat berlubanglubang. Hama ini juga menyerang tanaman dewasa dan bagian generatif tanaman. Beberapa larva muda umumnya berada pada satu tanaman tetapi larva yang lebih tua hanya akan ada 1 atau 2 ekor saja per tanaman dimana larva lain akan berpindah ke tanaman lain di sekitarnya. Hama ini juga menyerang tongkol dan biji-biji jagung muda. Kerusakan pada klobot akan mengakibatkan serangan infeksi jamur dan juga

mengurangi mutu biji jagung. Kerusakan pada tanaman biasanya ditandai dengan bekas gerekkan larva, yaitu terdapat serbuk kasar menyerupai serbuk gergaji pada permukaan atas daun, atau disekitar pucuk tanaman jagung. Gejala awal dari serangan FAW mirip dengan gejala serangan hama – hama lainnya pada tanaman jagung. Jika larva merusak pucuk daun muda atau titik tumbuh tanaman, dapat mematikan tanaman. Pada tomat hama ini menyerang atau memakan tunas dan titik tumbuh serta buah (Kementan, 2019; Rwomushana, 2019).

Menurut literatur Arifin (2021), kerusakan tanaman jagung oleh *Spodoptera frugiperda* sekitar 60%. Tahapan pertumbuhan tanaman jagung yang terserang adalah dari tahap muda (vegetatif) sampai berbunga (generatif). Larva *Spodoptera frugiperda* ditemukan pada kecambah tanaman. Jika daun (tunas) yang belum sepenuhnya terbuka pada masa larva tampak berlubang dan kotor, ini merupakan salah satu tanaman yang terserang *Spodoptera frugiperda*. Sebaliknya, jika daun dibiarkan terbuka larva akan merusak banyak bagian daun dan membuka lubang. Larva biasanya menetap pada kecambah tanaman. *Spodoptera frugiperda* mempengaruhi tanaman jagung mulai dari stadia serangan vegetatif sampai stadia generatif.

Adanya hama baru yang berpotensi dalam menurunkan produksi jagung menyebabkan perlu adanya solusi pengendalian yang tepat sehingga keberadaan hama menjadi tidak merugikan. Dalam upaya mengatasi serangan hama pada tanaman jagung, umumnya petani masih menggunakan pestisida sintetik dengan harapan hasil produk pertanian dapat meningkat. Penggunaan pestisida yang tidak tepat mengakibatkan terjadinya pencemaran air, tanah, udara, dan berpengaruh

pada kesehatan petani, keluarga petani, serta konsumen lainnya (Yuniarti *dkk.*, 2013). Untuk mengendalikan populasi hama *Spodoptera frugiperda* yang ramah lingkungan seperti penggunaan pestisida nabati yang menghasilkan metabolit sekunder yang dapat digunakan sebagai bahan aktif pestisida nabati (Kardinan, 2011). Pengurangan penggunaan pestisida diareal pertanian menuntut tersedianya cara pengendalian lain yang aman dan ramah lingkungan diantaranya dengan memanfaatkan agens hayati seperti jamur entomopatogen (Trizelia *dkk.*, 2011).

Berbagai jenis cendawan entomopatogen yang telah digunakan untuk pengendalian hama termasuk entomopatogen *Beauveria bassiana*, entomopatogen *Metarhizium anisoplae* dan entomopatogen *Lecanicillium sp.* (*Verticillium sp.*). Entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Lecanicillium sp.* merupakan salah satu jenis cendawan yang sudah diketahui efektif dalam mengendalikan berbagai serangga hama (Anggarawati *dkk.*, 2017). *Beauveria bassiana* dari beberapa penelitian mengungkapkan bahwa jamur ini menghasilkan toksin (racun) yang mengakibatkan paralisis secara agresif pada larva dan imago serangga. Berbagai jenis racun yang telah berhasil diisolasi dari *Beauveria bassiana* adalah *beauvericine*, *beauverolide*, *isorolide* dan zat warna serta asam oksalat (Sianturi *dkk.*, 2014).

Salah satu upaya pengendalian serangga pengganggu secara biologis adalah penggunaan *Beauveria bassiana* (Ikawati, 2017). Cendawan (*Beauveria bassiana*) membunuh hama melalui infeksi sebagai akibat dari serangga yang kontak dengan spora cendawan (Sopialena, 2018). *Beauveria bassiana* juga dikenal sebagai penyakit *white muscardine* karena miselia dan konidia (spora) yang dihasilkan berwarna putih, bentuknya oval, dan tumbuh secara zig zag pada konidiopornya.

Keuntungan dari penggunaan *Beauveria bassiana* sebagai agen hayati adalah dapat digunakan untuk mengendalikan berbagai tingkat perkembangan serangga hama mulai dari telur, larva, pupa, dan imago (Trizelia dkk., 2007). *Beauveria bassiana* memiliki kisaran inang sangat luas, sehingga kurang selektif terhadap inang sasaran. Hal ini memungkinkan *Beauveria bassiana* dapat menginfeksi serangga bukan sasaran atau serangga berguna. *Beauveria bassiana* memiliki kisaran inang serangga yang sangat luas, meliputi ordo Lepidoptera, Coleoptera, dan Hemiptera. Selain itu, infeksiya juga sering ditemukan pada serangga-serangga Diptera maupun Hymenoptera. Serangga inang utama *Beauveria bassiana* antara lain: kutu pengisap (*aphid*), kutu putih (*whitefly*), belalang, hama pengisap, lalat, kumbang, ulat, thrips, tungau, dan beberapa spesies uret. Menurut penelitian Sopialena (2018) penggunaan cendawan *Beauveria bassiana* dapat mengendalikan serangan hama putih palsu (*Chanaphalocrosis medinalis*) pada fase vegetatif padi, hama walang sangit (*Leptocorixa acuta*) pada fase awal generatif padi, ulat pengerek batang padi (*Tryporiza* sp) dan pada ulat grayak (*Spodoptera litura*). Sedangkan habitat tanamannya mulai tanaman kedelai, sayur-sayuran, kapas, jeruk, buah-buahan, tanaman hias, hingga tanaman-tanaman hutan. Mekanisme infeksi dimulai dari melekatnya konidia pada kutikula serangga, kemudian berkecambah dan tumbuh di dalam tubuh inangnya (Soetopo dan Indrayani, 2007).

Cendawan entomopatogen yang sangat potensial dalam mengendalikan hama ini adalah cendawan *Beauveria bassiana*. Cendawan *Beauveria bassiana* dapat menyebabkan sakit dan kematian dari ordo Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera dan Orthoptera. Pada tingkat kerapatan konidia yang berbeda menunjukkan tingkat

kematian yang berbeda. Tingkat kerapatan cendawan *Beauveria bassiana*  $10^5$ ,  $10^6$  dan  $10^7$  konidia/ml yang diaplikasikan pada larva *Spodoptera litura* instar tiga didapat pada kerapatan  $10^7$  konidia/ml, patogenisitas cendawan tersebut lebih tinggi dibandingkan kerapatan  $10^5$  dan  $10^6$  konidia/ml. Persentase kematian larva pada kerapatan  $10^7$  konidia/ml adalah 75%, sedangkan pada kerapatan  $10^5$  dan  $10^6$  konidia/ml adalah 48% dan 60% (Budi dkk., 2013). Khasanah Nur (2008) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa aplikasi bioinsektisida *Beauveria bassiana* dengan konsentrasi 0,6 mg/l air dan selang waktu aplikasi 9 hari memperlihatkan padat populasi dan mortalitas larva *Helicoverpa armigera* dan tingkat kerusakan tongkol jagung akibat serangan *Helicoverpa armigera* cenderung lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi lainnya. Pebriani (2020) dalam penelitiannya melaporkan bahwa *Beauveria bassiana* dengan konsentrasi  $10^{10}$  ml(-1) berdasarkan uji pendahulunya (in-vitro) merupakan konsentrasi optimum yang dapat mengendalikan hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung. Kusmiadi dkk., (2017) menyatakan bahwa aplikasi CEP *Metarhizium anisopliae* pada konsentrasi  $30 \text{ g.l}^{-1}$  air dapat menyebabkan mortalitas larva *Spodoptera litura* instar 3 mencapai mortalitas sebesar 100%. Hal tersebut menunjukkan bahwa CEP *Metarhizium anisopliae* mampu mengendalikan serangga hama. Hasil penelitian Mulyono (2007) *Metarhizium anisopliae* yang diinfeksi terhadap larva *Oryctes rhinoceros* dengan konsentrasi  $10^8$ , menyebabkan tingkat kematian larva mencapai 81,61%. Selanjutnya Prayogo dkk., (2005) yang menggunakan *Metarhizium anisopliae* pada konsentrasi  $10^7$  menyebabkan mortalitas *Spodoptera litura* sebesar 83,33% pada 12 hari setelah aplikasi.

Tanaman cengkeh mengandung minyak atsiri dalam jumlah yang cukup besar, baik pada bunga, tangkai maupun daun (16 hingga 20%). Kandungan dalam daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) yang memberikan aroma khas pada daun cengkeh merupakan komponen minyak atsiri yang disebut *eugenol*. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan *eugenol* pada tanaman ini dapat digunakan sebagai fungisida, bakterisida, nematisida, dan insektisida (Indriasi, 2015). Selain itu, kandungan utama daun cengkeh adalah senyawa Fenolik, Tannin, Saponin dan Alkaloid. Daun cengkeh mengandung minyak atsiri 1 sampai 4% dapat dimanfaatkan sebagai obat. Menurut Talahatu dan Papalaya (2015), pemisahan kandungan kimia dari bunga cengkeh, tangkai cengkeh dan daun cengkeh yang menunjukkan bahwa bunga cengkeh, minyak atsiri dan daun cengkeh mengandung Saponin, Alkaloid, Flavonoid, Glikosida, Tannin.

Tanaman kemangi (*Ocimum basilicum* L.) banyak ditemukan di seluruh Indonesia. Secara turun – temurun, minyak kemangi (*Ocimum basilicum* L.) telah banyak digunakan sebagai aromatik, antispasmodik dan aktifitas lainnya. Hal ini tentunya berkaitan dengan senyawa-senyawa kimia yang terkandung didalamnya. (Zahra dkk., 2017). Daya bunuh insektisida hayati yang berasal dari senyawa kimia daun kemangi seperti minyak atsiri, euganol, saponin, flavonoid, dan tanin. Senyawa – senyawa ini bersifat racun kontak terhadap serangga. Sebagai racun perut, insektisida memasuki tubuh serangga melalui saluran pencernaan makanan. Sebagai racun kontak, insektisida memasuki tubuh serangga melalui dinding tubuh. Disamping itu daun kemangi juga mengandung senyawa kimia yang menyebabkan gangguan pada sistem saraf serangga. Gangguan ini menghalangi rangsangan dari



sistem saraf pusat ke otot sehingga dapat menimbulkan kekejangan dan lumpuh pada otot serangga. Proses inilah yang menyebabkan kematian dari serangga.

Berdasarkan literatur dan uraian diatas maka akan dilakukan penelitian terhadap ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.), daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.), dan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* dapat digunakan sebagai bioinsektisida dalam pengendalian hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) skala laboratorium.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.), daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* dapat digunakan sebagai bioinsektisida dalam pengendalian hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) skala laboratorium.

### 1.3. Tujuan Masalah

Penelitian ini bertujuan mengetahui efektifitas pemberian ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* dapat digunakan sebagai bioinsektisida dalam pengendalian hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) skala laboratorium.

#### 1.4. Hipotesis

1. Perlakuan bioinsektisida berpengaruh nyata terhadap mortalitas hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung (*Zea mays* L.).
2. Jenis instar berpengaruh nyata terhadap mortalitas hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung (*Zea mays* L.).
3. Kombinasi antara jenis instar dan bioinsektisida terhadap mortalitas hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung (*Zea mays* L.).

#### 1.5. Manfaat Penelitian

1. Sebagai informasi bagi peneliti dan mahasiswa pada khususnya dalam melakukan pemanfaatan dari ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* dapat digunakan sebagai bioinsektisida dalam pengendalian hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) skala laboratorium.
2. Sebagai bahan informasi bagi petani dalam penggunaan bioinsektisida dari ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* dapat digunakan sebagai bioinsektisida dalam pengendalian hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) skala laboratorium.
3. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata satu (S1) pada Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Klasifikasi Dan Morfologi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L.)

Secara sistematis, tanaman jagung di klasifikasikan kedalam; Kingdom: *Plantae*, Divisio: *Spermatophyta*, Sub Divisio: *Angiospermae*, Kelas: *Monocotyledoneae*, Ordo: *Graminae*, Familia: *Graminaceae*, Genus: *Zea*, Species: *Zea mays* L. *Saccharata* Stur. (Paeru dan Dewi, 2017).

Tanaman jagung manis terbagi beberapa bagian utama: biji, daun, batang, akar, bunga, rambut jagung dan buah (tongkol). Biji jagung tunggal memiliki berbentuk pipih dengan permukaan atas berbentuk cembung atau cekung dan bagian dasar berbentuk runcing. Bijinya terdiri atas tiga bagian, yaitu pericarp, endosperma, dan embrio. Pericarp atau kulit merupakan bagian paling luar sebagai lapisan pembungkus. Endosperma merupakan bagian atau lapisan kedua sebagai cadangan makanan biji (Paeru dan Dewi, 2017).

Daun genotipe jagung manis mempunyai keragaman dalam hal panjang, lebar daun, tebal daun, sudut daun, dan warna pigmentasi daun. Lebar helai daun dikategorikan mulai dari sangat sempit (< 5 cm), sempit (5,1-7 cm), sedang (7,1-9 cm), lebar (9,1-11 cm), hingga sangat lebar (>11 cm) (Subekti *dkk.*, 2012).

Batang jagung manis tidak bercabang dan memiliki batang yang kaku. Bentuk cabangnya silinder dan terdiri atas beberapa ruas dan buku ruas. Adapun tingginya tergantung varietas dan tempat penanaman, umumnya berkisar 60- 250 cm (Paeru dan Dewi, 2017).

Akar jagung manis memiliki akar serabut dengan tiga macam akar, yaitu akar seminal, akar adventif, dan akar kait atau penyangga. Akar seminal adalah akar yang berkembang dari radikula dan embrio. Akar adventif adalah akar yang semula

berkembang dari buku di ujung mesokotil. Akar kait atau penyangga adalah akar adventif yang muncul pada dua atau tiga buku di atas permukaan tanah (Subekti *dkk.*, 2012).

Bunga jagung manis juga termasuk bunga tidak lengkap karena tidak bunga jagung manis memiliki petal dan sepal. Alat kelamin jantan dan betinanya juga berada pada bunga yang berbeda sehingga disebut bunga tidak sempurna. Bunga jantan terdapat di ujung batang dan bunga betina terdapat di bagian daun ke-6 atau ke-8 dari bunga jantan (Paeru dan Dewi, 2017).

Tongkol Tanaman jagung menghasilkan satu atau beberapa tongkol. Tongkol jagung manis muncul dari buku ruas berupa tunas yang kemudian berkembang menjadi tongkol. Pada tongkol terdapat biji jagung manis yang tersusun rapi. Dalam satu tongkol jagung terdapat 200-400 biji (Paeru dan Dewi, 2017).

### **2.1.1. Klasifikasi *Spodoptera frugiperda* (ulat grayak)**

*Spodoptera frugiperda* diklasifikasikan sebagai berikut; Kingdom: Animalia, Filum: Arthropoda, Kelas: Insecta, Ordo: Lepidoptera, Famili: Nuctuidae, Genus: *Spodoptera*, Species: *Spodoptera frugiperda* yang bermetamorfosis sempurna, yaitu: telur, larva instar 6, pupa dan imago (CABI, 2023).

### **2.1.2. Biologi dan Ekologi *Spodoptera frugiperda***

#### **a. Telur**

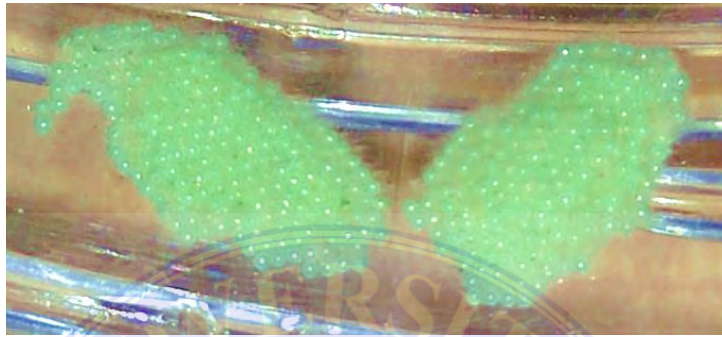
Telur *Spodoptera frugiperda* biasanya diletakkan dipermukaan atas daun tetapi terkadang telurnya juga disimpan pada bagian lain tanaman inang yang dianggap sesuai oleh serangga tersebut. Jumlah kelompok telur yang diletakkan dapat

bervariasi mulai dari 100 hingga 200 butir. Telur yang diletakkan akan menetes dalam waktu yang singkat yakni pada hitungan dua hingga empat hari pada kisaran suhu 21-27°C (Assefa dan Ayalew, 2019). Selain itu juga telur *Spodoptera frugiperda* ditemukan dengan kondisi direkatkan ke bagian bawah daun, telur ini berada dalam bentuk kelompok, jumlah telur perkolompok sekitar 160-200. Terlu kecil, bundar dan berwarna putih. Massa telur tampak kabur karena terdaoat sisik yang berbentuk dari tubuh betina. Telur *Spodoptera frugiperda* menetes dalam waktu dua sampai tiga hari (Deole dan Paul, 2018).

Serangga *Spodoptera frugiperda* bertelur secara berkelompok dalam suatu bentuk lingkaran yang terletak dibawah permukaan daun, hal ini terlihat pada masa pengamatan dari lapangan. Telur *Spodoptera frugiperda* tersusun dalam beberapa lapisan (89 butir telur dalam lapisan/tambalan). Telur-telur tersebut berbentuk kubah dengan warna kuning kecoklatan dan tertutupi dengan warna kuning kekuningan pucat. Pada perbesaran yang lebih tinggi jika dilihat pada mikroskop maka permukaan lapisan pertama yang bersinar dapat dengan mudah diperhatikan. Diameter dan tinggi telur masing-masing berkisaran 0,49-0,51 mm dan 0,350,37mm (Shylesha *dkk.*, 2018).

Menurut Schlemmer (2018) pengaruh suhu terhadap perkembangan ulat grayak jagung ini yang diuji cobakan pada lima tingkatan suhu yang berbeda, yaitu 18°C, 22°C, 26°C, 30°C, dan 32°C (RH 30-70 %). Semua telur dapat menetes pada semua suhu yang dievaluasi. Telur berkembang lambat pada suhu 18°C dibandingkan dengan suhu lainnya dan kelangsungan hidup larva rendah. Pada suhu 18°C telur menetes dalam waktu 6-7 hari. Oleh karena itu disimpulkan 6 bahwa suhu rendah

terus menerus akan memperlambat perkembangan dan dapat mengurangi jumlah populasi sebagai akibat dari indeks kematian yang tinggi. Kisaran optimal untuk perkembangan telur adalah 26°C dan 32°C, pada kisaran suhu ini telur menetas dalam waktu 2-3 hari.



Gambar 1. Kelompok telur *Spodoptera frugiperda*  
Sumber : Dokumen Pribadi, 2023

#### b. Larva

Setelah telur menetas kemudian terbentuk larva instar 1 (neonatus) yang akan berpencar mencari tempat perlindungan dan tempat makan. Larva yang baru saja keluar dari telurnya juga bisa memakan kulit telurnya sebagai sumber nutrisi pertama dan tidak jarang ditemukannya larva yang saling memakan (Nurfauziyah, 2020). Larva *Spodoptera frugiperda* terdiri dari 6 instar. Saat menetas larva berwarna pucat dengan garis-garis hitam dan bintik-bintik, kemudian menjadi coklat atau hijau muda, dan kemudian menjadi lebih gelap pada tahap perkembangan akhir. Lama perkembangan larva adalah 12-20 hari, mulai dari neonatus hingga menjadi larva instar akhir, tergantung kondisi lingkungan (suhu dan kelembaban).

Larva *Spodoptera frugiperda* menyerang tanaman jagung dengan cara menggerak daun. Larva instar 1 awalnya memakan jaringan daun dan meninggalkan lapisan epidermis yang transparan. Larva instar 2 dan 3 membuat

lubang gerakan pada daun dan memakan daun dari tepi hingga ke bagian dalam. Larva instar akhir dapat menyebabkan kerusakan berat yang seringkali hanya menyisakan tulang daun dan batang tanaman jagung. Larva *Spodoptera frugiperda* mempunyai sifat kanibal sehingga larva yang ditemukan pada satu tanaman jagung antara 1-2, perilaku kanibal dimiliki oleh larva instar 2 dan 3 (Kementerian Pertanian, 2019).

Kanibalisme merupakan perilaku saling memangsa antara spesies yang sama. Perilaku kanibalisme pada *Spodoptera frugiperda* terjadi pada tahap larva, yakni larva yang lebih besar memakan larva yang lebih kecil. Perilaku kanibalisme terjadi salah satunya karena kurang atau ketidaksesuaian sumber pakan yang tersedia (Suroto, Haryani dan minarni., 2019).

Larva pada instar akhir dapat dengan mudah diidentifikasi. Umumnya dikarakterisasi oleh tiga garis kuning bagian belakang, diikuti garis hitam dan garis kuning di samping serta memiliki panjang 3-4 cm. Larva memiliki delapan proleg dan sepasang proleg pada segmen abdominal terakhir. Jika dengan kepadatan populasi tinggi dan kekurangan makanan, instar terakhir bisa hampir hitam pada fase larvanya. Larva besar dicirikan dengan bentuk “Y” terbalik berwarna kuning di bagian kepala, pinacula punggung hitam dengan setae primer panjang dan terdapat empat bintik hitam pada segmen abdomen terakhir (Nadrawati, Sempurna dan Agustin, 2019)

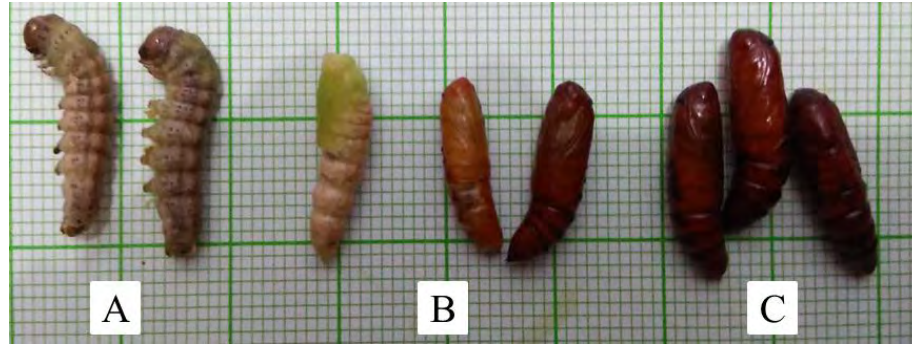


Gambar 2. Fase larva *Spodoptera frugiperda* instar 1 – 6  
Sumber : BBPOPT, 2020

### c. Pupa

Larva instar 6 yang berwarna coklat tua selanjutnya akan menjadi kurang aktif dan tidak bergerak, hal ini karena larva telah mencapai perkembangan maksimum dan memasuki fase pra pupa. Larva akan terjatuh ketanah dan masuk untuk berkembang menjadi pupa, namun larva bisa memasuki fase pupa dalam keadaan tanpa tanah dan mengikat partikel-partikel yang ada disekitarnya dengan sutra (Nurfauziah, 2020). Panjang pupa lebih pendek dibandingkan larva instar 6 dengan panjang 1,3-1,5 cm pada jantan dan 1,6-1,7 cm pada betina, dan berwarna coklat mengkilap. Perkembangan pupa dapat berlangsung selama 12-14 hari (Nadrawati, Sempurna dan Agustin, 2019)

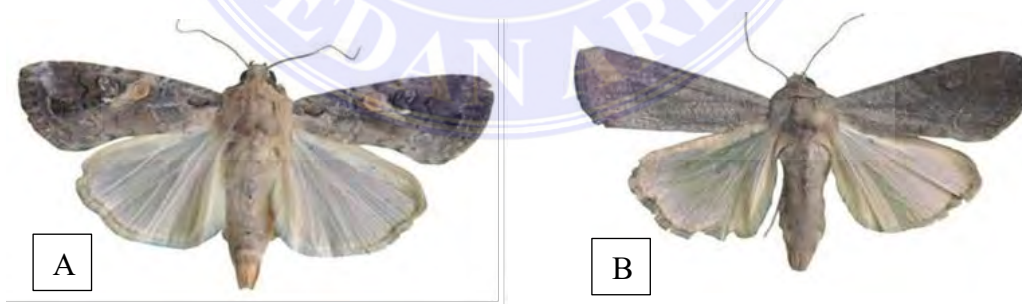




Gambar 3. Fase perubahan larva menjadi pupa.  
(a) prepupa instar 6, (b) pupa muda, (c) pupa tua  
Sumber : Dokumen Pribadi, 2023

#### d. Ngengat (Imago)

Perubahan dari pupa menjadi imago terjadi pada pagi dan sore hari. Saat imago mulai muncul dari pupa, sayapnya tampak terlipat (Nurfauziyah, 2020). Imago *Spodoptera frugiperda* ada perbedaan antara betina dan jantan. Imago jantan memiliki panjang tubuh 1,6 cm dan lebar sayap 3,7 cm, dan sayap depan mereka memiliki bintik – bintik coklat pada tiga perempat area mereka dan bintik – bintik abu – abu dan oval pada seperempat sayap mereka. Sedangkan imago betina memiliki panjang tubuh 1,7 cm, lebar sayap 3,8 cm dan memiliki tepi abu – abu berbintik coklat tua (Nadrawati, Sempurna, dan Agustin, 2019).



Gambar 4. Imago Jantan dan Imago Betina  
Sumber : Sharanabasappa *dkk.*, 2018

Dalam berkopulasi (mengadakan perkawinan) dan meletakkan telur, Imago *Spodoptera frugiperda* aktif di malam hingga pagi hari. Dalam hal meletakkan telur, imago betina dapat meletakkan telur diberbagai tanaman inang yang tersedia. Sehingga mengakibatkan keberlangsungan hidup hama ini akan berjangka panjang dan mampu meningkatkan kisaran inang bagi hama ini (Nurfauziyah, 2020)

### 2.1.3. Kerusakan dan Arti Ekonomi

Hama ini menyerang titik tumbuh tanaman yang dapat mengakibatkan kegagalan pembetulan pucuk/daun muda tanaman. Larva *Spodoptera frugiperda* memiliki kemampuan makan yang tinggi. Larva akan masuk ke dalam bagian tanaman dan aktif makan disana, sehingga bila populasi masih sedikit akan sulit dideteksi. Imagonya merupakan penerbang yang kuat dan memiliki daya jelajah yang tinggi. *Spodoptera frugiperda* bersifat polifag, beberapa inang utamanya adalah tanaman pangan dari kelompok Graminae seperti jagung, padi, gandum, sorgum, dan tebu sehingga keberadaan dan perkembangan populasinya perlu diwaspadai. Adapun kerugian yang terjadi akibat serangan hama ini pada tanaman jagung di negara Afrika dan Eropa antara 8,3 hingga 20,6 juta ton per tahun dengan nilai kerugian ekonomi antara US\$ 2.5-6.2 milyar per tahun (FAO & CABI 2019). *Spodoptera frugiperda* merusak tanaman jagung dengan cara larva menggerek daun. Larva instar 1 awalnya memakan jaringan daun dan meninggalkan lapisan epidermis yang transparan. Larva instar 2 dan 3 membuat lubang gerek pada daun dan memakan daun dari tepi hingga ke bagian dalam. Larva FAW mempunyai sifat kanibal sehingga larva yang ditemukan pada satu tanaman jagung antara 1-2, perilaku kanibal dimiliki oleh larva instar 2 dan 3. Larva instar akhir dapat

menyebabkan kerusakan berat yang seringkali hanya menyisakan tulang daun dan batang tanaman jagung. Kepadatan rata-rata populasi 0,2 - 0,8 larva per tanaman dapat mengurangi hasil 5 - 20% (Aqil, 2019).

Serangga *Spodoptera frugiperda* dapat menyerang seluruh stadia tanaman jagung mulai dari fase vegetatif sampai fase generatif dan tingkat kerusakan yang tertinggi banyak ditemukan pada fase vegetatif (Trisyono *dkk.*, 2019). Siklus hidup berkisar antara 32-46 hari dengan stadia telur 2-3 hari, larva 14-19 hari dan pupa 9-12 hari (Sharanabasappa *dkk.*, 2018). Kerusakan yang ditimbulkan pada daun dan tongkol jagung mengakibatkan terjadinya kehilangan hasil secara signifikan. Di Honduras, tingkat kehilangan hasil mencapai 40% dan di Afrika berkisar antara 21-53% (Day *dkk.*, 2017).

Di Lampung, *Spodoptera frugiperda* dilaporkan telah menyebabkan kerusakan berat pada tanaman jagung berumur 2 minggu dengan persentase serangan mencapai 100% (Trisyono *dkk.*, 2019). Selain tanaman jagung, *Spodoptera frugiperda* juga memiliki 353 tanaman inang dari 76 famili tanaman (Montezano *dkk.*, 2018). Invasi *Spodoptera frugiperda* diindonesia dapat menjadi ancaman terhadap produksi jagung, sehingga perlu dilakukan studi yang komprehensif. Studi saat ini masih dalam tahap awal, dimana keberadaan *Spodoptera frugiperda* baru dilaporkan pada tahun 2019 (Maharani *dkk.*, 2019). Keberadaan serangga *Spodoptera frugiperda* yang hadir di afrika berpotensi menyebabkan kerugian hasil jagung dalam kisaran 8,3 hingga 20,6 juta ton per tahun jika tidak dilakukan metode pengendalian secara cepat. Perhitungan kerugian ini hanya melibatkan dua belas negara penghasil jagung di afrika. Ini mewakili

kisaran 21%-53% dari produksi tahunan jagung rata-rata selama periode tiga tahun di negar-negara ini. Nilai potensi kerugian ini diperkirakan antara US \$2. 481 juta dan US \$6.187 juta (Day *dkk.*, 2017).

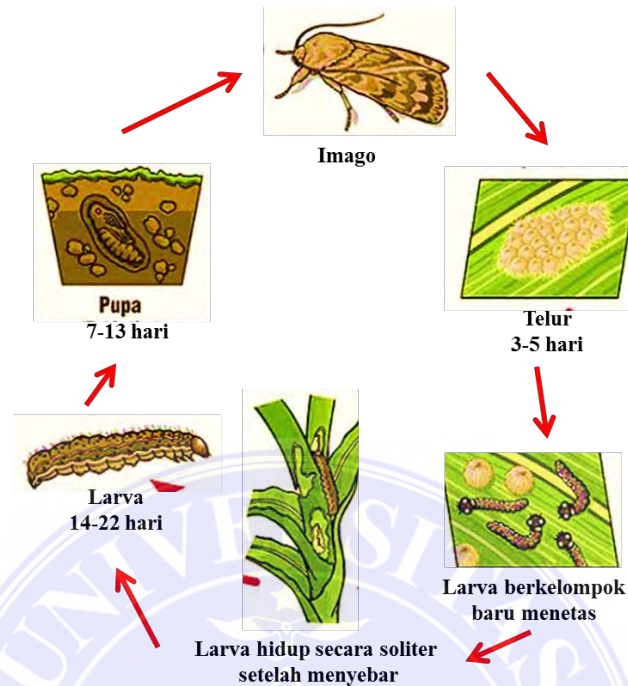
Udapun merupakan salah satu kota di india yang mengalami serangan hama *Spodoptera frugiperda*. Tanaman jagung yang terserang *Spodoptera frugiperda* mengalami kerusakan maksimum pada tahap setinggi lutut, sekitar 75-80%. Berarti kerusakan maksimum dapat diamati selama tahap setinggi lutut dan petani dapat melakukan pengukuran kontrol selama tahap ini. Tahap ini ditemukan kondisi yang cocok untuk serangan ulat grayak jagung (Painkra *dkk.*, 2019).

Serangan hama ulat grayak jagung menyebabkan kerusakan dengan memakan tanaman jagung pada fase vegetatif dan memasuki fase generatif. Larva muda bersembunyi di dalam pucuk jagung di siang hari tetapi keluar malam hari untuk memakan daun, sedangkan pada larva yang lebih tua (yang menyebabkan lebih banyak kerusakan) cenderung tetap berada di dalam pucuk jagung sehingga dapat terlindung dari ancaman lingkungan luar. Kerusakan yang timbul dengan memakan daun jagung tidak selalu menyebabkan kehilangan hasil karena tanaman umumnya masih mampu mengimbangi setidaknya beberapa kehilangan luas daun. Tetapi jika titik tumbuh dari tanaman jagung yang terserang maka akan membuat tanaman layu dan kematian (Day *dkk.*, 2017).

Fase merusak dari *Spodoptera frugiperda* terjadi pada saat hama ini memasuki fase larva. Telah diamati bahwa pada larva instar 1 dan 2 kebiasaan merusak hanya menimbulkan bekas luka dipermukaan daun. Kemudian pada saat larva masuk dalam instar ke-3 dan ke-4, bentuk kerusakannya meliputi putaran

yang bergerigi membentuk lubang pada daun. Tercatat selama larva memasuki instar ke-5 dan ke-6 kerusakan yang sangat besar terjadi., hal ini dikarenakan kebiasaan makannya yang sangat rakus (Painkra *dkk.*, 2019). Tanaman jagung yang diserang oleh larva *Spodoptera frugiperda* menunjukkan karakteristik lubang pada daun. Larva dewasa biasanya ditemukan pada pucuk jagung. Saat larva ini memakan di pucuk antara dedaunan. Larva ini menunjukkan gejala yang khas yakni menghasilkan feses berbentuk lingkaran dengan penampilan yang kasar seperti sebuk gergaji. Selain pada daun jagung, larva ini juga ditemukan menyerang tongkol jagung yang masih muda. Larva muda memakan daun jagung yang terbuka dengan mengikis dan membuat membran transparan. Pada tahap larva selanjutnya, kerusakan terjadi berbentuk serangkaian lubang kecil pada daun selain itu terdapat lubang-lubang pada batang yang disebabkan oleh larva yang masuk kedalam batang yang dapat menyebabkan batang patah atau mengering dan akhirnya kematian pada titik pertumbuhan jagung (Shylesha *dkk.*, 2018).

#### 2.1.4. Siklus hidup *Spodoptera frugiperda*



Gambar 5. Siklus *Spodoptera frugiperda*  
Sumber : Sharanabasappa dkk., 2018

- Letakkan 100–200 butir telur pada daun bagian bawah dekat akar tanaman, dekat perbatasan antara daun dan batang. Telur biasanya dilindungi oleh sejenis lapisan pelindung yang dibentuk oleh bagian tubuh ngengat setelah bertelur. Jika populasinya besar, ia dapat bertelur pada tumbuhan tingkat tinggi dan tumbuhan lain.
- Selama tahap perkembangan 1–3 pasca penetasan, larva memakan permukaan terutama bagian bawah daun. Bagian daun yang dapat dimakan hamper berwarna semitransparan (window). Larva muda terbawa angin, sehingga dapat memutar benang untuk menggerekkan larva. Larva menjadi lebih aktif di malam hari.
- Tahap perkembangan 4–6 selama tahap perkembangan 3–6 larva, larva masuk bagian yang terlindungi (daun muda yang menggulung) dan

menyebabkan kerusakan, sehingga menciptakan lubang pada daun selanjutnya. Larva yang memakan titik tumbuh dapat mengganggu pertumbuhan daun dan tongkol baru. Biasanya hanya ditemukan 1–2 larva dalam satu bagian karena *Spodoptera frugiperda* bersifat kanibal saat besar untuk mengurangi kompetisi. Dapat ditemukan sejumlah besar kotoran terlihat seperti serbuk gergaji. Ketika tanaman menghasilkan tongkol, larva akan memakan lapisan pelindung tongkol dan mulai memakan biji yang sudah terbentuk (Nonci *dkk.*, 2019).

Faktor – faktor yang mempengaruhi perkembangan *Spodoptera frugiperda* antara lain :

a. Suhu

Kondisi suhu sangat mempengaruhi tingkat perkembangan larva sampai dengan 6 instar. Di daerah tropis, pemuliaan dapat berlangsung empat hingga enam generasi setahun, tetapi di wilayah utara hanya 1 hingga 2 generasi yang berkembang, pada suhu rendah ia berhenti aktif dan berkembang. Ketika pembekuan terjadi, semua tahapan biasanya mati. Di Amerika Serikat, *Spodoptera frugiperda* biasanya hanya ditemukan di Texas Selatan dan Florid selama bulan – bulan musim dingin. Dimusim dingin yang sejuk, pupa tinggal dilokasi utara. *Spodoptera frugiperda* adalah spesies tropis, dan penetasan telur membutuhkan waktu 2-3 hari pada suhu (20-30°C). Pada kondisi hangat, seekor ngengat betina dapat bertelur 6 hingga 10 kelompok telur yang terdiri lebih dari 1000 butir telur semasa hidupnya (2-3 minggu). Serangga dewasa dapat hidup 12 – 14 hari (FAO dan CABI, 2019; Kementan, 2019; Rwomushana, 2019).

b. Tanah

Tanah berpasir atau lempung berpasir cocok untuk pertumbuhan kepompong (pupa) dan kemunculan imago, proses pupasi terjadi di dalam tanah atau jarang di daun tanaman inang. Munculnya imago pada tanah berpasir dan tanah liat (lempung) berbanding lurus dengan suhu dan berbanding terbalik dengan kelembaban (CABI, 2023).

c. Sumber Pakan

Tingkat perkembangan larva 6 instar dipengaruhi oleh kombinasi makanan, *Spodoptera frugiperda* adalah serangga polifag, dan dalam pengujian tanaman jagung, padi, dan tanaman rumput baciaria lebih banyak dikonsumsi daripada kedelai dan kacang tanah. Serangga *Spodoptera frugiperda* menunjukkan waktu tersingkat untuk mencapai kematangan dewasa (ngengat). Sebaliknya, mereka yang menerima sumber pakan memiliki siklus pertumbuhan serangga yang lebih pendek dan kepompong lebih ringan (Subiono, 2020).

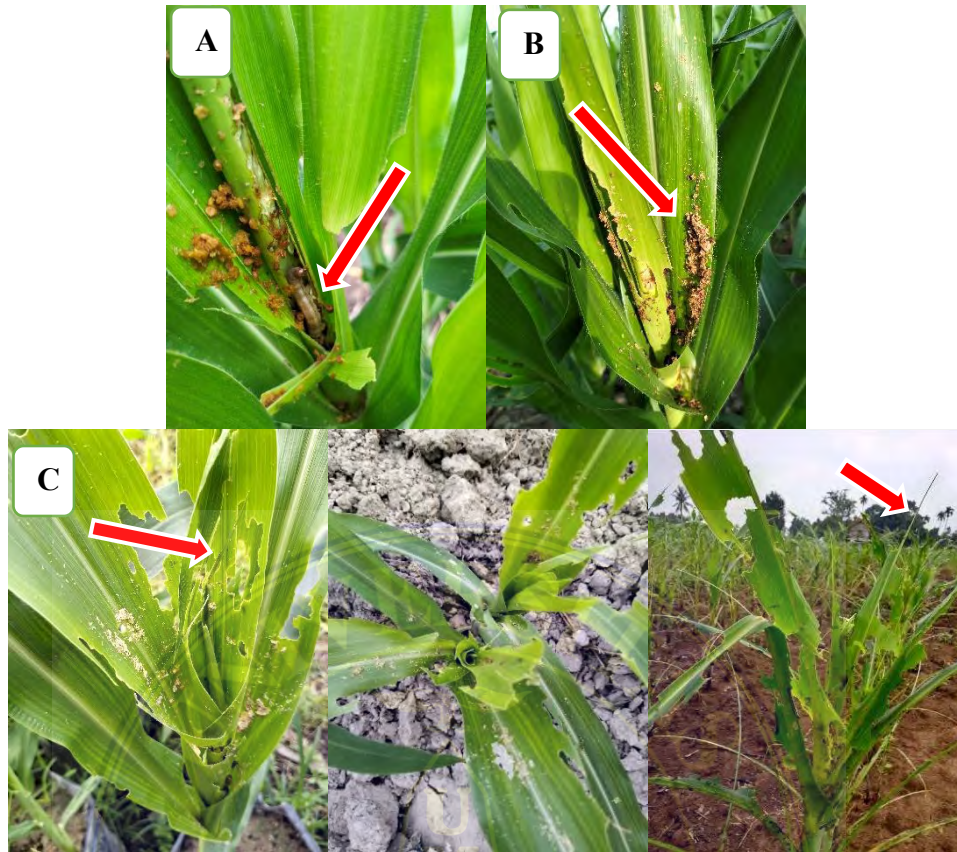
### 2.1.5. Gejala Serangan *Spodoptera frugiperda*

Kerusakan pada tanaman biasanya ditandai dengan bekas gerakan larva, yaitu terdapat serbuk kasar menyerupai serbuk gergaji pada permukaan atas daun, atau disekitar pucuk tanaman jagung. Gejala awal dari serangan *Spodoptera frugiperda* mirip dengan gejala serangan hama-hama lainnya pada tanaman jagung. *Spodoptera frugiperda* merusak tanaman jagung dengan cara larva menggigit (mengunyah) daun. Larva instar 1 awalnya memakan jaringan daun dan meninggalkan lapisan epidermis yang transparan. Larva instar 2 dan 3 membuat lubang gerakan pada daun dan memakan daun dari tepi hingga ke bagian dalam.



Larva *Spodoptera frugiperda* mempunyai sifat kanibal sehingga larva yang ditemukan pada satu tanaman jagung antara 1-2, perilaku kanibal dimiliki oleh larva instar 2 dan 3. Larva instar akhir dapat menyebabkan kerusakan berat yang seringkali hanya menyisakan tulang daun dan batang tanaman jagung. Kepadatan rata-rata populasi 0,2 - 0,8 larva per tanaman dapat mengurangi hasil 5 - 20%. (Kementan, 2019).

Jika larva merusak pucuk, daun muda atau titik tumbuh tanaman, dapat mematikan tanaman. Tempat favorit dari ulat *Spodoptera frugiperda* adalah di daun muda yang masih menggulung pada tanaman jagung (Gambar 6), dimana larva terlindungi dan berkembang pada daun jagung muda yang empuk. Daun yang dimakan larva *Spodoptera frugiperda* akan terus tumbuh menyebabkan lubang-lubang di daun tanaman yang merupakan ciri khas serangan *Spodoptera frugiperda* pada jagung. Terkadang, saat populasi *Spodoptera frugiperda* sangat tinggi, *Spodoptera frugiperda* dapat pula menyerang bagian tongkol jagung sehingga dapat menyebabkan kerusakan secara langsung pada hasil panen. Akan tetapi kebanyakan perilaku makan yang teramati ada di daun muda yang masih menggulung. Larva yang berumur 8 hingga 14 hari dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman jagung, terutama ketika titik tumbuh tanaman muda (Kementan, 2019).



Gambar 6. Gejala kerusakan yang diserang *Spodoptera frugiperda*  
(a) larva *Spodoptera frugiperda* menyerang kedalaman titik tumbuh tanaman;  
(b) kotoran larva *Spodoptera frugiperda* seperti serbuk kayu;  
(c) serangan *Spodoptera frugiperda* menyisakan tulang daun  
Sumber : Dokumen Pribadi, 2023

## 2.2. Pengertian Bioinsektisida

Bioinsektisida merupakan pestisida generasi baru yang menggunakan jasa biologis untuk mengendalikan hama. Cara pengelolaan bioinsektisida ini dinilai lebih ramah lingkungan dan tepat sasaran, serta tidak menghasilkan residu seperti pestisida kimia. Pada dasarnya bioinsektisida ini menggunakan bahan alami atau metabolit sekunder yang dihasilkan oleh organisme, seperti jamur, bakteri, virus dan tumbuhan. Zat alami ini beracun bagi beberapa organisme. Biosida ini aman bagi organisme non-target, manusia, dan lingkungan karena sistem bekerja pada target.

Fungsi bioinsektisida memiliki beberapa fungsi, antara lain; (1) repelen, yaitu menolak kehadiran serangga. Misalnya dengan bau yang menyengat, (2) antifidan, yaitu mencegah serangga memakan tanaman yang telah disemprot, (3) merusak perkembangan telur, larva, dan pupa, (4) racun syaraf, yaitu menghambat reproduksi serangga betina, (5) mengacaukan system hormone didalam tubuh serangga, (6) atraktan, yaitu pemikat kehadiran serangga yang dapat dipakai pada perangkap serangga, (7) mengendalikan pertumbuhan jamur atau bakteri. Bioinsektisida juga memiliki banyak keuntungan, antara lain; (1) aman, artinya tidak menimbulkan pencemaran lingkungan dan keracunan pada manusia maupun ternak, (2) tidak menyebabkan resistensi hama, (3) musuh alami bekerja secara selektif terhadap inangnya atau mangsanya, (4) bersifat permanen, untuk jangka waktu Panjang lebih murah, apabila keadaan lingkungan telah stabil atau telah terjadi keseimbangan antara hama dan musuh alaminya (Sunarno, 2012).

Di samping keunggulannya, bioinsektisida memiliki kelemahan antara lain; (1) hasilnya sulit diramalkan dalam waktu singkat, (2) diperlukan biaya yang cukup besar pada tahap awal baik untuk penelitian maupun untuk pengadaan sarana dan prasarana. (3) dalam hal pembiakan di laboratorium kadang – kadang menghadapi kendala karena musuh alami menghendaki kondisi lingkungan yang khusus dan (4) Teknik aplikasi dilapangan belum banyak yang dikuasai (Sunarno, 2012).

## 2.2.1. Pestisida Nabati

### 2.2.1.1. Pestisida Nabati Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.)

*Syzygium aromaticum* L. (Kelas *Dicotyledoneae*; keluarga *Myrtaceae*) merupakan tanaman keras atau tanaman tahunan. Tanaman cengkeh memiliki sifat yang khas karena semua bagian pohon mengandung minyak, mulai dari akar, batang, daun sampai bunga. Tanaman cengkeh selain menghasilkan bunga, juga menghasilkan limbah berupa gagang dan daun gugur. Daun cengkeh yang gugur sebagai bahan baku minyak atsiri daun cengkeh sekitar 2.368.043 ton/tahun dengan luas lahan 455.393 ha (Daryono, 2015).



Gambar 7. Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.)  
Sumber : Dokumen Pribadi, 2023

Daun cengkeh mempunyai ciri khas yang mudah dibedakan dengan daun tanaman yang lain. Daun cengkeh berwarna hijau atau hijau kemerahan, daun yang masih muda berwarna kuning kehijauan bercampur dengan warna kemerahan dan mengkilap, berbentuk bulat telur memanjang dengan bagian ujung dan pangkalnya menyudut, rata-rata mempunyai ukuran lebar 2 sampai 3 cm dan panjang daun tanpa tangkai berkisar 7,5 sampai 12,5 cm (Daryono, 2015).

Tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) memiliki kandungan minyak atsiri dengan jumlah yang cukup besar, baik dalam bunga, tangkai maupun daun (16 sampai 20%). Kandungan utama dari daun cengkeh adalah senyawa Fenolik, Tannin, Saponin dan Alkaloid. Daun cengkeh memiliki kandungan minyak atsiri 1 sampai 4% yang dapat dimanfaatkan sebagai obat. Pemisahan kandungan kimia dari bunga cengkeh, tangkai cengkeh dan daun cengkeh yang menunjukkan bahwa bunga cengkeh dan daun cengkeh mengandung Saponin, Alkaloid, Flavonoid, Glikosida, Tannin dan minyak atsiri sedangkan tangkai bunga cengkeh mengandung Saponin, Tannin, Alkaloid, Glikosida, Flavonoid dan minyak atsiri (Talahatu dan Papalaya., 2015).

Minyak atsiri dapat bersumber dari setiap bagian tanaman seperti daun, bunga, buah, biji, batang, kulit dan akar yang diisolasi melalui cara penyulingan. Proses penyulingan yang lazim digunakan yaitu direbus, dikukus atau menggunakan uap langsung bertekanan. Selain itu dapat pula dengan cara enfleurasi dan ekstraksi, namun hasilnya masih tercampur komponen lain seperti lemak, resin dan lain-lain. *Saponin* merupakan glikosida dalam tanaman yang sifatnya menyerupai sabun dan dapat larut dalam air. Istilah *saponin* diturunkan dari bahasa Latin '*Sapo*' yang berarti sabun, diambil dari kata *Saponaria Vaccaria*. *Saponin* dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan (Haditomo, 2010). Pengaruh *saponin* terlihat pada gangguan fisik serangga bagian luar (kutikula), yakni mencuci lapisan lilin yang melindungi tubuh serangga dan menyebabkan kematian karena kehilangan banyak cairan tubuh. *Saponin* juga dapat

masuk melalui organ pernapasan dan menyebabkan membran sel rusak atau proses metabolisme terganggu (Haditomo, 2010).

Tanaman cengkeh mengandung rendemen minyak atsiri dengan jumlah cukup besar, baik dalam bunga (10–20%), tangkai (5–10%) maupun daun (1–4%) (Nurdjannah, 2007). Minyak atsiri dari bunga cengkeh memiliki kualitas terbaik karena hasil rendemennya tinggi dan mengandung *eugenol* mencapai 80–90%. Kandungan minyak atsiri bunga cengkeh didominasi oleh *eugenol* dengan komposisi *eugenol* (81,20%), *trans-β-kariofilen* (3,92%), *α-humulene* (0,45%), *eugenol asetat* (12,43%), *kariofilen oksida* (0,25%) dan *trimetoksi asetofenon* (0,53%) (Prianto *dkk.*, 2013).

*Eugenol* (C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>) adalah turunan guaiacol dengan rantai alil tambahan yang dikenal sebagai nama IUPAC 2-metoksi-4-(2-propenil) fenol. *Eugenol* dapat diklasifikasikan ke dalam keluarga *allybenzene* yang merupakan senyawa fenol. *Eugenol* berwarna bening (transparan) hingga kuning pucat kental seperti minyak. *Eugenol* sedikit larut dalam air, tetapi lebih larut dalam pelarut organik (Nurdjannah, 2007). Minyak cengkeh mengandung *eugenol* sebagai bahan aktif utama untuk pengendalian hama tanaman (OPT), dan minyak cengkeh juga mengandung *alkaloid*, *tannin*, *saponin*, dan *flavonoid*. Senyawa *eugenol* memiliki aktivitas farmakologis sebagai analgesik, antiinflamasi, antibakteri, antivirus, antifungal, antiseptic, antispasmodik, antiemetic, stimulant, anestetik lokal sehingga senyawa ini banyak digunakan dalam industri farmasi. Demikian pula salah satu turunan senyawa *eugenol* yaitu *isoeugenol* dapat digunakan sebagai bahan baku obat antiseptik dan analgesic (Talahatu & Papilaya, 2015).

*Eugenol* dapat mempengaruhi susunan saraf yang khas dipunyai serangga dan tidak terdapat pada hewan berdarah panas. Tanaman cengkeh diketahui mengandung minyak atsiri jenis *eugenol* yang aromanya tidak disenangi lalat (Indriasi, 2015).

*Flavonoid* adalah salah satu jenis senyawa yang bersifat racun/aleopati, merupakan persenyawaan dari gula yang terikat dengan *flavon*. *Flavonoid* mempunyai sifat khas yaitu bau yang sangat tajam, rasanya pahit, dapat larut dalam air dan pelarut organik, serta mudah terurai pada temperatur. *Flavonoid* punya sejumlah kegunaan. Pertama, terhadap tumbuhan, yaitu sebagai pengatur tumbuhan, pengatur fotosintesis, kerja antimikroba dan antivirus. Kedua, terhadap manusia, yaitu sebagai antibiotik terhadap penyakit kanker dan ginjal. Ketiga, terhadap serangga, yaitu sebagai daya tarik serangga untuk melakukan penyerbukan. Keempat, kegunaan lainnya adalah sebagai bahan aktif dalam pembuatan insektisida nabati (Haditomo, 2010).

*Tanin* merupakan polifenol tanaman yang larut dalam air dan dapat menggumpalkan protein. Apabila tanin kontak dengan lidah maka reaksi pengendapan protein ditandai dengan rasa sepat atau astringen. *Tanin* terdapat pada berbagai tumbuhan, berperan sebagai pertahanan tumbuhan dengan cara menghalangi serangga dalam mencerna makanan. *Tanin* dapat menurunkan kemampuan mencerna makanan dengan cara menurunkan aktivitas enzim pencernaan (protease dan amilase) serta mengganggu aktivitas protein usus. Serangga yang memakan tumbuhan dengan kandungan tanin tinggi akan memperoleh sedikit makanan, akibatnya akan terjadi penurunan pertumbuhan.

Respon jentik terhadap senyawa ini adalah menurunnya laju pertumbuhan dan gangguan nutrisi (Haditomo, 2010).

Menurut sebuah studi oleh Balfas & Mardiningsih (2017), konsentrasi 5% minyak daun cengkeh (MCD) dapat meningkatkan kematian *Planococcus minor* hampir 90%. Safirah *dkk* (2016) menyebutkan, ekstrak bunga cengkeh 30% mampu menyebabkan mortalitas *Spodoptera litura* sebesar 70%. Bate (2019) juga menyebutkan bahwa, ekstrak daun cengkeh 30% yang diaplikasi di lapangan dapat mengendalikan *Spodoptera litura* sebesar 66,75%. Bhat dan Kempraj (2009) melaporkan bahwa minyak daun cengkeh memiliki nilai LC<sub>50</sub> dan LC<sub>95</sub> masing – masing sebesar 5,30 mg/ml dan 7,03 mg/ml untuk *Aedes albopictus*. Selain itu, jika konsentrasi minyak cengkeh 0,5% *Crocidolomia pavonana* 34% pada 72 jam setelah aplikasi (Balfas & Mardiningsih, 2017).

#### 2.2.1.2. Pestisida Nabati Kemangi (*Ocimum basilicum* L.)

Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) yaitu sayuran yang memiliki jenis aroma yang khas. Tanaman kemangi dikenal sebagai sayuran lalapan segar. Tanaman kemangi disebut tanaman liar karena dapat tumbuh di suatu tempat ataupun tanah yang terbuka maupun sedikit teduh serta tidak kuat apabila keadaan kering. Bisa tumbuh kurang lebih 300 m pada permukaan laut. Kemangi termasuk herba tegak maupun semak, tajuk membulat, bercabang banyak, batang berkayu, memiliki bulu berwarna hijau dan sangat harum dengan tinggi 0,3 – 1,5 m. Batang pokok berwarna hijau sering keunguan. Daun tunggal yang berhadapan serta tersusun dari bawah ke atas. Buahnya memiliki bentuk kotak, berwarna coklat tua,



tegak serta tertekan dengan ujung membentuk kait yang melingkar. Akar tunggang serta berwarna putih kotor (Larasati, 2020).



Gambar 8. Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.)  
Sumber : Dokumen Pribadi, 2023

Bunga pada tanaman kemangi ini tersusun di tangkai bunga yang tegak, warnanya putih dan berbau sedikit wangi. Kelopaknya berbentuk bibir, dengan rambut kelenjar di bagian luar, berwarna ungu atau hijau, dan berpartisipasi dalam pembentukan buah. Mahkota bunga putih dan benang sari yang disisipkan terletak di dasar mahkota, dan putiknya bercabang dua. (Larasati, 2020). Buahnya tegak, berwarna coklat tua, berbentuk kotak serta letaknya tertekan dengan ujung kait melingkar serta kelompok buahnya memiliki panjang 6 – 9 mm, bijinya memiliki warna coklat tua dengan ukuran kecil yang bertipe keras. Setiap buah memiliki sebanyak empat biji. Akar tunggang berwarna putih kotor (Larasati, 2020).

Menurut (Zahra, 2017) mengatakan bahwa “Tanaman Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) berasal dari India dan Cina yang memiliki kondisi iklim menguntungkan, tetapi umumnya dibudidayakan pada negara tropis dan beriklim sedang, seperti di Asia, Afrika, Amerika Tengah dan Selatan”. Tanaman kemangi ini banyak dibudidayakan di Eropa bagian Selatan, Mesir, Maroko, California dan Indonesia dapat ditemukan di daerah Sumatera, Jawa dan Maluku. Tanaman

kemangi sangat mudah dibudidayakan di daerah dataran rendah maupun dataran tinggi. Menurut (Larasati, 2020) “Tanaman kemangi bisa tumbuh optimal di ketinggian 500 – 2000 mdpl ataupun daerah dataran tinggi. Selain itu, tanaman kemangi banyak tumbuh di pinggir jalan, lahan, hutan, jati dan tempat-tempat terbuka di permukaan, dan menyukai tempat yang banyak sinar matahari”.

*Ocimum basilicum* L. di pulau Jawa mulai tumbuh dari daratan rendah sampai pada ketinggian 450 m di bawah permukaan laut. Tanaman ini bahkan dibudidayakan hingga ketinggian 1.100 m. *Ocimum basilicum* L. dapat tumbuh baik pada tanah subur dan mengandung nitrogen tinggi, toleran pada pH 4,3 - 8,4 dan optimum pada pH 5,5 – 6,5, serta suhu antara 5 - 30°C (Wicaksono *dkk.*, 2013).

Sejak zaman dahulu, masyarakat Indonesia telah mengenal tanaman obat dan memanfaatkannya untuk mengatasi masalah kesehatan. Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) merupakan anggota famili Lamiaceae yang berarti kelompok tanaman dengan bunga berbibir. Sedangkan nama genus tanaman ini adalah *Ocimum* yang artinya tanaman beraroma. Adapun taksonomi dari tanaman *Ocimum basilicum* L. (kemangi) yaitu; Kingdom: Plantae, Divisi: Spermathopyhta, Kelas: Dicotyledonae, Ordo: Lamiales, Famili: Lamiaciae, Genus: *Ocimum*, Spesies: *Ocimum basilicum* Linn.

Nama lokal: Kemangi. Tanaman kemangi dikenal dengan nama yang berbeda di berbagai daerah. Kemangi juga dikenal diberbagai daerah sebagai lampas, ruku–ruku, ruruku (indonesia); balakama (Manado); kemangi utan (Melayu); Kemangen lempes (Jawa); kemanghi, ko-roko (Madura); uku – uku (Bali), dan lufe – lufe (Ternate). (Kurniasih, 2014).

Menurut penelitian yang telah dilakukan terhadap kemangi, menunjukkan bahwa kemangi efektif sebagai analgesik, anti-amnesik, dan nootropic, anthelmintik, antibakteri, anti-katarak, anti fertilitas, anti hiper lipidemi, anti inflamasi, antimalaria, antilipid peroksidatif, anti oksidan, antistress, antithyroid, antitusif, anti ulkus, kemo protektif, penyakit kulit, penyakit diabetes, imunomodulator, radioprotektif, aktivitas hipoglikemik, aktivitas hipotensif, dan anti kanker (Nurmashita, 2015).

Daun kemangi mengandung senyawa kimia seperti alkaloid, saponin, flavonoid, tannin, minyak atsiri, karbohidrat, fitosterol, senyawa fenolik, lignin, pati, terpenoid dan antrakuinon. Komponen utama kemangi adalah minyak atsiri yang terkandung di dalam daun dan bagian yang tumbuh di tanah. Minyak atsiri mengandung senyawa aktif yang dapat diidentifikasi dengan analisis GC-MS; *p-cymene, 1,8-cineole, linalool,  $\alpha$ -terpineol, eugenol, germacrene-D* (Larasati, 2020 dan Zahra, 2017).

*Minyak atsiri* adalah minyak yang mudah menguap. Minyak esensial yang ditemukan dalam daun kemangi adalah senyawa yang paling kuat. Secara umum, minyak atsiri dibagi menjadi dua komponen yaitu golongan hidrokarbon dan golongan hidrokarbon teroksigenasi. Senyawa – senyawa turunan hidrokarbon teroksigenasi (febol) tidak terbentuk karena memiliki efek antibakteri yang menghambat proses pembentukan membrane dan dinding sel. Hal ini dapat terjadi karena minyak atsiri memiliki gugus hidroksil dan ikatan hydrogen selama proses penyerapan (Zahra, 2017).

*Alkaloid* memiliki efek antibakteri dengan mengganggu komponen penyusun peptidoglikan sel bakteri sehingga menyebabkan lapisan sel bakteri tidak terbentuk sempurna dan menyebabkan kematian sel pada bakteri tersebut. Senyawa *flavonoid* berperan sebagai antibakteri dengan cara merusak membran sel bakteri dari gugus fosfolipid, sehingga menurunkan permeabilitas yang mengakibatkan bakteri mengalami kerusakan (Nurmashita, 2015). Selain itu, *flavonoid* yang terkandung dalam daun kemangi adalah apeginin, salah satu golongan flavon yang dapat digunakan sebagai anti radikal bebas (Erviana, 2016). *Saponin* merupakan suatu glikosida alami yang terikat pada steroid atau triterpen. *Saponin* berperan sebagai agen antibakteri melepas komponen penting bakteri seperti protein, asam nukleat dan nukleotida serta melisis bakteri (Nuzulia, 2017). Masuknya *tannin* dalam ekstrak dapat mengganggu sintesis peptidoglikan dan menyebabkan pembentukan dinding sel bakteri menjadi tidak sempurna. Selain itu, senyawa *tannin* memiliki kemampuan untuk membentuk senyawa kompleks dengan protein melalui ikatan hidrogen sehingga menyebabkan terjadinya denaturasi protein ketika pH mendekati titik isoelektrik. Protein disimpan, enzim tidak aktif, metabolisme terhambat, dan sel bakteri rusak (Nurmashita, 2015 dan Nuzulia, 2017).

Tanaman kemangi terdapat kandungan minyak atsiri, *tannin*, *flavonoid* dan *saponin* yang tersebar di seluruh bagian daun yang menjadi tidak disukai oleh hewan pemangsa dan hama. Senyawa metabolit sekunder berpotensi faktor pengusir serangga yang berfungsi sebagai racun kontak berupa minyak atsiri, *tannin*, *saponin* dan *flavonoid*. Racun kontak langsung bekerja ketika terjadi kontak langsung yang masuk melalui trakea (sistem pernapasan serangga) atau dapat

terserap melalui kulit dapat langsung merusak fungsi sel serangga pada saat pemberian biopestisida atau residu setelah penyemprotan (Bate, 2019).

Menurut Kartika dan Anah (2014), flavonoid dan saponin yang ada pada *Ocimum basilicum* L. memiliki daya insektisida dan larvisida. Senyawa saponin bersifat larvisida dengan menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus larva sehingga dinding tractus menjadi korosif. Sedangkan flavonoid merupakan senyawa yang bersifat toksis terhadap serangga. Selain itu Penelitian Juwitawati, (2007) melaporkan bahwa minyak atsiri daun *Ocimum basilicum* L. menunjukkan daya bunuh terhadap larva *Aedes aegypti*.

Menurut Ramayanti dkk., (2017) ekstrak daun kemangi yang dijadikan biopestisida lebih aman dalam penggunaannya dibandingkan pestisida kimia. Beberapa penelitian terdahulu yang mendasari penelitian tentang potensi senyawa pada daun kemangi yang bersifat bioinsektisida juga pernah dilakukan oleh Ramayanti dkk., (2017) yang diuji pada kematian hama yang berbeda yaitu Nyamuk *Aedes aegypti* dengan cara merusak sistem pernafasan kemudian akan menimbulkan gangguan pada syaraf yang mengakibatkan kematian pada nyamuk. Efektifitas ekstrak daun kemangi terhadap larva nyamuk *Anopheles aconitus* diperoleh nilai KL50 konsentrasi 0,93%. Menurut Daroini dkk., (2015) selain merusak sistem pernafasan potensi ekstrak daun kemangi dapat merusak mukosa kulit pada hama yang dilakukan pengujian terhadap Lalat *Musca domestica*. Dalam hal ini diperlukan suatu inovasi baru dalam produksi biosida, khususnya daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.).

Iffah *dkk.*, (2008) menjelaskan, daun kemangi memiliki senyawa bioaktif seperti *flavonoid*, *saponin*, *steroid* dan *tanin*. Konsentrasi ekstrak 30% daya hambat bakteri yang lebih tinggi di bandingkan dengan konsentrasi ekstrak 20% dan 25%. Semakin tinggi ekstrak kemangi yang digunakan maka semakin tinggi zat bioaktif di dalam kemang yang bekerja. Penelitian lain mengenai daun kemangi yang dilakukan oleh (Angelina *dkk.*, 2015) sebagai antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* hasil uji efektifitas antibakteri ekstrak *Ocimum sanctum* dengan variasi konsentrasi 20%, 40%, 60%, 80%, 100% dan control positif menunjukkan adanya aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

### 2.2.2. Pestisida Mikroba

Cendawan entomopatogen merupakan jenis bioinsektisida yang dapat menginfeksi serangga inang dengan cara menginvasi tubuh serangga inang melalui kulit, saluran pencernaan, spirakel, dan lubang lainnya. Inokulum cendawan yang menempel pada tubuh serangga inang akan berkecambah dan berkembang, membentuk tunas kemudian menembus kulit tubuh. Osmosis terjadi secara mekanis atau kimiawi dengan membuang semua jaringan tubuh, membunuh serangga. Miselium cendawan menginvasi tubuh inang dan tubuh menutupi tubuh inang dan menghasilkan konidia (Herdatiarni *dkk.*, 2014).

Cendawan entomopatogen merupakan cendawan heterotrofik, dan karena sifatnya heterotrofik, cendawan entomopatogen hidup sebagai parasit pada serangga. Konidia atau hifa cendawa entomopatogen dapat menginfeksi pada berbagai bagian tubuh serangga, dan tergantung pada jenis cendawan yang

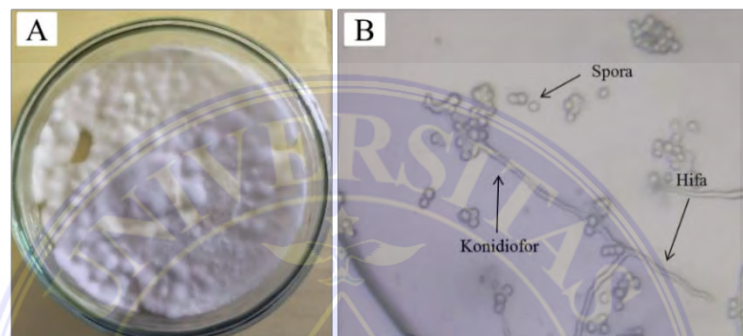
menyerang serangga, tubuh serangga akan berbentuk seperti mumi dan hifa yang muncul dari tubuh serangga. Infeksi cendawan entomopatogen umumnya dapat disebabkan oleh invasi kulit serangga. Cendawan entomopatogen, keragaman isolate, kepadatan spora, kualitas media tumbuh, jenis hama yang dikendalikan, umur stadia hama, waktu penyemprotan, frekuensi penyemprotan, dan faktor lingkungan yang meliputi sinar ultraviolet (UV), curah hujan, dan kelembaban (Aayudya *dkk.*, 2019).

Herdatiarni *dkk* (2014) terjadi empat tahap cendawan entomopatogen dalam menyerang serangga inang yaitu, (1) inokulasi, yaitu terjadi kontak antara propagule cendawan (misalnya konidia) dengan tubuh serangga inang; (2) cendawa entomopatogen masuk ke tubuh serangga melalui kulit, saluran pencernaan, spirakel, dan lubang alami lainnya; (3) selanjutnya, cendawan yang menempel pada tubuh serangga akan berkecambah dan berkembang membentuk tabung kecambah; (4) kemudian masuk menembus kutikula yang dilakukan secara mekanis atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim atau toksin; (5) cendawan akan berkembang di dalam tubuh inang dan menembus keluar tubuh inang, kemudian tumbuh dan menutupi tubuh inang dan selanjutnya akan memproduksi konidia.

Pengendalian hayati menggunakan cendawan entomopatogen memiliki banyak keunggulan dibandingkan penggunaan insektisida sintesis. Manfaat tersebut diantaranya yaitu relative aman bagi lingkungan sehingga sangat kecil untuk terjadinya resistensi, relatif lebih mudah untuk diproduksi, biaya yang dikeluarkan lebih murah, dan reproduksinya tinggi. Perbedaan antara penggunaan cendawan entomopatogen dengan organisme pathogen serangga lainnya adalah

dengan cara infeksi. Cendawan entomopatogen menginfeksi serangga dengan cara masuk atau menempel pada kutikula atau lubang alami lainnya pada serangga, sedangkan entomopatogen selain jamur, seperti *Bacillus thuringiensis* akan menginfeksi serangga sasaran melalui proses termakan terlebih dahulu (Septiana, 2015).

### 2.2.2.1. Cendawan *Beauveria bassiana*



Gambar 9. Biakan *Beauveria bassiana* umur 14 hari aplikasi pada media PDA  
(a) Isolate *Beauveria bassiana* dalam media PDA,  
(b) *Beauveria bassiana* dengan perbesaran 400x  
Sumber : Dokumen Pribadi, 2023

Susanto (2007), Menurut *ciptaan* Alexopoulos dan Blacwell (1962) cendawan *Beauveria bassiana* diklasifikasikan, Kingdom: Mycota, Division: Mastigomycatae, Classis: Sordariomycetes, Ordo: Hypocreales, Familia: Moniliaceae, Genus: *Beauveria* dan Spesies: *Beauveria bassiana* Bals.

*Beauveria bassiana* adalah cendawan mikroskopik berbentuk benang – benang halus (hifa), kemudian hifa – hifa tadi membentuk koloni yang disebut miselia, cendawan ini tidak dapat memproduksi makanan sendiri, oleh karena itu ia bersifat parasit terhadap serangga inangnya. Cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dapat diperoleh dari tanah terutama pada bagian atas (top soil) 5-15 cm dari permukaan tanah, karena pada horizon ini diperkirakan banyak terdapat inokulum *Beauveria bassiana*. *Beauveria bassiana* memiliki koloni berwarna



putih, hifa pendek, dan bentuk spora bulat. Konidiofor memiliki bagian fertil yang bercabang dengan bentuk zig-zag dan di ujungnya terbentuk konidia yang mirip bola. Konidia memiliki dinding yang licin, diameter 2-3  $\mu\text{m}$ , dan bersifat hidrofob. Hifa hialin, berbentuk massa yang berwarna putih atau kuning pucat, namun kadang berwarna merah muda atau kemerahan. *Beauveria bassiana* berasal dari kingdom Fungi, filum *Ascomycota*, kelas *Sordariomycetes*, ordo *Hypocreales*, famili *Clavicipitaceae*, dan genus *Beauveria*, habitat *Beauveria bassiana* secara alami terdapat didalam tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah, seperti kandungan bahan organik, suhu, kelembapan, kebiasaan makan, cendawan akan berkembang dalam tubuh inang dan menyerang seluruh jaringan tubuh, sehingga serangga mati, miselia cendawan menembus keluar tubuh inang, tumbuh menutupi tubuh inang dan memproduksi konidia, namun apabila keadaan kurang menguntungkan perkembangan cendawan hanya berlangsung didalam tubuh inang, selain itu *Beauveria bassiana* juga memiliki manfaat lainnya, sebagai pengendali serangga hama ramah lingkungan dan selektif, tidak meninggalkan residu berbahaya pada hasil produksi dan tidak merusak lingkungan (Ikawati, 2017).

Gejala awal yang terlihat pada serangga yang terinfeksi *Beauveria bassiana* yaitu serangga menjadi lemah, kepekaan dan aktivitas makan menjadi berkurang sehingga pada akhirnya serangga akan mati. Serangga yang mati karena terinfeksi menunjukkan gejala berupa terdapat bercak kehitaman atau bercak berwarna gelap pada kulit yang disebabkan oleh penetrasi cendawan pada kutikula serangga, bila kondisi lingkungan cukup lembab maka pada permukaan tubuh akan ditumbuhi miselium cendawan yang berwarna putih sehingga menutupi tubuh serangga (Vega

dkk., 2007). *Beauveria bassiana* masuk ketubuh serangga inang kulit, saluran pencernaan, spirakel dan lubang lainnya. Inokulum cendawan yang menempel pada tubuh serangga inang akan berkecambah kemudian masuk menembus kulit tubuh, penembusan dilakukan secara mekanis dan kimiawi dengan mengeluarkan enzim dan toksin. Cendawan akan berkembang dalam tubuh inang dan menyerang seluruh jaringan tubuh, sehingga serangga mati. Serangga yang telah terinfeksi *Beauveria bassiana* selanjutnya akan mengkontaminasi lingkungan, baik dengan cara mengeluarkan spora menembus kutikula keluar tubuh inang, maupun melalui fesesnya yang terkontaminasi, serangga sehat kemudian akan terinfeksi. Miselia cendawan menembus keluar tubuh inang, tumbuh menutupi tubuh inang dan memproduksi konidia, namun apabila keadaan kurang menguntungkan perkembangan cendawan hanya berlangsung didalam tubuh inang (Soetopo & Indrayani, 2007). *Beauveria bassiana* merupakan spesies cendawan yang sering digunakan untuk mengendalikan serangga. *Beauveria bassiana* menghasilkan racun (toksin) yang dapat mengakibatkan paralisis secara agresif pada larva dan imago serangga (Rohman dkk., 2017). Hal ini sesuai dengan Karolina dkk (2008) yang menyatakan bahwa gejala serangan pada serangga yang terinfeksi *Beauveria bassiana* terlihat nafsu makan larva berkurang mengakibatkan larva menjadi kurang aktif, kemudian kaku dan diikuti perubahan warna tubuh karena dinding tubuhnya telah ditutupi oleh hifa yang berwarna putih, kemudian suhu juga sangat berperan penting dalam penginfeksi inangnya.

*Beauveria bassiana* sebagai biopestisida dapat diproduksi menggunakan media cair maupun padat. Pada kebanyakan menggunakan media cair (*diphasic liquid*) yang diperoleh berupa miselia dan blastospora, sementara kebanyakan pada media padat akan diperoleh konidia. Produksi konidia umumnya digunakan sebagai bahan formulasi dalam bentuk tepung atau butiran (*granule*), formulasi dengan larutan minyak atau dalam bentuk lainnya. *Beauveria bassiana* berkembang biak secara aseksual dengan membentuk konidia udara pada permukaan media padat melalui kebanyakan hifa, kemudian terbentuk pialid dan konidia. Konidia udara (*aerial conidial*) umumnya paling banyak digunakan sebagai agens pengendalian hayati sebab lebih toleran terhadap berbagai faktor dan lebih tahan lama (Gouli *dkk.*, 2014). Konidia udara mengandung lapisan tertentu yang menghasilkan sifat hidrofobik. Sementara blastospora yang diproduksi dalam media cair bersifat hidrofilik sehingga mudah berkecambah dan banyak yang kurang efektif jika diaplikasikan di lapangan (Chinnadurai dan Ganesh 2013).

Produksi *Beauveria bassiana* dalam media cair dengan pH 6,0 sangat virulen karena dapat membunuh serangga sasaran (*Spodoptera litura*) hingga mencapai 92% (Ayudya *dkk.*, 2019). Selanjutnya, Pham *dkk* (2018) melaporkan bahwa pH optimum untuk produksi jamur cendawan *Beauveria bassiana* berkisar 5,2. Namun menurut Mishra dan Malik (2013), *Beauveria bassiana* yang diproduksi pada media tumbuh mengandung glukose pada pH 7,0 dinilai paling optimum karena mampu membunuh serangga dewasa *Musca domestica* 100%, larva 75%, dan pupa 96%. Produksi konidia *Beauveria bassiana* pada tubuh serangga maupun di media alami berkembang pesat sehingga dengan kumpulan

konidia cepat menyebar di alam. *Beauveria bassiana* mudah ditumbuhkan dan dikembangkan menggunakan media alami, baik yang kaya nutrisi maupun bahan sederhana. Oleh karena itu, *Beauveria bassiana* banyak dikembangkan sebagai agens hayati untuk pengendalian berbagai jenis hama bagi oleh para petani maupun kelompok tani karena tidak memerlukan peralatan yang mahal (Zafar *dkk.*, 2016). Perbanyak cendawan *Beauveria bassiana* menggunakan media alami, contohnya dari beras jagung, sekam, serbuk gergaji atau bahan lainnya yang umumnya dapat dipanen dan diaplikasikan setelah berumur minimal 14 hari di dalam media biakan (Latifian *dkk.*, 2013).

Proses infeksi *Beauveria bassiana* pada serangga inang terjadi melalui empat tahapan yaitu: inokulasi, germinasi, penetrasi, diseminasi, dan kolonisasi. Tahap inokulasi adalah proses kontak antara organ infeksi dengan integumen serangga inang. Organ infeksi cendawan *Beauveria bassiana* adalah konidia sehingga pada waktu aplikasi dilapangan, suspensi konidia yang diaplikasikan harus kontak dengan organ tubuh serangga khususnya lapisan integumen. Selanjutnya, konidia menempel pada integumen serangga, pada proses tersebut diperlukan bahan perekat agar konidia sebagai organ infeksi melekat pada integumen. Bahan perekat dapat berfungsi untuk meningkatkan proses penempelan konidia karena faktor eksternal dari pengaruh lingkungan yang kurang mendukung, seperti angin, dan air hujan yang dapat menggagalkan proses inokulasi (Acheampong *dkk.*, 2020). Sedangkan bahan pelindung berupa asam humat 10% dapat mempertahankan persistensi konidia *Beauveria bassiana* di atas 87% setelah terpapar dengan sinar UV selama tujuh hari dan pelindung dari minyak wijen dapat

mempertahankan konidia sebesar 73%. Kondisi tersebut disebabkan sinar UV merupakan faktor pembatas keberhasilan pengendalian hayati menggunakan konidia *Beauveria bassiana* (Hemalatha *dkk.*, 2017). Tahap kedua adalah germinasi. Konidia membentuk tabung kecambah (*germ tube*) sehingga memerlukan kelembaban yang cukup tinggi hingga di atas 90%. Beberapa senyawa seperti protein, karbon, asam amino, dan fenol yang terdapat pada lapisan integumen diperlukan konidia sebagai stimulan untuk membentuk kecambah. Konidia yang berkecambah berkembang membentuk apresorium dan menghasilkan enzim protease, kitinase, dan lipase yang berfungsi sebagai pendegradasi lapisan integumen. Menurut Svedese *dkk* (2013) bahwa enzim protease Pr1 dan Pr2 akan terbentuk melimpah pada rentang waktu sekitar 24 jam setelah proses inokulasi. Namun, beberapa peneliti lain menyebutkan bahwa enzim pendegradasi lapisan integumen dari cendawan entomopatogen terbentuk berkisar 8-10 jam setelah aplikasi. Rentang waktu yang dibutuhkan konidia untuk berkecambah dan memproduksi enzim sangat tergantung pada faktor internal yang ditentukan isolat dan nutrisi media tumbuh pada waktu perbanyakan, sedangkan faktor eksternal terdiri dari temperatur, kelembaban, stadia serangga inang maupun pengaruh pestisida sintetik seperti indoxacarb, profenophos, dan methyldemonton berdampak negative terhadap pertumbuhan *Beauveria bassiana* (Mwanburi *dkk.*, 2015). Tahap ketiga yaitu proses penetrasi. Pada saat tersebut cendawan membentuk blastospora pada ujung apresorium atau haustorium dan siap untuk menembus lapisan kutikula serangga yang selanjutnya terbentuk hifa primer di dalam tubuh serangga. Tahap selanjutnya adalah diseminasi, blastospora memproduksi berbagai jenis toksin

antara lain: *beauvericin*, *beaverolide*, *bassianin*, *bassianolide*, *bassiacridin*, *tenelin*, dan *cyclosporin* yang beredar di dalam darah serangga (*hemolymph*) sehingga mengakibatkan terjadinya peningkatan pH darah serangga dan terganggunya sistem syaraf yang membuat serangga enggan bergerak maupun nafsu makan turun dan diakhiri dengan kematian. Cendawan membentuk hifa sekunder yang digunakan untuk menyerang seluruh jaringan di dalam tubuh serangga. Kematian serangga umumnya terjadi sebelum hifa sekunder menyebar ke seluruh jaringan tubuh atau kurang lebih tiga sampai dengan empat hari setelah aplikasi (Saranraj dan Jayaprakash 2017).

Periode waktu yang dibutuhkan cendawan entomopatogen untuk kematian serangga tergantung dari virulensi isolat, faktor serangga yang terdiri umur/stadia maupun proses ganti kulit (*moulting*), dan faktor lingkungan seperti temperatur, kelembaban, dan angin. Temperatur dan kelembaban merupakan dua faktor yang cukup berperan dalam menentukan keberhasilan cendawan mengkolonisasi tubuh serangga inang. Temperatur yang terlalu tinggi (di atas 35°C) berdampak negatif terhadap proses pertumbuhan dan kolonisasi cendawan (Alali *dkk.*, 2019). Sementara itu, angin diperlukan untuk menyebarkan kumpulan konidia yang sudah terbentuk pada permukaan tubuh serangga yang sudah mati ke serangga inang lain. Tahap terakhir adalah kolonisasi. Miselium cendawan mulai mengkolonisasi seluruh jaringan di dalam tubuh inang dan berakhir dengan pembentukan organ reproduksi yaitu konidia. Kolonisasi miselia cendawan dimulai pada saat sumber makanan (*haemolymph*) di dalam tubuh serangga telah habis diabsorpsi dan digunakan oleh cendawan, pada waktu tersebut miselium cendawan menembus ke

luar integumen serangga. Miselium berkembang cepat dengan mengkolonisasi seluruh permukaan tubuh serangga selanjutnya permukaan tubuh serangga dipenuhi dengan miselia berwarna putih sehingga serangga berbentuk seperti mumi (mummification). Kolonisasi miselia *Beauveria bassiana* pada permukaan tubuh serangga tersebut terdiri dari kumpulan miselium dan konidia cendawan. Kumpulan konidia pada permukaan tubuh serangga tersebut berfungsi sebagai inokulum potensial untuk infeksi ke serangga inang lain (Dhar *dkk.*, 2016).

*Beauveria bassiana* merupakan salah satu jenis cendawan entomopatogen yang memiliki kisaran inang (spektrum) cukup luas dari berbagai jenis hama tanaman pangan, hortikultura maupun hama tanaman perkebunan yang termasuk dalam ordo Coleoptera, Homoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Isoptera, Diptera, Orthoptera, Hymenoptera, Odonata, dan Thysanoptera. Moorthi *dkk* (2015) melaporkan bahwa cendawan *Beauveria bassiana* sangat toksik dalam membunuh ulat grayak *Spodoptera litura* yang merupakan salah satu jenis serangga dari Ordo Lepidoptera. Menurut laporan Zafar *dkk* (2016) bahwa *Beauveria bassiana* efektif membunuh kutu kebul (*Bemisia tabaci*) (Homoptera: Aleyrodidae), baik stadia telur, nimfa, maupun imago. Sementara itu, Popoola *dkk* (2015) menyatakan bahwa *Beauveria bassiana* juga efektif membunuh penggerek biji jagung *Prostephanus truncates* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). Selain itu, *Beauveria bassiana* juga toksik terhadap hama aphid yang sangat merugikan berbagai jenis tanaman (Shrestha *dkk.*, 2015). *Beauveria bassiana* juga efektif membunuh hama rayap *Captotermes gastroi* (Isoptera: Rhinotermitidae) yang merusak tanaman perkebunan maupun perangkat rumah tangga (Ramdhania *dkk.*, 2016).

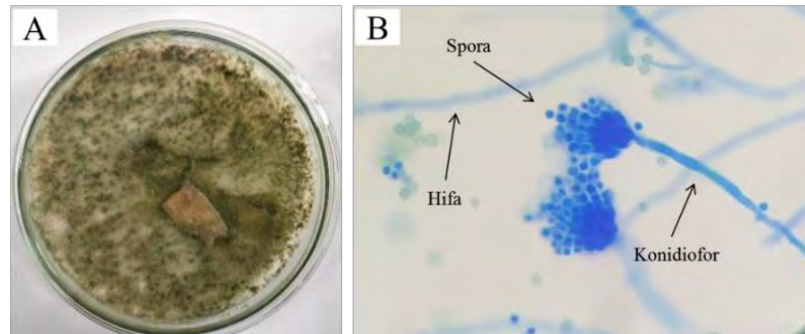
Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa cendawan *Beauveria bassiana* efektif dalam mengendalikan serangga. Prasasya (2008) menyatakan bahwa penggunaan cendawan *Beauveria bassiana* dengan tiga konsentrasi cendawan dengan kerapatan  $10^5, 10^6, 10^7$  yang diaplikasikan secara langsung ke tubuh *Phragmatocea castanae* di laboratorium menunjukkan Tingkat kematian sebesar 100% pada konsentrasi kerapatan konidia  $10^7$  pada 10 hari setelah aplikasi. Menurut penelitian Tanjung dkk (2011) menyatakan bahwa persentase mortalitas hama *Hypothenemus hampei* ditemukan dipengaruhi oleh konsentrasi tinggi dan rendahnya inokulum *Beauveria bassiana*. Penelitian dengan *Beauveria bassiana* dengan konsentrasi spora 0,10g/l; 0,20g/l; 0,30g/l; dan 0,40g/l air dalam bentuk tepung bubuk spora yang diaplikasikan pada imago *Hypothenemus hampei* menghasilkan persentase kematian sebesar 50–71,77%. Sebaliknya menurut penelitian Sari (2014) menyatakan bahwa dengan konsentrasi *inoculum* 5g/l, 10g/l, 15g/l, dan 20g/l yang diaplikasikan langsung ke tubuh *Hypothenemus hampei* menunjukkan tingkat mortalitas sebesar 85 – 100%.

Penelitian lain menunjukkan bahwa pemberian suspensi *Beauveria bassiana* dengan dosis 50 g/liter dan 60 g/liter terhadap *Tirathaba mundella* mengakibatkan kematian total 5 hari setelah aplikasi. Analisis mortalitas menunjukkan bahwa pengaruhnya sangat nyata pada hari ke 5 dan waktu kematian 100% terjadi pada semua sampel tandan kelapa sawit setelah 5 HSA (Hanafia dkk., 2019).



Hasil penelitian yang dilakukan oleh Daud *dkk* (2020) bahwa Infeksi *Beauveria bassiana* mempengaruhi pertumbuhan larva *Ostrinia furnacalis* secara berbeda, tergantung pada larva instar dan konsentrasi spora yang diterapkan pada jagung. Infeksi *Beauveria bassiana* juga mempengaruhi umur panjang *Ostrinia furnacalis*. Pemberian larva pada tanaman yang diinokulasi *Beauveria bassiana* memiliki umur yang jauh lebih pendek dari pada kontrol. Secara umum, semakin tinggi dosis *Beauveria bassiana* dikonsumsi, semakin pendek umur panjang *Ostrinia furnacalis*. Sementara itu, Daud *dkk* (2020) juga mengemukakan larva yang lebih muda akan lebih rentan terhadap infeksi *Beauveria bassiana*. Larva instar pertama dan kedua mati saat makan dari jagung yang terinfeksi *Beauveria bassiana*. Beberapa laporan menyebutkan bahwa sebagian besar cendawan entomopatogen memiliki enzim kitinase yang cukup besar sehingga sangat toksik dalam merendahkan dinding integumen serangga. Larva instar 1 dan 2 memiliki kutikula yang lebih tipis dibandingkan dengan larva instar 3, 4 dan 5 sehingga larva 1 dan 2 lebih rentan terhadap degradasi *Beauveria bassiana*.

### 2.2.2.2. Cendawan *Metarhizium anisopliae*



Gambar 10. Biakan *Metarhizium anisopliae* umur 14 hari aplikasi pada media PDA  
(a) Isolate *Metarhizium anisopliae* dalam media PDA,  
(b) *Metarhizium anisopliae* dengan perbesaran 400x  
Sumber : Dokumen Pribadi, 2023

Klasifikasi cendawan *Metarhizium anisopliae* menurut Alexopoulos *dkk* (1996) dalam Windarti (2010) yaitu: Kingdom: Mycetes, Divisio: Amastigomycotina, Classis: Deuteromycetes, Ordo: Moniliales, Familia: Moniliaceae, Genus: *Metarhizium*, Species: *Metarhizium anisopliae*.

*Metarhizium anisopliae* merupakan salah satu cendawan entomopatogen yang tergolong dalam divisi Deuteromycotina: Hyphomycetes. Cendawan yang biasa disebut dengan *green muscardine fungus* dan tersebar luas di seluruh dunia. Menurut (Suryadi dan Kadir, 2007) cendawan *Metarhizium anisopliae* var, *anisopliae* dapat menginfeksi serangga ordo Orthoptera, Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera dan Hymenoptera.

Cendawan *Metarhizium anisopliae* memiliki morfologi konidiofor tumbuh tegak, spora berbentuk silinder atau lonjong dengan panjang 16 mm, bersel satu (haploid), dan koloni berwarna hijau zaitun (Raharjo, 2016). Cendawan ini hidup dan banyak ditemukan di tanah dan umumnya dijumpai pada berbagai stadia serangga yang terinfeksi. Pertumbuhan cendawan ini dimulai dengan tumbuhnya

konidium yang membengkak dan mengeluarkan tabung-tabung kecambah. Tabung kecambah tersebut memanjang selama 30 jam. Beberapa cabang tersebut membesar kearah atas membentuk konidiofor yang pendek, bercabang, berdekatan dan saling melilit. Konidia mula-mula berwarna putih kemudian berangsur menjadi hijau apabila telah masak. Pembentukan konidia terdiri dari kuncup dan tunas yang memanjang pada kedua sisi konidiofor tersebut. Umumnya sebuah rantai konidia bersatu membentuk sebuah kerak dalam media (Yanti, 2013).

*Metarhizium anisopliae* menghasilkan dua jenis spora. Aerial konidia yang dihasilkan pada phialid-phialid selama fase saprofitik atau pada inang yang telah mati, dan didefinisikan sebagai spora-spora aseksual yang dihasilkan pada sporogenous dan hifa khusus yang dikenal sebagai phialid. Tipe spora yang kedua adalah spora yang dihasilkan hemolymph serangga yang biasanya disebut blastopora (Raharjo, 2016). Cendawan *Metarhizium anisopliae* memiliki aktifitas larvasidal karena menghasilkan cyclopeptida, destruxin dan desmethyldestrusin. Cendawan *Metarhizium anisopliae* menghasilkan endotoksin yang mempunyai patogenitas tinggi yaitu destruxin. Efek destruxin berpengaruh pada organel target yaitu mitokondria, retikulum endoplasma dan membran nukleus yang menyebabkan parasitis sel dan kelainan fungsi terhadap lambung tengah, tubulus malphigi, hemocit dan jaringan otot (Yanti, 2013).

Cendawan *Metarhizium anisopliae* dalam menginfeksi serangga terdapat empat tahap penginfeksi yaitu *inoculation stage*, *germination stage*, *penetration stage*, *invasion and destruction stage* (Indriyanti dkk., 2017). Konidia berkecambah pada kutikula inang dan melakukan penetrasi dengan enzim hidrolisis (peptidase

dan kitinase), lalu dengan bantuan tekanan mekanis enzim tersebut menghancurkan integumen dengan cara lisis. Setelah masuk, konidia cendawan *Metarhizium anisopliae* dengan cepat memperbanyak diri sehingga blastopora segera menyelaputi tubuh inang, propagul miselia akan disebar ke seluruh rongga tubuh melalui aliran *haemolymph* (Raharjo, 2016).

Gejala akibat infeksi *Metarhizium anisopliae* pada tubuh inang adalah kematian larva, kemudian larva tersebut terselimuti oleh miselium berwarna putih dan kumpulan konidium berwarna hijau tua (Utari dkk., 2015) dengan tubuh mengalami pengerasan atau mumifikasi akibat penyerapan jaringan dan cairan serangga oleh cendawan *Metarhizium anisopliae* yang digunakan untuk pertumbuhan dalam tubuh inang (Indriyanti dkk., 2017).

Serangga yang terinfeksi sebelum mengalami kematian akan menunjukkan beberapa perilaku diantaranya yaitu perilaku *summit disease*, serangga akan naik menuju permukaan atas sebagai usaha menyelamatkan diri dari infeksi cendawan entomopatogen. Ciri lain adalah adanya perubahan tubuh serangga yang berwarna hitam akibat aktivitas melanisasi sebagai bentuk pertahanan tubuh terhadap infeksi cendawan entomopatogen, aktivitas melanisasi tersebut akibat dari aktivitas enzim phenoklosidae. Enzim ini diketahui berperan dalam proses penyembuhan luka, sklerotisasi kutikula, dan berperan dalam proses melanisasi terhadap benda asing yang masuk ke dalam haemocoel (Ulya dkk., 2016).

Pertumbuhan dan perkembangan cendawan *Metarhizium anisopliae* membutuhkan kondisi lingkungan yang ideal. Beberapa kondisi lingkungan tersebut seperti suhu, kelembaban, cahaya matahari atau penyinaran, dan

konsentrasi pH. Suhu dan kelembaban sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkecambahan konidia *Metarhizium anisopliae* serta patogenitasnya. Batasan suhu yang digunakan untuk pertumbuhan cendawan yaitu 5°C – 35°C, pertumbuhan optimum terjadi pada suhu 25°C - 30°C. Suhu yang terlalu tinggi dan terlalu rendah akan mengakibatkan konidia mengalami deteriorasi karena pertumbuhan konidia berhenti atau terjadi kerusakan konidia (Pramesti *dkk.*, 2014).

Konidia akan tumbuh dengan baik pada kelembaban diatas 90 % dan pada kelembaban yang lebih tinggi akan semakin tinggi virulensinya, pada kelembaban dibawah 86 % virulensi cendawan *Metarhizium anisopliae* akan menurun. Kondisi pencahayaan selama pertumbuhan cendawan berpengaruh terhadap produksi konidia, perkembangan seksual dan aseksual, penyebaran spora, produksi metabolit sekunder, susunan pigmen, dan toleransi terhadap radiasi sinar UV- B. Cahaya merupakan salah satu dari beberapa banyak signal cendawan yang digunakan untuk beradaptasi dan berinteraksi dengan lingkungannya serta sebagai pemberi informasi penting mengenai habitatnya. Gelombang UV-B dapat merusak membran nukleus dan mendenaturasi protein pada *Metarhizium anisopliae*, konidia yang disimpan dalam kondisi gelap dapat berkecambah hingga 90% dan pada kondisi terang hanya 50%, lebih rendah dari kondisi gelap (Oliveira *dkk.*, 2017). Kemampuan hidup cendawan entomopatogen juga dipengaruhi oleh pH, penurunan viabilitas dan kerapatan konidia dipengaruhi oleh penurunan pH media pembawa (*carrier*). Cendawan membutuhkan pH optimum berkisar 4-7 untuk pertumbuhannya (Rizkie *dkk.*, 2017).

Beberapa penelitian telah banyak mengkaji mengenai perbanyakan, perbaikan kualitas kerapatan dan viabilitas cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* pada berbagai medium serta menguji virulensi atau patogenitas dari cendawan *Metarhizium anisopliae*. Pada penelitian yang dilakukan Utari (2015) menunjukkan hasil isolate murni cendawan *Metarhizium anisopliae* yang dikembangbiakkan pada medium PDA kemudian diperbanyak dalam medium beras dan jagung yang selanjutnya diaplikasikan terhadap hama *Oryctes rhinoceros* memperlihatkan hasil bahwa isolate cendawan *Metarhizium anisopliae* yang dibiakkan dalam medium perbanyakan jagung dengan umur biakan empat minggu dapat mengendalikan larva *Oryctes rhinoceros* sebesar 100 %. Pada penelitian yang dilakukan oleh Indriyanti (2017) dengan menggunakan isolat *Metarhizium anisopliae* yang biakkan pada media beras dengan umur biakan 19 hari dengan umur penyimpanan selama 1 bulan yang diaplikasikan terhadap larva *Oryctes rhinoceros* menunjukkan bahwa isolat cendawan *Metarhizium anisopliae* yang dibiakkan dalam medium perbanyakan beras dengan dosis 16 gr efektif mengendalikan larva *Oryctes rhinoceros* sebesar 100 %. Pada penelitian lainnya Indriyanti (2017) dengan menggunakan isolat *Metarhizium anisopliae* dengan kerapatan dan viabilitas yaitu  $7,32 \times 10^8$  dan 90,4 % yang diaplikasikan menggunakan media pupuk organik yang diujikan pada larva *Oryctes rhinoceros* menunjukkan hasil mortalitas 100 % pada hari ke-12 dengan komposisi 4 g *Metarhizium anisopliae* + 100 g pupuk organik.

Salah satu pengendalian yang dikembangkan saat ini adalah pengendalian hayati dengan menggunakan entomopatogen *Metarhizium anisopliae*. *Metarhizium anisopliae* adalah pembunuh larva karena menghasilkan cyclopeptide, destruxin A,B,C,D,E,dan *desmethyldestruxin* Destruxin B. dianggap sebagai insektisida generasi baru. Efek *destruxin* mempengaruhi organel target (mitokondria, reticulum endoplasma, dan membrane nucleus), menyebabkan paralisis dan kelainan fungsi lambung tengah, tubulus malphigi, hemocyt dan jaringan otot (Manurung *dkk.*, 2012).

Menurut penelitian Prayogo *dkk* (2005) hal ini menunjukkan bahwa aplikasi *Metarhizium anisopliae* pada konsentrasi  $10^7$  menyebabkan kematian 83,33% serangga darat 8 hari setelah aplikasi. Menurut Hasibuan *dkk* (2009), jamur *Metarhizium anisopliae* memiliki kemampuan menginfeksi berbagai jenis serangga, termasuk *Helopeltis* spp. Selain itu Hasil penelitian Mulyono (2007) mencoba jamur *Metarhizium anisopliae* yang diinfeksi terhadap larva *Oryctes rhinoceros* dengan konsentrasi  $10^8$ , menyebabkan tingkat kematian larva mencapai 81,61%. Selanjutnya Prayogo *dkk* (2005) yang menunjukkan penggunaan *Metarhizium anisopliae* pada konsentrasi  $10^7$  menyebabkan mortalitas *Spodoptera litura* sebesar 83,33% pada 12 hari setelah aplikasi. Hasil penelitian (Yuniarti, F., A. & K. Rahayu (2013) menunjukkan bahwa aplikasi formulasi kering isolat *Metarhizium anisopliae* Yogyakarta dapat diaplikasikan pada *Helopeltis* spp. Mortalitas *Helopeltis* spp tertinggi pada 10 HAS terjadi pada perlakuan aplikasi formulasi kering *Metarhizium anisopliae* dengan konsentrasi air 88,24% pada 15g l-l dan lama perendaman 4-21 hari.

### III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas FMIPA Universitas Sumatera Utara (USU) yang berlokasi di Jalan Dr. T. Mansur No.9, Padang Bulan, Kecamatan Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara pada bulan Februari sampai Agustus Tahun 2023.

#### 3.2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.), daun kemangi (*Ocimum basilicum* Linn.), larva *Spodoptera frugiperda*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, air bersih, aquades, madu, alkohol 70%, PDA, beras, tanah dan pupuk kandang sapi dengan perbandingan (1:1), benih jagung, dan tanaman jagung sebagai inang.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini seperti: Akrilik, lampu bunsen, jarum ose, cawan petri, kotak isolasi, cup/toples, handsprayer, mikroskop, hemocytometer, timbangan elektrik, penggaris, kertas millimeter, kertas label, kuas, kain kasa/kain tile, karet gelang, tabung reaksi, beaker glass, saringan analisis/saringan kertas filter bulat, pinset anatomi, gunting, kertas wrap, aluminium foil, tissue, masker, kapas, benang, polybag berukuran 40 cm x 25 cm, plastik, gembor, alat tulis, kamera handphone, serta alat – alat lain yang diperlukan saat penelitian berjalan.



### 3.3. Metode Penelitian

#### 3.3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial yang terdiri 2 faktor perlakuan yaitu:

1. Instar *Spodoptera frugiperda* yang digunakan terdiri dari 2 taraf perlakuan antara lain:

$I_1$  = *Spodoptera frugiperda* instar 3

$I_2$  = *Spodoptera frugiperda* instar 5

2. Konsentrasi Aplikasi Bioinsektisida yang terdiri dari 13 taraf perlakuan:

$B_0$  = Kontrol (Tanpa Perlakuan Bioinsektisida)

$B_1$  = Ekstrak daun cengkeh dengan konsentrasi 30% = 0,3 ml ekstrak daun cengkeh + 9,7 ml aquades steril

$B_2$  = Ekstrak daun cengkeh dengan konsentrasi 50% = 0,5 ml ekstrak daun cengkeh + 9,5 ml aquadest steril

$B_3$  = Ekstrak daun cengkeh dengan konsentrasi 70% = 0,7 ml ekstrak daun cengkeh + 9,5 ml aquadest steril

$B_4$  = Ekstrak daun kemangi dengan konsentrasi 30% = 0,3 ml ekstrak daun kemangi + 9,7 ml aquadest steril

$B_5$  = Ekstrak daun kemangi dengan konsentrasi 50% = 0,5 ml ekstrak daun kemangi + 9,5 ml aquadest steril

$B_6$  = Ekstrak daun kemangi dengan konsentrasi 70% = 0,7 ml ekstrak daun kemangi + 9,5 ml aquadest steril

$B_7 = Beauveria bassiana$  dengan konsentrasi 30 g/l

$B_8 = Beauveria bassiana$  dengan konsentrasi 50 g/l

$B_9 = Beauveria bassiana$  dengan konsentrasi 70 g/l

$B_{10} = Metarhizium anisopliae$  dengan konsentrasi 30 g/l

$B_{11} = Metarhizium anisopliae$  dengan konsentrasi 50 g/l

$B_{12} = Metarhizium anisopliae$  dengan konsentrasi 70 g/l

Berdasarkan taraf perlakuan yang digunakan maka diperoleh  $13 \times 2 = 26$

kombinasi perlakuan antara lain adalah:

B0 I1	B3 I1	B6 I1	B9 I1	B12 I1
B0 I2	B3 I2	B6 I2	B9 I2	B12 I2
B1 I1	B4 I1	B7 I1	B10 I1	
B1 I2	B4 I2	B7 I2	B10 I2	
B2 I1	B5 I1	B8 I1	B11 I1	
B2 I2	B5 I2	B8 I2	B12 I2	

Dengan demikian diperoleh 13 taraf perlakuan, untuk menentukan ulangan yang digunakan dalam penelitian ini dihitung menurut rancangan acak lengkap (RAL) dengan rumus sebagai berikut:

$$Tc (r - 1) \geq 15$$

$$26 (r - 1) \geq 15$$

$$26r - 26 \geq 15$$

$$26r \geq 15 + 26$$

$$r \geq 41$$

$$r \geq 41/26$$
$$r \geq 1,57$$
$$r \geq 2 \text{ Ulangan}$$

keterangan:

Jumlah ulangan : 2 ulangan

Jumlah toples : 260 toples

Jumlah larva tiap perlakuan : 5 ekor

Jumlah larva pertoples : 1 ekor

Jumlah larva keseluruhan : 260 ekor

### 3.3.2. Metode Analisa

Setelah data hasil penelitian diperoleh, maka Analisa data dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

$Y_{ijk}$  = nilai pengamatan pada perlakuan ke-i & ulangan ke-j

$M$  = nilai tengah umum

$\tau_i$  = pengaruh perlakuan ke-i

$\epsilon_{ij}$  = galat percobaan pada perlakuan ke-i & ulangan ke-j

Apabila hasil perlakuan pada penelitian ini berpengaruh nyata, maka akan dilakukan pengujian lebih lanjut dengan menggunakan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*).

### 3.4. Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1. Persiapan Bahan Penelitian

Larva dan imago *Spodoptera frugiperda* dikembang biakkan dengan cara merearing. Larva instar 6 *Spodoptera frugiperda* diambil dari pertanaman jagung masyarakat di Jl. Kolam Belakang, Bandar Klippa, Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara sebanyak 70-150 larva, kemudian larva dibiakkan sampai menjadi imago pada wadah berbentuk kotak panjang berukuran 7x5 cm. Jika *Spodoptera frugiferda* telah berkembang menjadi imago, pada fase imago diberi madu 10% sebagai sumber makanan, kemudian imago jantan dan betina dimasukkan ke dalam kotak akrilik atau wadah pembiakkan serangga, dengan tujuan agar terjadi proses kopulasi. Pengamatan dan pencatatan dilakukan mulai dari telur hingga imago meletakkan telur kembali.

Setelah imago bertelur, telur tersebut menempel pada dinding akrilik kemudian dalam waktu 3 – 4 hari telur akan berubah warna menjadi hitam – kecoklatan. Setelah menetas, instar dipindahkan ke dalam toples yang baru dan diberi pakan jagung muda (janten) kemudian ditutup menggunakan kain tile. Selanjutnya dibawa ke laboratorium dan diletakkan di dalam wadah cup dan diberi makanan berupa daun jagung yang masih segar. Pakan diambil dari tanaman jagung yang ditanam tanpa pestisida. Penggantian pakan dilakukan setiap 2 hari sekali., dan untuk pengujian patogenesisitas menggunakan instar 3 dan instar 5 *Spodoptera frugiperda*. Setiap hari wadah-wadah pemeliharaan dibersihkan menggunakan tissue dan kuas. Instar tersebut diberi pakan berupa daun jagung dan diganti setiap 2 hari sekali agar pakan tetap segar, kemudian melakukan penimbangan terhadap

pakan sebelum dan sesudah pemberian pakannya. Selama proses pemeliharaan dilakukan pengamatan dan pencatatan individu-individu serangga yang berhasil hidup dan berganti fase setiap hari. Perubahan stadium ditandai dengan adanya proses ganti kulit yang meninggalkan eksuvia dan perubahan bentuk tubuh (morfologi).

#### **3.4.2. Pembuatan Ekstrak Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dan Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* Linn.)**

Ekstrak yang digunakan sebagai bioinsektisida yaitu daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.), dan daun kemangi (*Ocimum basilicum* Linn.) Merr & Perry). Daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) diperoleh di Sibadoar, Janji Mauli Mandala Sena, Silangkitang Tambiski, Desa Pintu Padang Mandala Sena, Kecamatan Saipar Dolok Hole, Sumatera Utara dan Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* Linn.) diperoleh di pasar Marelان, Sumatera Utara. Daun cengkeh yang digunakan adalah daun yang tua. Untuk daun kemangi yang digunakan adalah daun yang masih segar. Daun cengkeh dan daun kemangi masing-masing diambil sebanyak 5000 g dan dikering anginkan didalam ruangan tertutup pada suhu ruangan. Daun cengkeh dan daun kemangi yang sudah kering angin diblender sampai halus dan diayak menggunakan saringan 60 mesh. Setelah itu simplisia yang diperoleh sebanyak 1500 g di maserase menggunakan pelarut methanol dengan perbandingan 100 g serbuk dengan 2 Liter ethanol selama 3 x 24 jam. Setelah di maserase larutan disaring menggunakan kertas saring. Filtrat yang telah disaring diuapkan menggunakan *vacuum rotary evaporator* pada suhu (45-50°C) hingga menghasilkan ekstrak cair yang pekat, kemudian ekstrak cairan pekat yang

diperoleh disimpan dalam lemari pendingin hingga hasil ekstrak diaplikasikan (Pangestu dan Handayani, 2011).

### 3.4.3. Penyiapan *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana*

Isolate cendawan *Beauveria bassiana* yang digunakan berasal dari koleksi Laboratorium Integrasi Balai Besar Pembenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Medan dan Isolat cendawan *Metarhizium anisopliae* diperoleh dari Kota Salatiga dan pembelian melalui akun shopee. Kemudian dikembangkan atau diperbanyak pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas FIMPA Universitas Sumatera Utara.

Biakan cendawan kemudian diperbanyak dengan media beras. Beras yang sudah dicuci kemudian direndam selama 24 jam setelah itu ditiriskan hingga kering. Kemudian beras dikukus hingga setengah matang selama  $\pm$  10 menit. Selanjutnya, beras dimasukkan kedalam plastik kaca sebanyak 50 g lalu disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Kemudian diangkat, setelah media beras tersebut dingin, cendawan *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* masing - masing diinokulasi pada media beras dan diinkubasi selama 14 hari pada suhu ruang. Selanjutnya cendawan yang telah tumbuh dalam media beras akan diaplikasikan ke *Spodoptera frugiperda* dengan perlakuan 30 g/l, 50 g/l, 70 g/l yang dilarutkan dengan aquades sebanyak 1 liter. Suspensi cendawan disaring, kemudian dari setiap perlakuan dilakukan perhitungan kerapatan spora menggunakan hemocytometer dan terakhir diaplikasikan ke *Spodoptera frugiperda*.

#### **3.4.4. Aplikasi *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* pada Larva *Spodoptera frugiperda***

Larva *Spodoptera frugiperda* dari hasil biakan (*rearing*) stadia 3 dan 5 masing – masing diletakkan sebanyak 1 ekor setiap toples, masing – masing perlakuan terdiri dari 5 toples. Selanjutnya Daun jagung dicelupkan kedalam larutan suspensi cendawan *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* sesuai perlakuan kemudian dimasukkan kedalam toples sebagai pakan larva. Kemudian ditutup dengan kain kasa dan diamati keadaan serangga uji.

#### **3.5. Aplikasi Bioinsektisida**

Daun jagung yang ditanam sendiri tanpa menggunakan pestisida digunakan sebagai pakan *Spodoptera frugiperda*. Sebelum digunakan daun jagung direndam dengan larutan bioinsektisida sesuai perlakuan selama  $\pm 5$  menit. Daun jagung tersebut kemudian dikering anginkan dan ditimbang sebanyak 3 g/toples. Tiap perlakuan terdiri dari 5 toples yang berisi 1 ekor larva *Spodoptera frugiperda*/toples. Sebelum diberi pakan yang telah direndam bioinsektisida, hama *Spodoptera frugiperda* dilaparkan (starvasi) terlebih dahulu selama 1 x 24 jam. Pakan diganti setiap 2 hari sekali.

#### **3.6. Parameter Pengamatan**

##### **3.6.1. Persentase Mortalitas Larva *Spodoptera frugiperda***

Mortalitas merupakan jumlah kematian hama yang disebabkan oleh pestisida yang digunakan dan dinyatakan dalam persen. Setelah pemberian pakan pengamatan dilakukan setiap hari hingga ditemukan rata – rata persentase kematian 100% larva *Spodoptera frugiperda* yang diuji terhadap ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.), daun kemangi (*Ocimum basilicum* Linn.), dan

cendawan *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae*. Pengamatan dimulai dari pukul 08.30. Selain itu yang diamati yaitu jumlah total kematian per sampel dan setiap perlakuan. Mortalitas dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Dimana:

P = Persentase mortalitas serangga uji

A = Jumlah serangga yang mati

B = Jumlah serangga keseluruhan/serangga awal

Bila terdapat kematian *Spodoptera frugiperda* pada perlakuan kontrol maka dikoreksi dengan rumus Abbot:

$$Ms = \frac{Mp - Mk}{100 - Mk} \times 100\%$$

Dimana:

Ms = Persentase mortalitas sebenarnya

Mp = Persentase mortalitas perlakuan

Mk = Persentase mortalitas kontrol (Halawa, 2014)

### 3.6.2. Analisis Probit $LC_{50}$ dan $LT_{50}$

Pengamatan dilakukan mulai satu hari setelah aplikasi bioinsektisida dan cendawan sehingga tercipta rata – rata kematian 100% dari tiap jenis bioinsektisida dan cendawan. Pengaruh daya bunuh masing – masing bioinsektisida dan cendawan yang diaplikasikan terhadap *Spodoptera frugiperda* tersebut dihitung dengan cara menetapkan nilai  $LC_{50}$  dan  $LT_{50}$  dengan menggunakan Analisis Probit (Marhen *dkk.*, 2016).



### 3.6.3. Persentase Perubahan Larva Jadi Pupa

Pengamatan persentase perubahan morfologi larva jadi pupa dilakukan setiap hari, mulai dari 1 HSA (hari setelah aplikasi) sampai terlihat perubahan dari larva menjadi pupa. Perubahan tingkah laku *Spodoptera frugiperda* seperti pergerakan, nafsu makan, warna tubuh, dan diamati hingga *Spodoptera frugiperda* mati.

### 3.6.4. Persentase Perubahan Pupa Jadi Imago

Pengamatan persentase perubahan morfologi pupa menjadi imago dilakukan setiap hari, mulai dari 1 HSA (hari setelah aplikasi) sampai terlihat adanya perubahan morfologi dari pupa menjadi imago.

### 3.6.5. Konsumsi Pakan (gram)

Pengamatan ini dilakukan 2 hari sekali, konsumsi pakan per 2 hari pada hama *Spodoptera frugiperda* ini dihitung berdasarkan berkurangnya bobot pakan yang diberi pada saat perlakuan. Konsumsi pakan dapat dihitung antara lain:

$$\text{Konsumsi Pakan} = \text{Berat Pakan Awal} - \text{Berat Pakan Akhir}$$

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Perlakuan bioinsektisida berpengaruh nyata terhadap mortalitas hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung (*Zea mays* L.). Pemberian *Beauveria bassiana* dengan konsentrasi 30 g/l dan *Metarhizium anisopliae* dengan 50 g/l memiliki tingkat mortalitas tertinggi sebesar 100%. Semakin tinggi konsentrasi bioinsektisida yang diaplikasi akan memberikan mortalitas yang tinggi terhadap serangga uji.
2. Jenis instar berpengaruh nyata terhadap mortalitas hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung (*Zea mays* L.). Pengendalian larva *Spodoptera frugiperda* dengan suspensi *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* lebih efektif jika dibandingkan dengan ekstrak cengkeh dan kemangi yang diaplikasi pada larva instar 3 dan instar 5, karena mortalitas yang dihasilkan lebih dari 60%. Dengan  $LT_{50}$  yaitu 5 hari dan  $LC_{50}$  yaitu 28,51%.
3. Kombinasi antara jenis instar dan bioinsektisida berpengaruh nyata terhadap mortalitas hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung (*Zea mays* L.).

### 5.2. Saran

Alangkah baiknya jika dilakukan penelitian lanjutan sampai imago betina menghasilkan telur untuk melihat efek terhadap reproduksi akibat akumulasi residu bioinsektisida di dalam tubuhnya. Selain itu juga perlu dilakukan pengamatan terhadap fertilitas telur yang dihasilkan imago betina tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Acheampong MA, Hill MP, Moore SD, Coombes CA. 2020. UV sensitivity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates under investigation as potential biological control agents in South African citrus orchards. *Fungal Biology* 124(5):304-31.
- Alali S, Mereghetti V, Faoro F, Bocchi S, Azmeh FA, Montagna M. 2019. Thermotolerant isolates of *Beauveria bassiana* as potential control agent of insect pest in subtropical climates. *Plos One*.
- Aldillah, R. 2017. Strategi pengembangan agribisnis jagung di Indonesia. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 15(1): 43-66.
- Altinok, H. H., A. A. Mahmut., dan S. K. Abdurrahman., 2019. Modes of Action of Entomopathogenic Fungi. *Current Trends in Natural Sciences*, 8(16): 117-124.
- Anonimus, 2001. Kinerja Usaha Tani dan Pemasaran Jagung di Sentra Produksi, *Jurnal Litbang Pertanian XXI (2) : 39-47*.
- Aqil, M., 2019. Pengenalan Fall Armyworm:(*Spodoptera frugiperda* Je Smith) Hama Baru Pada Tanaman Jagung Di Indonesia. *Absolute Media*.
- Arifin, S.H.A. 2021. Morfologi Dan Siklus Hidup *Spodoptera frugiperda* J.E Smith (Lepidoptera: Noctuidae) dengan Pakan Daun Kedelai (*Glycine Max L*) Di Laboratorium. Skripsi. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Azwana, 2021. Preferensi *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) pada Berbagai Tanaman. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 5(2): 112-121.
- Alexopoulos, C. J., Mims, C. W., and Blackwell, M. 1996. *Introductory Mycology*. (4th ed.). USA: John Wiley and Sons Inc.
- Angelina, M., Turnip, M., Khotimah, S. 2015. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kemangi (*Ocimum sanctum L.*) terhadap Bakteri *Esherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Protobiont*, Vol 4(1):187
- Anggarawati, S., Santoso, T., dan Anwar, R. 2017. Penggunaan Cendawan Entomopatogen *Beauveria Bassiana* (Balsamo) Vuillemin Dan *Lecanicillium lecanii* (Zimm) Zare & Gams Untuk Mengendalikan Helopeltis Antonii Sign (Hemiptera: Miridae). *Jurnal Silvikultur Tropika*. Vol. 08 No. 3, Hal 197-202.

- Assefa, F., & Ayalew, D. (2019). Status and control measures of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) infestations in maize fields in Ethiopia: A review. *Cogent Food & Agriculture*, 5(1), 116. <https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1641902>
- Ayudya, D.W.I.R., Herlinda, S., Suwandi, S. 2019. Insectisidal Activity of Culture Filtrates from Liquid Medium of *Beauveria bassiana* Isolates from South Sumatera (Indonesia) Wetland Soil Against Larvae of *Spodoptera litura*. *J Biodiversitas*. 20(8): 2101 – 2109.
- Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tanaman (BBPOPT). 2024. Waspadai Hama Baru *Spodoptera frugiperda* di Indonesia. [www.bbpopt.id](http://www.bbpopt.id) (Diakses 15 Maret 2024).
- Balfas R, & Mardiningsih TL. 2017. Pengaruh minyak atsiri terhadap mortalitas dan penghambatan peneluran *Crocidolomia pavonana* F. *Jurnal Bul. Litro* 27 (1): 85-92.
- Bate, M. (2019). Pengaruh Beberapa Jenis Pestisida Nabati Terhadap Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Di Lapangan. *Agrica*, 12(1), 71–80. <https://doi.org/10.37478/agr.v12i1.13>
- Bayu, M. S. Y. I., P. Yusmani., dan W. I. Sri., 2021. *Beauveria bassiana*: Biopestisida Ramah Lingkungan dan Efektif untuk Mengendalikan Hama dan Penyakit Tanaman. *Beauveria bassiana: The Eco-friendly and Effective Biopesticide to Control Pest and Plant Diseases*. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, *Buletin Palawija*, 19(1): 41-63.
- Budi, A. S., Afandhi, A., dan Puspitarini, R. D. 2013. Patogenisitas jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo (Deuteromycetes: Moniliales) pada larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan* 1(1): 57-65.
- Bhat SK, & Kempraj V. 2009. Biocidal potential of clove oils against *Aedes albopictus* – A comparative study. *African Journal of Biotechnology*. 8 (24): 6933-6937.
- Chinnadurai S, Ganesh P. 2013. Optimization process for blastospore production of *Beauveria bassiana* isolates in poly ethylene glycol (peg) supplemented medium. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science* 2(11):114-122.

- Commonwealth Agricultural Bureau International (CABI). 2023. *Spodoptera frugiperda* (Fall armyworm). www. Cabi. Org.
- Daud, I. D., A. Gassa and Rizwaldy. 2020. Effectiveness of *Beauveria bassiana* Vuill. Isolate on Various Culture Media and its pathogenicity Against *Tribolium castaneum*. Earth and Environmental Science. 1:7.
- Daryono, D. E. 2015. Reactive Extraction Process in Isolation of Eugenol of Clove Essential Oil (*Syzygium aromaticum*) Based on Temperature and Time Process. International Journal of ChemTech Research. Vol. 8, No. 11 pp 564-569.
- Daroini, M., Iskandar, A., & SLI, D. D. (2015). Uji Potensi Ekstrak Etanol Daun Kemangi (*Ocimum basilicum*) Sebagai Insektisida Lalat Rumah (*Musca domestica*) Dengan Metode Elektrik. Bimiki:Berkala Ilmu Mahasiswa Keperawatan Indonesia, 3(2), 1–7.
- Day, R., Abrahams, P., Bateman, M., Beale, T., Clottey, V., Cock, M., Colmenarez, Y., Corniani, N., Early, R., Godwin, J., Gomez, J., Moreno, P. G., & Murphy, S. T. (2017). Fall armyworm: impacts and implications for Africa. *Outlooks on Pest Management*, 28(5), 196–201. <https://doi.org/10.1564/v28>
- Dhar S, Jindal V, Gupta VK. 2016. Optimization of growth conditions and medium composition for improved conidiation of newly isolated *Beauveria bassiana* strains. *Indian J Exp Biol*. 54:634-643.
- Deole, S and Nandita, P (2018). First report of fall army worm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), their nature of damage and biology on maize crop at Raipur, Chhattisgarh. *Journal of applications and safety issues Biotech Today*, 3 (1) (2013), pp. 16- 20.
- Devi PSVP, Bai RM. 2015. Biochemical activity in the haemolymph of silk worm *Bombyx mori* L. during the infection of fungal pathogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. *Inter J of Multidisciplinary Res and Develop* 2(5):320-322.
- Erviana, L., A. Malik, dan A. Najib. 2016. Uji Aktivitas Antiradikal Bebas Ekstrak Etanol Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dengan Menggunakan Metode DPPH. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia* 3(2): 164-168.

- FAO dan CABI. 2019. Community-Based Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) Monitoring, Early Warning and Management. Training of Trainers Manual. First Edition. 112 pp. Licence ::CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Diakses 21 November 2019.
- Fausiah, T. L. 2010. Pengaruh Aplikasi Cendawan *Beauveria bassiana* dan *Verticillium lecanii* terhadap Mortalitas *Nephotettix virescens* sebagai Vektor Virus Tungro. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan.
- Fergani, Y. A. and E. A. E. Refaei. 2021. Pathogenicity induced by indigenous *Beauveria bassiana* isolate in different life stages of the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) under laboratory conditions. *Journal of Biological Pest Control*. 31(64): 1-7. <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00411-8>
- Gouli V, Gouli S, Kim JS. 2014. Production of *Beauveria bassiana* air conidia by means of optimization of biphasic system technology. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 57(4):571-577.
- Haditomo I. (2010). Efek larvasida ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap aedes *aegypti* L. Skripsi. Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Halawa, Berijayanti. 2014. Kepekaan Larva Spodoptera litura Terhadap Kerapatan Spora Cendawan *Metarhizium anisopliae* Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa*) di Laboratorium. Skripsi. Universitas Medan Area, Medan.
- Hanafi, Muhammad, Wijaya, C.R., Akmal, N dan Syofia, I. 2019. Penggunaan Agen Hayati (*Beauveria bassiana*) Dalam Pengendalian Hama *Thirathaba mundella* L. Pada Tanaman Kelapa Sawit. Vol 22 no 2.
- Harun, Y., Parawansa, A. K. dan Haris, A. 2022. Kajian patogenisitas *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium* sp. terhadap larva ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*) pada tanaman jagung. *Jurnal Agrotek*, 6(2): 81-93.
- Hasyim, A. dan Azwana. 2003. Patogenisitas *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dalam Mengendalikan Hama Penggerek Bonggol Pisang (*Cosmopolites sordidus*) Germar. *J. Hort.* 19(2):120-130.
- Hemalatha S, Ramaraju K, Jeyarani S. 2017. Influence of ultraviolet light protectants on the persistence of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Journal of Biopesticides* 10(2):130-134.

- Herdatiarni, F., Himawan, T., dan Rachmawati, R. 2014. Eksplorasi cendawan entomopatogen *Beauveria* sp. menggunakan Serangga Umpan pada Komoditas Jagung, Tomat dan Wortel di Batu, Malang. Hpt, 1(9), 1– 11.
- Iffah, Dattu. 2008. "Pengaruh Ekstrak Kemangi (*Ocimum basilicum forma citratum*) terhadap Perkembangan Lalat Rumah (*Musca domestica* L.)". Entomol. Vol 5. No 1. Hal: 36-44.
- Ikawati, B. 2017. *Beauveria bassiana* sebagai Alternatif Hayati dalam Pengendalian Nyamuk. Diunduh dari <http://www.researchgate.net/publication/319104782>, pada 20 November 2019
- Indriasi M., Indra C., & Taufik A. (2015). Pemanfaatan ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) sebagai repellent nabati dalam mengurangi jumlah lalat yang hinggap selama proses penjemuran ikan asin. Jurnal. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
- Indriyanti, D.R., Putri, R.I.P., Widyaningrum, P., & Herlina, L. 2017. Density, Viability, Conidia and Symptoms of *Metarhizium anisopliae* Infection on *Oryctes rhinoceros* Larvae. Journal of Physics : Conf. Ser. 824 012058.
- Juwitawati VD. Uji toksisitas minyak atsiri dari daun *Ocimum sanctum* L. (kemangi) terhadap larva *Aedes aegypti*, KTI, Jurusan Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada. 2007.
- Kardinan, A. 2011. Penggunaan Pestisida Nabati Sebagai Kearifan Lokal dalam Pengendalian Hama Tanaman Menuju Sistem Pertanian Organik. Pengembangan Inovasi Pertanian 4(4): 262-278.
- Kartika F. D. dan Isti'anah S. 2014. Efek Larvisida Ekstrak Etanol Daun Kemangi (*Ocimum sanctum* Linn) Terhadap Larva Instar III *Aedes aegypti*. JKKI, Vol. 6, No.1, Jan-Apr 2014.
- Karolina E; Mahfud MC; Rachmawati D; Sarwono & Fatimah S. 2008. Pengkajian efektifitas Cendawan *Beauveria bassiana* terhadap Perkembangan Hama dan Penyakit Tanaman Krisan. Prosiding Seminar Pemberdayaan Petani Melalui Informasi dan Teknologi Pertanian. KP. Mojosari 16 Juli 2008. Kerjasama BPTP Jatim Jatim, Faperta Unbra, Diperta Prov, Bappeda.
- Khasanah, Nur. 2008. Pengendalian Hama Penggerek Tongkol Jagung *Helicoverpa Armigera* Hubner. (Lepidoptera:Noctuidae) Dengan *Beauveria Bassiana* Strain Lokal Pada Pertanaman Jagung Manis Di Kabupaten Donggala. J. Agroland 15 (2): 106 – 111

- Kementan, (2019). Pengenalan Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) hama baru pada tanaman jagung di Indonesia. Balai Penelitian Tanaman serealia. Diakses 21 November 2019.
- Keswani, C., P. S. Surya., dan B. S. Harikesh., 2013. *Beauveria Bassiana*: Status, Mode of Action, Applications and Safety Issues. *Biotech Today*, 3(1): 1-9.
- Koswara, 2003. Pengembangan Pertanian Jagung di Indonesia. Kanisius. Yogyakarta.
- Kurniasih, 2014, Khasiat Dahsyat Kemangi, Pustaka Baru Press, Yogyakarta.
- Kusmiadi, K, S. N. Aini, R. Apriadi, Ciko. 2017. Uji efektivitas agensia hayati *Metarhizium anisopliae* terhadap hama ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*) secara in vitro. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*.1(2): 86-94.
- Latifian M, Rad B, Amani M, Rahkhodaei E. 2013. Mass production of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Balsamo) by using agricultural products based on liquid-solid diphasic method for date palm pest control. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 5(19):2337-2341.
- Larasati, Rona.P. 2020. Formulasi Gel Antiseptik Minyak Atsiri Kemangi (*Ocimum basilicum*) Dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap *Staphyococcus aureus*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Lugito, R., Yunus, M. dan Asrul. 2023. Pengendalian hayati larva *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith dengan menggunakan cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* di laboratorium. *Jurnal Agrotekbis*, 11(2): 429-436.
- Ma'wa, M., Afifah, L., Surjana, T. dan Darmadi, D. 2023. Mortalitas *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith akibat racun kontak dari ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica*) dan *Beauveria bassiana*. *Journal of Sustainable Drayland Agriculture*, 16(2): 140-150.
- Manurung, M.E., M.C. Tobing., L. Lubis., dan H. Priwiratama. 2012. Efikasi Beberapa Formulasi *Metarhizium anisopliae* Terhadap Larva *Oryctes rhinoceros* L. (Coleoptera: Scarabaeidae) di Insektarium. *Jurnal Online Agroteknologi* Vol. 1, No. 1.



- Maharani, Vira Kusuma D, Lindung Tri P, Lilian R, Yusup H dan Danar D. 2019. Cases of Fall Armyworm *Spodoptera Frugifera* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) Attak on Maize in Bandung, Garut, and Sumedang District Wrest Jawa. Bandung; Journal Cropsaver 2019, 2(1): 38-46.
- Mahyusasmita, I. A. 2020. Uji efektivitas beberapa ekstrak gulma terhadap ulat grayak frugiperda (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) Pada Tanaman Jagung. SKRIPSI. Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Mishra S, Kumar P, Malik A. 2013a. Preparation, characterization, and insecticidal activity evaluation of three different formulations of *Beauveria bassiana* against *Musca domestica*. Parasitology Research 112(10): 3485–3495.
- Montezano, D. G., Specht, A., Sosa-Gómez, D. R., Roque-Specht, V. F., SousaSilva, J. C., Paula-Moraes, S. V., Peterson, J. A., & Hunt, T. E. (2018). Host Plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. African Entomology, 26(2), 286–300. <https://doi.org/10.4001/003.026.0286>
- Moorthi PV, Balasubramanian C, Selvarani S, Radha A. 2015. Efficacy of sub-lethal concentration of entomopathogenic fungi on the feeding and reproduction of *Spodoptera litura*. SpringerPlus 4(681):1-12.
- Mulyono. 2007. Kajian Patgenitas *Metarhizium anisopliae* Terhadap hama *Oryctes rhiconeros* L. tanaman kelapa pada berbagai waktu aplikasi. Surakarta.
- Mwanburi A, Laing MD, Miller RM. 2015. Effect of surfactants and temperature on germination and vegetative growth of *Beauveria bassiana*. Brazilian Jof Microbiol 48(1):67-74
- Nababan, R., Tobing, M. C. dan Sitepu, S. F. 2022. Potensi isolat lokal jamur entomopatogen *Metarhizium* sp. dan *Beauveria* sp. terhadap larva *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). Jurnal Online Agroekoteknologi, 10(3): 24-36.
- Nadrawati, Ginting, S. dan Zarkani, A. 2019. Identifikasi Hama Baru dan Musuh Alaminya pada Tanaman Jagung, di Kelurahan Siidomulyo Kecamatan Seluma, Bengkulu. Bengkulu; Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.

- Nonci Nurnina, Septian Hary K, Hishar M, Amran M, Muhammad Azrai, Muhammad Aqil. 2019. Pengenalan Fall Army Worm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) Hama Baru Pada Tanaman Jagung di Indonesia. Maros: Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Nurdjannah, Nanan. 2007. Diversifikasi Penggunaan Cengkeh, Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian Indonesian Center for Agricultural Postharvest Research and Development.
- Nurfauziyah, Melina, Sulaeha Tamrin. 2020. Biologi dan Morfometrik Hama Asing Invasif Ulat Grayak Jagung *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) pada Pakan Jagung di Laboratorium. Skripsi Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Nurmashita, D., Rijai, L., Riski, S. 2015. Pengaruh Penambahan Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) Terhadap Aktivitas Antibakteri Basis Pasta Gigi. Jurnal Sains dan Kesehatan, 1(4), pp. 159-167.
- Nurwahidah & Alif. (2023). Pengaruh Aplikasi *Beauveria Bassiana* Terhadap Intensitas Serangan dan Mortalitas Larva *Spodoptera frugiperda* Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). JMS (Jurnal Matematika dan Sains), 03(01), pp.29- 38.
- Nuzulia, R., dan Santoso, O. 2017, Pengaruh Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* Linn) Pada Berbagai konsentrasi Terhadap Viabilitas Bakteri *Streptococcus Mutans*: Studi Pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Jurnal Kedokteran Diponegoro, 6(4), pp. 1565-1571.
- Oliveira, A.S., Braga, G.U.L., & Rangel, D.E.N. 2017. *Metarhizium robertsii* Illuminated During Mycelial Growth Produces Conidia With Increased Germination Speed And Virulence. Fungal Biology, 1- 29
- Painkra, G.B. Bhagat, P.K., Gupta, S.P., Sinha, S.K., Thakur, D.K., Lakra, A. 2019. A survey on fall armyform, *Spodoptera frugiperda* (Lipidoptera: Noctuidae, J.E. Smith) in maize crop in northern hill zone of Chhattisgarh. Journal of Entomology and Zoology Studies 7(6).
- Paeru, RH., dan Dewi, TQ. 2017. Panduan Praktis Budidaya Jagung. Jakarta: Penebar Swadaya. Cetak 1.

- Pangabean, O.S., Ginting, J., & Irmansyah, T. 2015. Respons pertumbuhan dan produksi tanaman jagung hibrida terhadap pemberian kompos limbah jagung dan pupuk KCL. *Jurnal Online Agroteknologi*, 3(1): 238-245.
- Pangestu, A & Setyo Wuri Handayani. 2011. Rotary Evaporator and Ultraviolet Lamp. *Institute Pertanian Bogor*.
- Pham TA, Kim JJ, Mm SG, Kim K. 2018. Production of lastospore of entomopathogenic *Beauveria bassiana* in a submerged batch culture. *Mycobiology* 37(3):218-224.
- Pebriani, P. (2020). Efektivitas *Beauveria bassiana* Dalam Mengendalikan Larva *Spodoptera frugiperda* Untuk Mempertahankan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Semi (*Zea mays* L.) Varietas Arjuna. Thesis. Bandung: UIN Sunan Gunung Djati Bandung
- Popoola AO, Osipitan AA, Afolabi CG, Oke OA. 2015. Biological control of larger grain borer *Proatephanus truncates* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) with entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae). *International Journal of Entomology and Nematology* 2(1):2-8.
- Pramesti, N.R., Himawan, T., & Rachmawati, R. 2014. Pengaruh Pengkayaan Media dan Suhu Penyimpanan Terhadap Kerapatan dan Viabilitas Konidia Cendawan Patogen Serangga 38 *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae). *Jurnal HPT* 2 (3) : 42-50
- Prasasya A. 2008. Uji Efikasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* Bals. dan *Metarrhizium anisopliae* (Metch.) Serokin Terhadap Mortalitas Larva *Phragmatoecia castanae* Hubner di Laboratorium. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan
- Prayogo Y., Wedanimbi T dan Marwanto. 2005. Prospek cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian*. 24 (1):19- 26.
- Prianto, H., Retnowati, R., Juswono, U.P. 2013. Isolasi dan Karakterisasi dari Minyak Bunga Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Kering Hasil Distilasi Uap. *Kimia Student Journal*. Vol 1, No. 2, pp. 269-275.
- Purwono dan Rudi Hartono, 2007. *Bertanam Jagung Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Raharjo, R.I. 2016. Perbanyakkan *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin Menggunakan Teknik Dua fase. Skripsi. Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Jember.
- Ramayanti, Indri; Layal, Kamalia; Pratiwi, Putri Utami. 2017. Efektivitas Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum*) sebagai Bioinsektisida Sediaan Antinyamuk Bakar Terhadap Kematian Nyamuk *Aedes aegypti*. Journal of Agromedicine and Medical Sciences. Vol. 3. No. 2 Hal: 6-10.
- Ramdhania D, Haneda NF, Achmad. 2016. Effectiveness of *Beauveria bassiana* against *Coptotermes curvignathus*. Jurnal Silvikultur Tropika 7(3):19-21.
- Rizkie, L., Herlinda, S., Suwandi., Irsan, C., Susilawati., & Lakitan, B. 2017. Kerapatan dan Viabilitas Konidia *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* Pada Media In Vitro pH Rendah. J. HPT Tropika 17 (2) : 119-127
- Rohman. 2017. Pengaruh Penambahan Senyawa Berbasis Kitin terhadap Pertumbuhan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Vol.6 No.22.
- Rwomushana, I. (2019). *Spodoptera frugiperda* (Fall Armyworm) Invasive species Compedium. Wallingford. UK. CABI. DOI:10.1079/ISC.29810.202033739 13.
- Sa'diyah, N. A., Purwani, K. I. dan Wijayawati, L. 2013. Pengaruh ekstrak daun bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap perkembangan ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). Jurnal Sains dan Seni Pomits, 2(2): 111-115.
- Safirah, R., N. Widodo dan M. A. K. Budiyanto. 2016. Uji efektifitas insektisida nabati buah *Crescentia cujete* dan bunga *Syzygium aromaticum* terhadap mortalitas *Spodoptera litura* secara in vitro sebagai sumber belajar biologi. Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia, 2(3): 265-276.
- Salaki, C. L. dan Watung, J. 2020. Aplikasi pestisida organik untuk pengendalian hama *Spodoptera frugiperda* pada tanaman jagung. Prosiding Seminar Nasional Lahan Sub-Optimal, Palembang 20 Oktober, 2020. Hal: 206-115.
- Sachez-Perez L de C, Barranco-Florido JE, Rodriquez-Navaro S, Cervates-Mayagoitia JF, Ramos-Lopez MA. 2014. Enzymes of entomopathogenic fungi advances and insights. Advancin Enzyme Res 2:65-76.

- Saranraj P, Jayaprakash A. 2017. Agrobeneficial entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*: A review. Indo-Asian Journal of Multidisciplinary Research 3(2):1051-1087.
- Sari, L. A. 2014. Uji Patogenitas Spora Jamur *Metharhizium anisopliae* Terhadap Mortalitas Hama *Hypothenemus hampei* (Ferrari) Sebagai Bahan Ajar Biologi SMA Kelas X. JUMPEMASI-PBIO. Vol.1 No.1 Hal:26-32.
- Sianturi, N. B., Y. Pangestiningih dan L. Lubis. 2014. Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) dan *Metarhizium anisopliae* (Metch) terhadap *Chilo sacchariphagus* Boj.(Lepidoptera : Pyralidae) di Laboratorium. Jurnal Online Agroekoteknologi.Vol.2, No.4: 1607-1613.
- Silva, S. M., Cunha, J. P. A.R and Carvalho, S. M. 2017.*Ocimum basilicum* essential oil combined with deltamethrin to improve the management of *Spodoptera frugiperda*. Journal of Agrotechnologia, 41(6): 666-675.
- Sinaga, A.H. 2018. Analisi komoditi jagung (*Zea mays* L). Jurnal Darma Agung, 26(1): 319-325.
- Schlemmer, M. 2018. Effect of Temperature on Development and Reproduksi of *Spodoptera frugiperda* (Lipidoptera: Noctuidae). Disertasi, North-west Universty.
- Sharanabasappa CM, Kalleshwaraswamy MS, Maruthi, Pavithra HB. 2018. Biology Of Invasive Fall Army Worm *Spodoptera Frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) On Maize. Karnataka: Department Of. Entomology, College Of Agriculture University Of Agricultural And Horticultural Sciences.
- Shrestha G, Enkegaard A, Steenberg T. 2015. Laboratory and semi-field evaluation of *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) against the *lettuce aphid*, *Nasonovia ribisnigri* (Hemiptera: Aphididae). Biological Control 85(2015): 37-45.
- Shylesha, A. N., Jalali, S. K., Gupta, A., Varshney, R., Venkatesan, T., Shetty, P., Ojha, R., Ganiger, P. C., Navik, O., Subaharan, K., Bakthavatsalam, N., & Ballal, C. R. 2018. Studies on new invasive pest *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and its natural enemies. Journal of Biological Control, 32(3), 145–151.

- Septiana, E. 2015. Jamur Entomopatogen: Potensi dan Tantangan Sebagai Insektisida Alami Terhadap Serangga Perusak Tanaman dan Vektor Penyakit Manusia. *BioTrends*. 1(1).
- 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.
- Sopialena. 2018. Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba. Mulawarman University Press. Samarinda. Diakses pada tanggal 20 November 2019
- Subekti, N. A., Syafruddin, R, Efendi dan S. Sunarti. 2012. Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Marros. Hal 185-204.
- Subiono. T. (2020). Preferensi *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) pada Beberapa sumber Pakan. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab* 2(2) : 130-134. 2(2). 130–134.
- Sunarno. 2012. Pengendalian Hayati (Biologi Control) Sebagai Salah Satu Komponen Pengendalian Hama Terpadu (PHT). *Jurnal Uniera* 1 (2): 1 – 12.
- Surtikanti., M. Yasin. 2006. Penggunaan Cendawan *Beauveria bassiana* Vuill. Untuk Mengendalikan Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura Fabricius*). Prosiding Simposium Revitalisasi Penerapan PHT dalam Praktek Pertanian yang Baik Menuju Sistem Pertanian yang Berkelanjutan. 131-141.
- Suryadi, Y dan T. S. Kadir. 2007. Pengamatan Infeksi Jamur Patogen Serangga *Metarhizium anisopliae* (Metsch. Sorokin) Pada Wereng Coklat. *Berita Biologi* 8(6).
- Suroto. A, A.L. Haryani dan E.W. Minarni. 2019. Perilaku Kanibalisme *Spodoptera Frugiperda* J.E. Smith (Noctuidae: Lepidoptera) Pada Berbagai Jenis Pakan Daun Tanaman. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Peternakan Terpadu Ke-3. ISBN: 978-602-60782-2-3
- Susanto Heri. 2007. “Pengaruh Insektisida Nabati Terhadap Viabilitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Bals”. Skripsi, Malang: Universitas Islam Negeri Malang.

- Svedese VM, Tiago PV, Bezerra JDP, Paiva LM, Lima EADLA, Porto ALF. 2013. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* and production of cuticle-degrading enzymes in the presence of *Diatraea saccharalis* cuticle. *African Journal of Biotechnology* 12(46):6491-6497.
- Syah, B. W. dan Purwani, K. I. 2016. Pengaruh ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) terhadap mortalitas dan perkembangan larva *Spodoptera litura*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5(2): 23-28.
- Tanjung, H. R., Kamarea, M., dan Yepese, Y. P. 2011. Uji Patogenitas Spora *Beauveria bassiana* Strain Wamena Sebagai Agen Hayati Terhadap Hama Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus hampei*. *Jurnal Biologi Papua*. Volume 3, Nomor 1. Halaman: 9-15.
- Talahatu DR, & Papilaya PM. 2015. Pemanfaatan ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) sebagai herbisida alami terhadap pertumbuhan gulma rumput teki. *Jurnal Biopendix*. 1 (1): 149-159.
- Trisyono A, Suputa, Valentina Erlina F.A, Maman H dan Jumari. 2019. Occurrence of Heavy Infestation by the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda*, a New Alien Invasive Pest, in Corn in Lampung Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, Vol 23, No. 1, 2019: 156-160. Available Online at <http://jurnal.ugm.ac.id/jpti>.
- Trizelia. 2007. Patogenitas Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) Terhadap Telur *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Pyralidae). *Agrin*
- Trizelia MY., Syahrawati dan Aina M. 2011. Patogenitas beberapa isolat cendawan entomopatogen *Metarhizium* spp. terhadap telur *Spodoptera litura* Fabricus (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Entomol Indon*. 8 (1):45-54.
- Ulya, L. N., Toto H., dan Gatot M. 2016. Uji Patogenitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* (Moniliales: Moniliaceae) terhadap Hama Uret *Lepidiota stigma* F. (Coleoptera : Scarabaeidae). *Jurnal HPT*, 4 (1) : 24- 31
- Utari, N.W., Sudiarta, I.P., & Bagus, I.G.N. 2015. Pengaruh Media dan Umur Biakan Cendawan *Metarhizium anisopliae* Terhadap Tingkat Kematian Larva *Oryctes rhinoceros* L. (Scarabaeidae: Coleoptera). *Elektronik Jurnal Agroteknologi Tropika* 4 (2) : 160-169

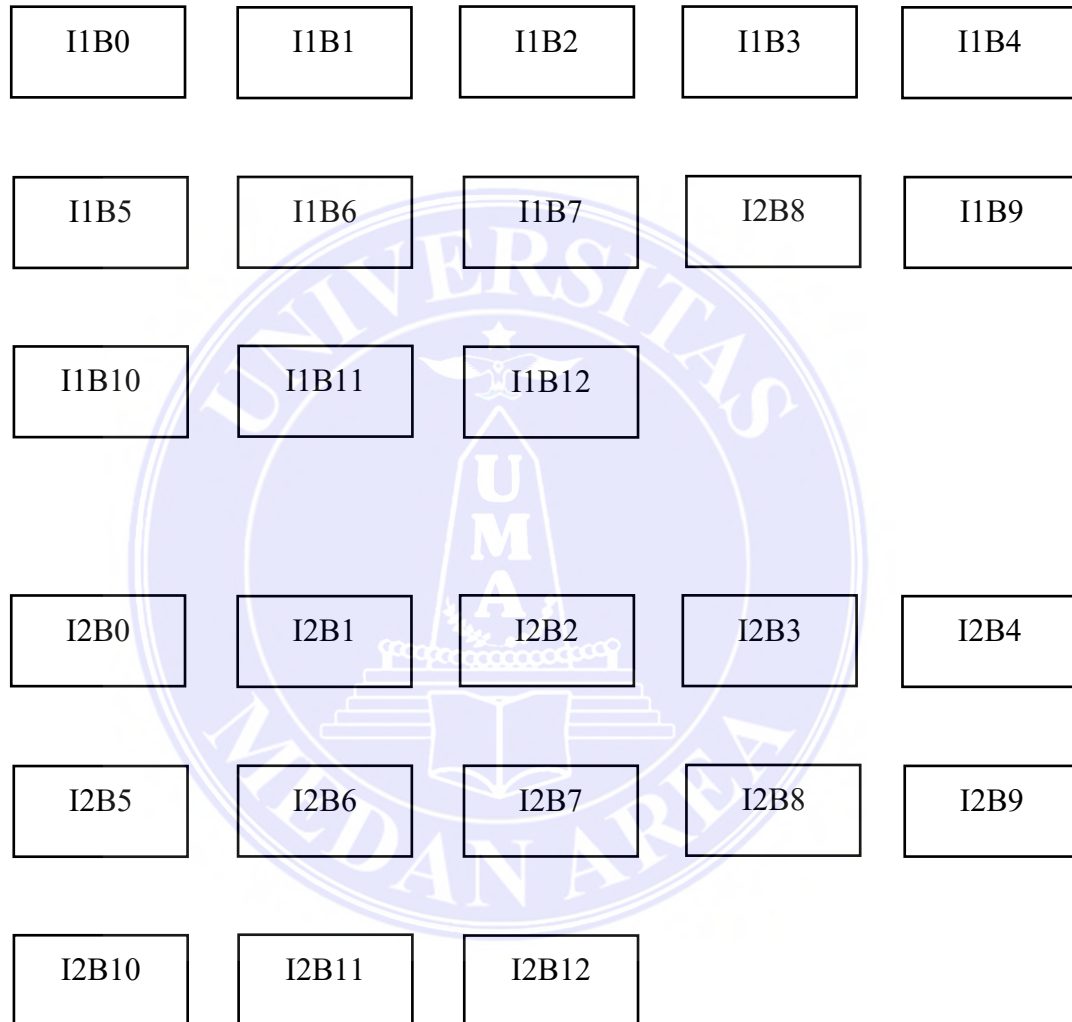
- Vega, E.F, Posada, F, Aime, M.C, Ripoll, M.P, dan Infante F. 2008. Entomopathogenic fungal endophytes. *Biological control*. 46: 72–82 <http://www.sciencedirect.com>. Tanggal akses 15 Maret 2013.
- Wahyudi, P. 2008. Enkapsulasi propagul jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* menggunakan alginat dan pati jagung sebagai produk mikoinsektisida. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 6(2):5156.
- Wicaksono, A.W., I.G.N.G. Trilaksana dan D.N.D.I. Laksmi. 2013. Pemberian Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum*) Terhadap Lama Siklus Estrus Pada Mencit. *Jurnal Indonesia Medicus Veterinus*. 2(4). 369-374.
- Windarti, W.P. 2010. Pengaruh Suspensi Jamur *Metarhizium anisopliae* Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles aconitus*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Wulandari, F. & Batoro, J. 2016. Etnobotani jagung (*Zea mays* L.) pada masyarakat lokal di Desa Pandansari Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang. *Jurnal Biotropika*, 4(1):17-24.
- Yanti, I. 2013. *Metarhizium anisopliae* terhadap Mortalitas Serangga Penyerbuk *Trigona* sp. Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati.
- Yuniarti, F., A. & K. Rahayu. 2013. Perkembangan Status Serangan *Helopeltis antonii* pada Tanaman Kakao di Wilayah Kerja BPTTP Surabaya. Surabaya: BBTTTP.
- Zafar J, Freed S, Khan BA, Farooq M. 2016. Effectiveness of *Beauveria bassiana* against cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Aleyrodidae: Homoptera) on different host plants. *Pakistan J. Zool*. 48(1): 91-99.
- Zahra, S. dan Iskandar, Y. 2017. Review Artikel: Kandungan Senyawa Kimia dan Biokativitas *Ocimum basilicum* L. *Jurnal Farmaka*, 15(3), pp. 143-152.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Denah Kombinasi (Toples) Penelitian

#### Ulangan 1



## Ulangan 2

I1B0	I1B1	I1B2	I1B3	I1B4
I1B5	I1B6	I1B7	I2B8	I1B9
I1B10	I1B11	I1B12		
I2B0	I2B1	I2B2	I2B3	I2B4
I2B5	I2B6	I2B7	I2B8	I2B9
I2B10	I2B11	I2B12		

**Lampiran 2. Jadwal Kegiatan Penelitian**

Jadwal Kegiatan	Bulan																							
	Oktober - November 2022				Desember 2022 - Januari 2023					Februari - Maret 2023														
	Minggu Ke-																							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3
Persiapan Bahan dan Alat	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Sterilisasi Alat dan Bahan	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Penyediaan Bahan Pembuatan Ekstrak Daun Cengkeh, dan Daun Kemangi	█	█	█																					
Pembuatan Media PDA																					█	█	█	█
Perbanyakkan Jamur pada Media PDA																					█	█	█	█
Perbanyakkan Jamur pada Media Beras																						█	█	█
Rearing Larva																								
Penanam Tanaman Jagung Untuk Pakan <i>Spodoptera frugiperda</i> dan perawatan																								
Pengaplikasian Ekstrak dan Pengamatan																								
Pengolahan Data																								
Penyusunan Skripsi																								

Jadwal Kegiatan	Bulan																											
	April - Mei 2023								Juni - Juli 2023								Agustus – September 2023											
	Minggu Ke-																											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4			
Persiapan Bahan dan Alat																												
Sterilisasi Alat dan Bahan																												
Penyediaan Bahan Pembuatan Ekstrak Daun Cengkeh, dan Daun Kemangi																												
Pembuatan Media PDA																												
Perbanyak jamur pada Media PDA																												
Perbanyak jamur pada Media Beras																												
Rearing Larva																												
Penanam Tanaman Jagung Untuk Pakan <i>Spodoptera frugiperda</i> dan perawatan																												
Pengaplikasian Ekstrak dan Pengamatan																												
Pengolahan Data																												
Penyusunan Skripsi																												

**Lampiran 3. Data Pengamatan Jumlah Kematian Larva (ekor)**

Pengamatan 1 HSA						Pengamatan 2 HSA					
Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5		Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan				Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2			1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0	B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	0	0	0	B1	5	0	1	0	0
B2	5	0	0	0	0	B2	5	0	1	0	0
B3	5	0	0	0	0	B3	5	2	1	0	0
B4	5	0	0	0	0	B4	5	1	1	1	0
B5	5	0	0	0	0	B5	5	1	1	0	0
B6	5	0	0	0	0	B6	5	2	1	1	0
B7	5	0	0	0	0	B7	5	0	2	0	0
B8	5	0	0	0	0	B8	5	1	1	0	0
B9	5	0	0	0	0	B9	5	1	2	1	1
B10	5	0	0	0	0	B10	5	2	0	1	0
B11	5	0	0	0	0	B11	5	1	0	1	1
B12	5	0	0	0	0	B12	5	2	1	1	0

Pengamatan 3 HSA						Pengamatan 4 HSA					
Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5		Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan				Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2			1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0	B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	1	0	0	B1	5	0	1	0	0
B2	5	0	1	0	0	B2	5	0	1	0	0
B3	5	2	1	0	0	B3	5	2	1	0	0
B4	5	1	1	1	0	B4	5	1	1	1	0
B5	5	1	3	0	0	B5	5	1	3	0	0
B6	5	1	1	1	0	B6	5	2	1	1	0
B7	5	0	2	0	0	B7	5	0	2	0	0
B8	5	1	1	0	0	B8	5	1	2	0	0
B9	5	1	2	1	0	B9	5	1	2	1	0
B10	5	2	0	1	0	B10	5	2	0	1	0
B11	5	1	0	1	1	B11	5	1	0	1	1
B12	5	2	1	1	0	B12	5	2	1	1	0

Pengamatan 5 HSA						Pengamatan 6 HSA					
Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5		Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan				Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2			1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0	B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	1	0	0	B1	5	0	1	1	0
B2	5	1	1	0	0	B2	5	1	2	0	0
B3	5	2	3	0	0	B3	5	2	2	0	0
B4	5	1	1	1	1	B4	5	1	2	1	1
B5	5	2	3	0	0	B5	5	1	3	0	0
B6	5	2	1	1	0	B6	5	2	1	2	0
B7	5	4	2	0	5	B7	5	4	5	2	5
B8	5	2	1	0	5	B8	5	5	4	5	5
B9	5	1	2	1	5	B9	5	5	5	3	5
B10	5	3	0	1	2	B10	5	3	1	3	2
B11	5	1	0	1	1	B11	5	4	1	3	1
B12	5	2	1	1	0	B12	5	4	4	2	0

Pengamatan 7 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	1	1	0
B2	5	1	2	0	0
B3	5	2	2	0	0
B4	5	1	2	1	1
B5	5	1	3	0	0
B6	5	2	1	2	0
B7	5	4	5	2	5
B8	5	5	4	5	5
B9	5	5	5	3	5
B10	5	3	1	3	2
B11	5	4	1	3	1
B12	5	4	4	2	0

Pengamatan 8 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	1	1	0
B2	5	1	2	0	0
B3	5	2	2	1	0
B4	5	1	2	1	1
B5	5	2	3	0	0
B6	5	2	1	2	0
B7	5	5	5	4	5
B8	5	5	5	5	5
B9	5	5	5	3	5
B10	5	4	2	4	5
B11	5	5	4	4	3
B12	5	5	4	3	3

Pengamatan 9 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	2	1	0
B2	5	1	2	0	0
B3	5	2	2	1	0
B4	5	1	2	1	1
B5	5	2	3	0	0
B6	5	2	1	2	0
B7	5	5	5	4	5
B8	5	5	5	5	5
B9	5	5	5	3	5
B10	5	4	2	4	3
B11	5	5	4	4	4
B12	5	5	4	3	3

Pengamatan 10 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	2	1	0
B2	5	1	2	0	0
B3	5	2	2	1	0
B4	5	1	2	1	1
B5	5	2	3	0	0
B6	5	2	1	2	0
B7	5	5	5	4	5
B8	5	5	5	5	5
B9	5	5	5	3	5
B10	5	4	2	4	5
B11	5	5	4	4	4
B12	5	5	4	3	4

Pengamatan 11 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	3	1	0
B2	5	2	3	0	0
B3	5	2	2	1	0
B4	5	2	2	1	1
B5	5	2	3	0	0
B6	5	2	3	2	1
B7	5	5	5	4	5
B8	5	5	5	5	5
B9	5	5	5	3	5
B10	5	4	2	4	5
B11	5	5	5	5	4
B12	5	5	5	4	4

Pengamatan 12 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	3	1	0
B2	5	2	3	0	0
B3	5	2	2	1	0
B4	5	2	2	1	1
B5	5	2	3	0	0
B6	5	2	3	2	0
B7	5	5	5	4	5
B8	5	5	5	5	5
B9	5	5	5	3	5
B10	5	4	2	4	5
B11	5	5	5	5	4
B12	5	5	5	4	4

Pengamatan 13 HSA						Pengamatan 14 HSA					
Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5		Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan				Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2			1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0	B0	5	0	0	0	0
B1	5	1	3	1	0	B1	5	1	3	1	0
B2	5	2	2	0	0	B2	5	2	2	0	0
B3	5	2	2	1	0	B3	5	2	2	1	0
B4	5	1	2	1	1	B4	5	1	2	1	1
B5	5	1	3	0	0	B5	5	1	3	0	0
B6	5	2	3	2	0	B6	5	2	3	2	0
B7	5	5	5	4	5	B7	5	5	5	4	5
B8	5	5	5	5	5	B8	5	5	5	5	5
B9	5	5	5	5	5	B9	5	5	5	5	5
B10	5	4	4	4	5	B10	5	4	4	4	5
B11	5	5	5	5	4	B11	5	5	5	5	4
B12	5	5	5	4	4	B12	5	5	5	4	4

Pengamatan 15 HSA						Pengamatan 16 HSA					
Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5		Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan				Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2			1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0	B0	5	0	0	0	0
B1	5	1	3	1	0	B1	5	1	3	1	0
B2	5	2	3	0	0	B2	5	2	3	0	0
B3	5	2	2	1	0	B3	5	2	2	1	0
B4	5	1	3	1	1	B4	5	1	3	1	1
B5	5	2	3	0	1	B5	5	2	3	0	1
B6	5	2	3	2	0	B6	5	2	3	2	0
B7	5	5	5	4	4	B7	5	5	5	4	4
B8	5	5	5	5	5	B8	5	5	5	5	5
B9	5	5	5	5	5	B9	5	5	5	5	5
B10	5	4	4	4	5	B10	5	4	4	4	5
B11	5	5	5	5	4	B11	5	5	5	5	4
B12	5	5	5	3	4	B12	5	5	5	3	4

Pengamatan 17 HSA						Pengamatan 18 HSA					
Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5		Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan				Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2			1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0	B0	5	0	0	0	0
B1	5	1	3	1	0	B1	5	1	3	1	0
B2	5	2	3	0	2	B2	5	2	3	0	2
B3	5	2	2	1	0	B3	5	2	2	1	0
B4	5	1	3	1	1	B4	5	1	3	1	1
B5	5	2	3	0	1	B5	5	2	3	0	1
B6	5	3	3	2	0	B6	5	3	3	2	0
B7	5	5	5	4	4	B7	5	5	5	4	4
B8	5	5	5	5	5	B8	5	5	5	5	5
B9	5	5	5	5	5	B9	5	5	5	5	5
B10	5	4	4	4	5	B10	5	4	4	4	5
B11	5	5	5	5	4	B11	5	5	5	5	4
B12	5	5	5	4	4	B12	5	5	5	4	4

Pengamatan 19 HSA						Pengamatan 20 HSA					
Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5		Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan				Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2			1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0	B0	5	0	0	0	0
B1	5	1	3	1	0	B1	5	1	3	1	0
B2	5	2	3	0	2	B2	5	2	3	0	2
B3	5	2	2	1	0	B3	5	2	2	1	0
B4	5	1	3	1	1	B4	5	1	3	1	1
B5	5	2	3	0	1	B5	5	2	3	0	1
B6	5	3	3	2	0	B6	5	3	3	2	0
B7	5	5	5	4	4	B7	5	5	5	5	4
B8	5	5	5	5	5	B8	5	5	5	5	5
B9	5	5	5	5	5	B9	5	5	5	5	5
B10	5	4	4	4	5	B10	5	4	4	4	5
B11	5	5	5	5	4	B11	5	5	5	5	4
B12	5	5	5	4	4	B12	5	5	5	5	4

Pengamatan 21 HSA						Pengamatan 22 HSA					
Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5		Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan				Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2			1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0	B0	5	0	0	0	0
B1	5	1	3	1	0	B1	5	1	3	1	0
B2	5	2	3	0	2	B2	5	2	3	0	2
B3	5	2	2	1	0	B3	5	2	2	1	0
B4	5	1	3	1	1	B4	5	1	3	1	1
B5	5	2	3	1	0	B5	5	2	3	1	0
B6	5	3	3	2	0	B6	5	3	3	2	0
B7	5	5	5	5	4	B7	5	5	5	5	4
B8	5	5	5	5	5	B8	5	5	5	5	5
B9	5	5	5	5	5	B9	5	5	5	5	5
B10	5	4	4	4	5	B10	5	4	4	4	5
B11	5	5	5	5	4	B11	5	5	5	5	4
B12	5	5	5	5	4	B12	5	5	5	5	4



**Lampiran 4. Data Mortalitas Larva *Spodoptera frugiperda* (%)**

Pengamatan 1 HSA						Pengamatan 2 HSA					
Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5		Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan				Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2			1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0	B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	0	0	0	B1	5	0	20	0	0
B2	5	0	0	0	0	B2	5	0	20	0	0
B3	5	0	0	0	0	B3	5	40	20	0	0
B4	5	0	0	0	0	B4	5	20	20	20	0
B5	5	0	0	0	0	B5	5	20	20	0	0
B6	5	0	0	0	0	B6	5	40	20	20	0
B7	5	0	0	0	0	B7	5	0	40	0	0
B8	5	0	0	0	0	B8	5	20	20	0	0
B9	5	0	0	0	0	B9	5	20	40	20	20
B10	5	0	0	0	0	B10	5	40	0	20	0
B11	5	0	0	0	0	B11	5	20	0	20	20
B12	5	0	0	0	0	B12	5	40	20	20	0

Pengamatan 3 HSA						Pengamatan 4 HSA					
Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5		Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan				Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2			1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0	B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	20	0	0	B1	5	0	20	0	0
B2	5	0	20	0	0	B2	5	0	20	0	0
B3	5	40	20	0	0	B3	5	40	20	0	0
B4	5	20	20	20	0	B4	5	20	20	20	0
B5	5	20	60	0	0	B5	5	20	60	0	0
B6	5	20	20	20	0	B6	5	40	20	20	0
B7	5	0	40	0	0	B7	5	0	40	0	0
B8	5	20	20	0	0	B8	5	20	40	0	0
B9	5	20	40	20	0	B9	5	20	40	20	0
B10	5	40	0	20	0	B10	5	40	0	20	0
B11	5	20	0	20	20	B11	5	20	0	20	20
B12	5	40	20	20	0	B12	5	40	20	20	0

Pengamatan 5 HSA						Pengamatan 6 HSA					
Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5		Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan				Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2			1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0	B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	20	0	0	B1	5	0	20	20	0
B2	5	20	20	0	0	B2	5	20	40	0	0
B3	5	40	60	0	0	B3	5	40	40	0	0
B4	5	20	20	20	20	B4	5	20	40	20	20
B5	5	40	60	0	0	B5	5	20	60	0	0
B6	5	40	20	20	0	B6	5	40	20	40	0
B7	5	80	40	0	100	B7	5	80	100	40	100
B8	5	40	20	0	100	B8	5	100	80	100	100
B9	5	20	40	20	100	B9	5	100	100	60	100
B10	5	60	0	20	40	B10	5	60	20	60	40
B11	5	20	0	20	20	B11	5	80	20	60	20
B12	5	40	20	20	0	B12	5	80	80	40	0

Pengamatan 7 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	20	20	0
B2	5	20	40	0	0
B3	5	40	40	0	0
B4	5	20	40	20	20
B5	5	20	60	0	0
B6	5	40	20	40	0
B7	5	80	100	40	100
B8	5	100	80	100	100
B9	5	100	100	60	100
B10	5	60	20	60	40
B11	5	80	20	60	20
B12	5	80	80	40	0

Pengamatan 8 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	20	20	0
B2	5	20	40	0	0
B3	5	40	40	20	0
B4	5	20	40	20	20
B5	5	40	60	0	0
B6	5	40	20	40	0
B7	5	100	100	80	100
B8	5	100	100	100	100
B9	5	100	100	60	100
B10	5	80	40	80	100
B11	5	100	80	80	60
B12	5	100	80	60	60

Pengamatan 9 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	40	20	0
B2	5	20	40	0	0
B3	5	40	40	20	0
B4	5	20	40	20	20
B5	5	40	60	0	0
B6	5	40	20	40	0
B7	5	100	100	80	100
B8	5	100	100	100	100
B9	5	100	100	60	100
B10	5	80	40	80	60
B11	5	100	80	80	80
B12	5	100	80	60	60

Pengamatan 10 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	40	20	0
B2	5	20	40	0	0
B3	5	40	40	20	0
B4	5	20	40	20	20
B5	5	40	60	0	0
B6	5	40	20	40	0
B7	5	100	100	80	100
B8	5	100	100	100	100
B9	5	100	100	60	100
B10	5	80	40	80	100
B11	5	100	80	80	80
B12	5	100	80	60	80

Pengamatan 11 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	60	20	0
B2	5	40	60	0	0
B3	5	40	40	20	0
B4	5	40	40	20	20
B5	5	40	60	0	0
B6	5	40	60	40	20
B7	5	100	100	80	100
B8	5	100	100	100	100
B9	5	100	100	60	100
B10	5	80	40	80	100
B11	5	100	100	100	80
B12	5	100	100	80	80

Pengamatan 12 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	0	60	20	0
B2	5	40	60	0	0
B3	5	40	40	20	0
B4	5	40	40	20	20
B5	5	40	60	0	0
B6	5	40	60	40	0
B7	5	100	100	80	100
B8	5	100	100	100	100
B9	5	100	100	60	100
B10	5	80	40	80	100
B11	5	100	100	100	80
B12	5	100	100	80	80

Pengamatan 13 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	20	60	20	0
B2	5	40	40	0	0
B3	5	40	40	20	0
B4	5	20	40	20	20
B5	5	20	60	0	0
B6	5	40	60	40	0
B7	5	100	100	80	100
B8	5	100	100	100	100
B9	5	100	100	100	100
B10	5	80	80	80	100
B11	5	100	100	100	80
B12	5	100	100	80	80

Pengamatan 14 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	20	60	20	0
B2	5	40	40	0	0
B3	5	40	40	20	0
B4	5	20	40	20	20
B5	5	20	60	0	0
B6	5	40	60	40	0
B7	5	100	100	80	100
B8	5	100	100	100	100
B9	5	100	100	100	100
B10	5	80	80	80	100
B11	5	100	100	100	80
B12	5	100	100	80	80

Pengamatan 15 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	20	60	20	0
B2	5	40	60	0	0
B3	5	40	40	20	0
B4	5	20	60	20	20
B5	5	40	60	0	20
B6	5	40	60	40	0
B7	5	100	100	80	80
B8	5	100	100	100	100
B9	5	100	100	100	100
B10	5	80	80	80	100
B11	5	100	100	100	80
B12	5	100	100	60	80

Pengamatan 16 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	20	60	20	0
B2	5	40	60	0	0
B3	5	40	40	20	0
B4	5	20	60	20	20
B5	5	40	60	0	20
B6	5	40	60	40	0
B7	5	100	100	80	80
B8	5	100	100	100	100
B9	5	100	100	100	100
B10	5	80	80	80	100
B11	5	100	100	100	80
B12	5	100	100	60	80

Pengamatan 17 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	20	60	20	0
B2	5	40	60	0	40
B3	5	40	40	20	0
B4	5	20	60	20	20
B5	5	40	60	0	20
B6	5	60	60	40	0
B7	5	100	100	80	80
B8	5	100	100	100	100
B9	5	100	100	100	100
B10	5	80	80	80	100
B11	5	100	100	100	80
B12	5	100	100	80	80

Pengamatan 18 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	20	60	20	0
B2	5	40	60	0	40
B3	5	40	40	20	0
B4	5	20	60	20	20
B5	5	40	60	0	20
B6	5	60	60	40	0
B7	5	100	100	80	80
B8	5	100	100	100	100
B9	5	100	100	100	100
B10	5	80	80	80	100
B11	5	100	100	100	80
B12	5	100	100	80	80

Pengamatan 19 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	20	60	20	0
B2	5	40	60	0	40
B3	5	40	40	20	0
B4	5	20	60	20	20
B5	5	40	60	0	20
B6	5	60	60	40	0
B7	5	100	100	80	80
B8	5	100	100	100	100
B9	5	100	100	100	100
B10	5	80	80	80	100
B11	5	100	100	100	80
B12	5	100	100	80	80

Pengamatan 20 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	20	60	20	0
B2	5	40	60	0	40
B3	5	40	40	20	0
B4	5	20	60	20	20
B5	5	40	60	0	20
B6	5	60	60	40	0
B7	5	100	100	100	80
B8	5	100	100	100	100
B9	5	100	100	100	100
B10	5	80	80	80	100
B11	5	100	100	100	80
B12	5	100	100	100	80

Pengamatan 21 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	20	60	20	0
B2	5	40	60	0	40
B3	5	40	40	20	0
B4	5	20	60	20	20
B5	5	40	60	20	0
B6	5	60	60	40	0
B7	5	100	100	100	80
B8	5	100	100	100	100
B9	5	100	100	100	100
B10	5	80	80	80	100
B11	5	100	100	100	80
B12	5	100	100	100	80

Pengamatan 22 HSA

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	20	60	20	0
B2	5	40	60	0	40
B3	5	40	40	20	0
B4	5	20	60	20	20
B5	5	40	60	20	0
B6	5	60	60	40	0
B7	5	100	100	100	80
B8	5	100	100	100	100
B9	5	100	100	100	100
B10	5	80	80	80	100
B11	5	100	100	100	80
B12	5	100	100	100	80

**Lampiran 5. Jumlah Pupa dan Imago Terbentuk (ekor)**  
**Pembentukan pupa pada 7 – 14 HSA**

**Jumlah Pupa Normal**

Perlakuan	Jumlah Larva Uji / Perlakuan	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	5	5	5	5
B1	5	3	0	3	4
B2	5	3	1	3	3
B3	5	3	2	3	5
B4	5	4	2	4	3
B5	5	3	0	4	4
B6	5	2	1	2	4
B7	5	0	0	0	1
B8	5	0	0	0	0
B9	5	0	0	0	0
B10	5	1	1	1	0
B11	5	0	0	0	0
B12	5	0	0	0	1

**Jumlah Pupa Cacat**

Perlakuan	Jumlah Larva Uji / Perlakuan	Instar 3		Instar 5	
		Ulangan		Ulangan	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	0
B1	5	1	2	1	1
B2	5	0	1	2	0
B3	5	0	1	1	0
B4	5	0	0	0	1
B5	5	0	1	1	1
B6	5	0	1	1	1
B7	5	0	0	0	0
B8	5	0	0	0	0
B9	5	0	0	0	0
B10	5	0	0	0	0
B11	5	0	0	0	1
B12	5	0	0	0	0

## Pembentukan imago pada 3 – 4 HSA

### Jumlah Imago Normal

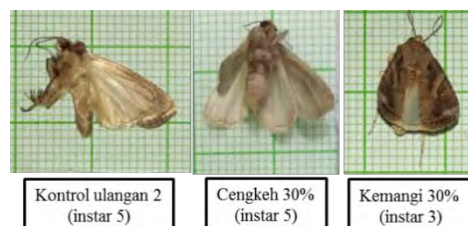
Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		1	2	1	2
B0	5	5	5	5	4
B1	5	3	2	3	3
B2	5	3	1	3	1
B3	5	3	2	3	5
B4	5	4	1	4	3
B5	5	4	1	4	3
B6	5	2	1	2	4
B7	5	0	0	0	1
B8	5	0	0	0	0
B9	5	0	0	0	0
B10	5	1	1	1	0
B11	5	0	0	0	0
B12	5	0	0	0	1

### Jumlah Imago Cacat

Perlakuan	Jumlah larva uji	Instar 3		Instar 5	
		1	2	1	2
B0	5	0	0	0	1 <sup>^</sup>
B1	5	0*	0	0*	1 <sup>^</sup>
B2	5	0	0*	0*	0
B3	5	0	0*	0*	0
B4	5	0	1 <sup>^</sup>	0	0*
B5	5	0	0*	0	0*
B6	5	0	0*	0*	0*
B7	5	0	0	0	0
B8	5	0	0	0	0
B9	5	0	0	0	0
B10	5	0	0	0	0
B11	5	0	0	0	0*
B12	5	0	0	0	0

Keterangan : \* = Pupa cacat gagal menjadi imago;

<sup>^</sup> = Imago cacat yang berasal dari pupa normal



**Lampiran 6. Bobot Daun Dimakan (g)****Bobot daun dimakan (instar 3)**

Perlakuan	1		4		7		10		13		16		19		22	
	Ulangan		Ulangan		Ulangan		Ulangan		Ulangan		Ulangan		Ulangan		Ulangan	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
B0	1.27	1.01	0.99	0.93	1.14	0.85	1.76	1.69	1.46	3.03	4.43	2.27	2.04	3.48	3.17	1.46
B1	1.34	1.04	0.81	1.49	0.78	1	2.36	2.28	2.1	1.49	0.78	1	2.36	2.28	2.1	1.49
B2	0.86	0.89	0.57	1.26	0.81	1.49	3.18	4.5	1.19	1.26	0.81	1.49	3.18	4.5	1.19	1.26
B3	1.24	0.91	0.88	1.2	0.57	1.26	2.6	3.02	3.21	1.2	0.57	1.26	2.6	3.02	3.21	1.2
B4	1.12	0.96	1.14	0.93	0.88	1.2	2.07	1.55	1.36	0.93	0.88	1.2	2.07	1.55	1.36	0.93
B5	1.24	1.27	1.09	1.14	1.14	0.93	3.4	1.68	1.68	1.14	1.14	0.93	3.4	1.68	1.68	1.14
B6	1.42	1.01	1.16	0.99	2.36	2.28	2.17	0.78	4.11	0.99	2.36	2.28	2.17	0.78	4.11	0.99
B7	0.16	0.99	0.34	0.78	0.67	1.5	1.19	0.45	1.23	0.68	0.45	0.47	0.69	0.34	0.78	0.18
B8	0.97	0.86	0.46	0.81	0.67	0.86	0.86	0.81	0.56	0.81	0.97	0.86	0.97	0.86	0.86	0.81
B9	0.03	1.24	0.24	0.57	0.03	1.24	1.24	0.57	0.24	0.57	0.03	1.24	0.03	1.24	1.24	0.57
B10	0.86	1.12	0.12	0.88	0.86	1.12	1.12	0.88	0.12	0.88	0.86	1.12	0.86	1.12	1.12	0.88
B11	1.09	1.24	1.24	1.14	1.09	1.24	1.24	1.14	1.24	1.14	1.09	1.24	1.09	1.24	1.24	1.14
B12	1.12	0.42	1.16	0.99	1.12	0.42	1.16	0.99	1.16	0.99	1.12	0.42	1.12	0.42	1.16	0.99

**Bobot daun dimakan (instar 5)**

Perlakuan	1		4		7		10		13		16		19		22	
	Ulangan		Ulangan		Ulangan		Ulangan		Ulangan		Ulangan		Ulangan		Ulangan	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
B0	1.27	1.01	1.99	1.93	1.14	2.85	1.76	1.69	1.46	3.03	4.43	2.27	2.04	3.48	3.17	1.46
B1	1.34	1.04	2.81	1.49	2.78	1.98	2.36	2.28	2.10	2.49	1.78	1.70	2.36	2.28	2.10	1.49
B2	1.86	0.89	0.57	1.26	0.81	1.49	2.18	4.50	1.19	1.26	0.81	1.49	3.18	4.50	1.19	1.26
B3	1.24	1.91	0.88	1.20	0.57	1.26	2.60	3.02	3.21	1.20	0.57	1.26	2.60	3.02	3.21	1.20
B4	1.42	1.01	1.16	0.99	2.36	2.28	2.17	0.78	4.11	0.99	2.36	2.28	2.17	0.78	4.11	0.99
B5	1.24	1.27	1.09	1.14	1.14	0.93	3.40	1.68	1.68	1.14	1.14	0.93	3.40	1.68	1.68	1.14
B6	1.12	0.96	1.14	0.93	0.88	1.20	2.07	1.55	1.36	0.93	0.88	1.20	2.07	1.55	1.36	0.93
B7	0.29	0.38	0.77	0.59	0.54	0.10	0.27	0.20	1.42	1.07	0.77	0.59	0.54	0.10	0.27	0.27
B8	0.17	0.16	0.65	0.76	0.80	0.07	0.22	0.21	0.81	0.75	0.65	0.76	0.80	0.07	0.22	0.22
B9	0.31	0.14	0.69	0.52	0.45	0.09	0.25	0.25	0.95	0.99	0.69	0.52	0.45	0.09	0.25	0.25
B10	0.22	0.18	1.13	0.56	0.84	0.11	0.29	0.22	1.04	1.08	1.13	0.56	1.84	0.11	0.29	0.29
B11	0.22	0.20	0.44	0.97	0.46	0.20	0.27	0.31	0.81	1.30	0.44	0.97	0.46	0.20	0.27	0.27
B12	0.22	0.24	0.65	0.75	0.50	0.12	0.30	0.41	0.74	1.01	0.65	0.75	0.50	0.12	0.30	0.30



**Lampiran 7. Hasil Mortalitas Larva Pada Seluruh Variabel****Analisis mortalitas larva *Spodoptera frugiperda*****Mortalitas larva 1 HSA**

SK	DB	JK	KT	F.hit	F.tab		Notasi
					0,05	0,01	
<b>Instar</b>	1	0	0	0	4,098172	7,352545	tn
<b>Bioinsektisida</b>	12	0	0	0	2,017276	2,692322	tn
<b>Interaksi</b>	12	0	0	0	2,017276	2,692322	tn
<b>Galat/sisa</b>	38	0	0				
<b>Total</b>	51	0					

**Mortalitas larva 4 HSA**

SK	DB	JK	KT	F.hit	F.tab		Notasi
					0,05	0,01	
<b>Instar</b>	1	3392,308	3392,308	25,78154	4,098172	7,352545	**
<b>Bioinsektisida</b>	12	2076,923	173,0769	1,315385	2,017276	2,692322	tn
<b>Interaksi</b>	12	2107,692	175,641	1,334872	2,017276	2,692322	tn
<b>Galat/sisa</b>	38	5000	131,5789				
<b>Total</b>	51	12576,92					

**Mortalitas larva 7 HSA**

SK	DB	JK	KT	F.hit	F.tab		Notasi
					0,05	0,01	
<b>Instar</b>	1	3723,077	3723,077	14,14769	4,098172	7,352545	**
<b>Bioinsektisida</b>	12	46600	3883,333	14,75667	2,017276	2,692322	**
<b>Interaksi</b>	12	5276,923	439,7436	1,671026	2,017276	2,692322	tn
<b>Galat/sisa</b>	38	10000	263,1579				
<b>Total</b>	51	65600					

**Mortalitas larva 10 HSA**

SK	DB	JK	KT	F.hit	F.tab		Notasi
					0,05	0,01	
<b>Instar</b>	1	2223,077	2223,077	15,64387	4,098172	7,352545	**
<b>Bioinsektisida</b>	12	65292,31	5441,026	38,2887	2,017276	2,692322	**
<b>Interaksi</b>	12	4276,923	356,4103	2,508072	2,017276	2,692322	*
<b>Galat/sisa</b>	38	5400	142,1053				
<b>Total</b>	51	77192,31					

**Mortalitas larva 13 HSA**

SK	DB	JK	KT	F.hit	F.tab		Notasi
					0,05	0,01	
<b>Instar</b>	1	3392,308	3392,308	33,92308	4,098172	7,352545	**
<b>Bioinsektisida</b>	12	71800	5983,333	59,83333	2,017276	2,692322	**
<b>Interaksi</b>	12	3307,692	275,641	2,75641	2,017276	2,692322	**
<b>Galat/sisa</b>	38	3800	100				
<b>Total</b>	51	82300					

**Mortalitas larva 16 HSA**

SK	DB	JK	KT	F.hit	F.tab		Notasi
					0,05	0,01	
<b>Instar</b>	1	4807,692	4807,692	43,49817	4,098172	7,352545	**
<b>Bioinsektisida</b>	12	64169,23	5347,436	48,38156	2,017276	2,692322	**
<b>Interaksi</b>	12	3892,308	324,359	2,934676	2,017276	2,692322	**
<b>Galat/sisa</b>	38	4200	110,5263				
<b>Total</b>	51	77069,23					

**Mortalitas larva 19 HSA**

SK	DB	JK	KT	F.hit	F.tab		Notasi
					0,05	0,01	
<b>Instar</b>	1	3723,077	3723,077	29,47436	4,098172	7,352545	**
<b>Bioinsektisida</b>	12	63923,08	5326,923	42,17147	2,017276	2,692322	**
<b>Interaksi</b>	12	3276,923	273,0769	2,161859	2,017276	2,692322	*
<b>Galat/sisa</b>	38	4800	126,3158				
<b>Total</b>	51	75723,08					

**Mortalitas larva 22 HSA**

SK	DB	JK	KT	F.hit	F.tab		Notasi
					0,05	0,01	
<b>Instar</b>	1	3392,308	3392,308	25,78154	4,098172	7,352545	**
<b>Bioinsektisida</b>	12	65307,69	5442,308	41,36154	2,017276	2,692322	**
<b>Interaksi</b>	12	3307,692	275,641	2,094872	2,017276	2,692322	*
<b>Galat/sisa</b>	38	5000	131,5789				
<b>Total</b>	51	77007,69					

**Persentase Pembentukan Pupa****Persen pupa normal**

SK	DB	JK	KT	F.hit	F.tab		Notasi
					0,05	0,01	
<b>Instar</b>	1	1969,2308	1969,231	13,36264	4,098172	7,352545	**
<b>Bioinsektisida</b>	12	53830,769	4485,897	30,44002	2,017276	2,692322	**
<b>Interaksi</b>	12	2630,7692	219,2308	1,487637	2,017276	2,692322	tn
<b>Galat/sisa</b>	38	5600	147,3684				
<b>Total</b>	51	64030,769					

**Persen pupa cacat**

SK	DB	JK	KT	F.hit	F.tab		Notasi
					0,05	0,01	
<b>Instar</b>	1	192,30769	192,3077	2,805256	4,098172	7,352545	tn
<b>Bioinsektisida</b>	12	1569,2308	130,7692	1,907574	2,017276	2,692322	tn
<b>Interaksi</b>	12	707,69231	58,97436	0,860279	2,017276	2,692322	tn
<b>Galat/sisa</b>	38	2605	68,55263				
<b>Total</b>	51	5074,2308					

**Persentase imago terbentuk****Persen imago normal**

SK	DB	JK	KT	F.hit	F.tab		Notasi
					0,05	0,01	
<b>Instar</b>	1	1969,231	1969,231	11,69231	4,098172	7,352545	**
<b>Bioinsektisida</b>	12	51892,31	4324,359	25,67588	2,017276	2,692322	**
<b>Interaksi</b>	12	2630,769	219,2308	1,301683	2,017276	2,692322	tn
<b>Galat/sisa</b>	38	6400	168,4211				
<b>Total</b>	51	62892,31					

**Persen imago cacat**

SK	DB	JK	KT	F.hit	F.tab		Notasi
					0,05	0,01	
<b>Instar</b>	1	0	0	0	4,098172	7,352545	tn
<b>Bioinsektisida</b>	12	169,2308	14,10256	1,323204	2,017276	2,692322	tn
<b>Interaksi</b>	12	200	16,66667	1,563786	2,017276	2,692322	tn
<b>Galat/sisa</b>	38	405	10,65789				
<b>Total</b>	51	774,2308					

**Bobot daun dikonsumsi larva uji****Bobot daun dimakan**

SK	DB	JK	KT	F.hit	F.tab		Notasi
					0,05	0,01	
<b>Instar</b>	1	0,143647	0,143647	2,050467	4,098172	7,352545	tn
<b>Bioinsektisida</b>	12	18,37096	1,530913	21,85276	2,017276	2,692322	**
<b>Interaksi</b>	12	1,445953	0,120496	1,720001	2,017276	2,692322	tn
<b>Galat/sisa</b>	38	2,662122	0,070056				
<b>Total</b>	51	22,62268					

## Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Pengambilan Daun Cengkeh Di Lapangan



Gambar 2. Proses Kering Angin Daun Cengkeh



Gambar 3. Pengambilan Daun Kemangi Di Pasar



Gambar 4. Proses Kering Angin Daun Kemangi



Gambar 5. Penghalusan Bahan Ekstrak



Gambar 6. Proses Rotary Evaporator



Gambar 7. Uji Fitokimia



Gambar 8. Persiapan Alat

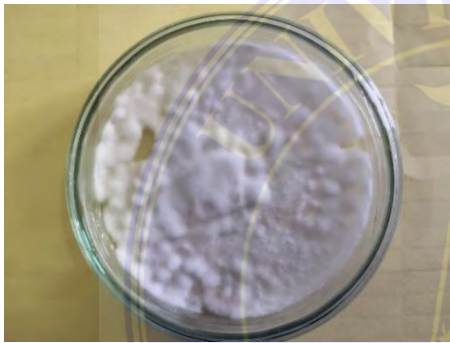




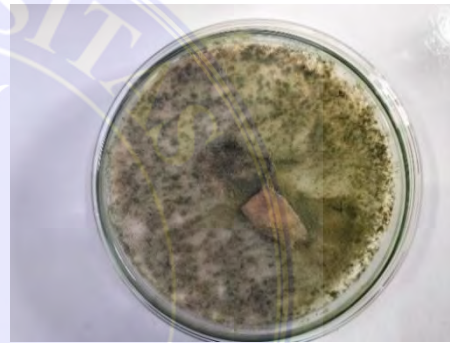
Gambar 9. Pembuatan Media PDA



Gambar 10. Perbanyakkan Jamur Di Media PDA



Gambar 11. Jamur *Beauveria bassiana*



Gambar 12. Jamur *Metarhizium anisopliae*



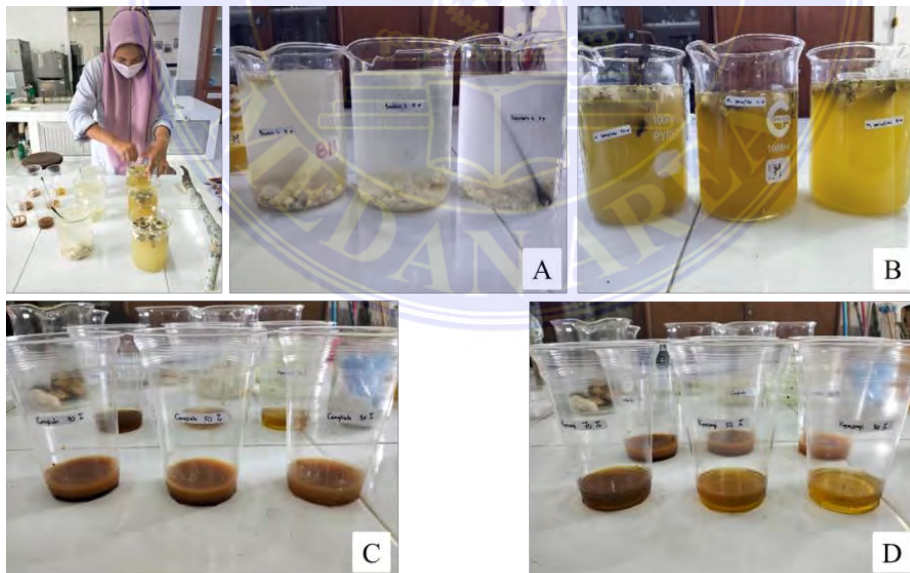
Gambar 13. Perbanyakkan Jamur Di Media Beras



Gambar 14. (a) Ekstrak Cengkeh (b) Ekstrak Kemangi

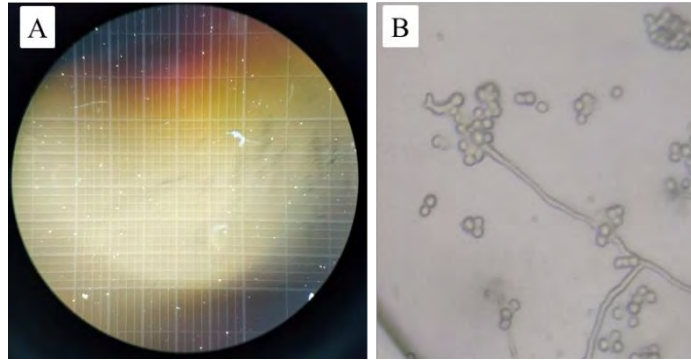


Gambar 15. Proses Rearing *Spodoptera frugiperda*

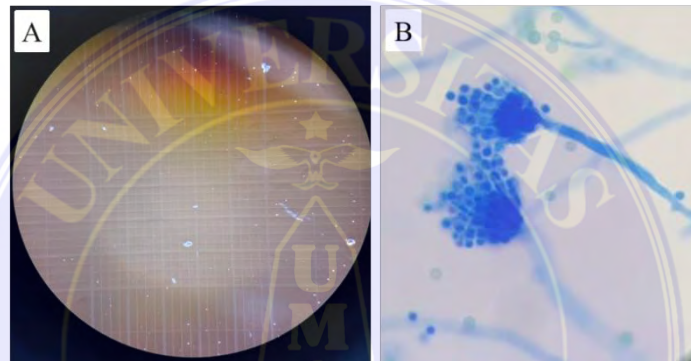


Gambar 16. Pembuatan Larutan Suspensi Jamur (a) *Beauveria bassiana*, (b) *Metarhizium anisopliae*, Dan Suspensi Biopestisida (c) Ekstrak Cengkeh, (d) Ekstrak Kemangi





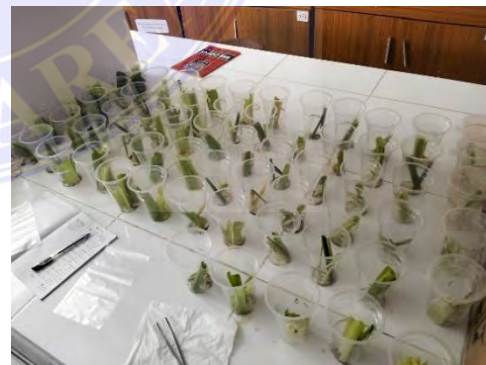
Gambar 17. (a). Kerapatan Spora *Beauveria bassiana* Dan (b). Gambar Secara Mikroskopis *Beauveria bassiana*



Gambar 18. (a). Kerapatan Spora *Metarhizium anisopliae* Dan (b). Gambar Secara Mikroskopis *Metarhizium anisopliae*



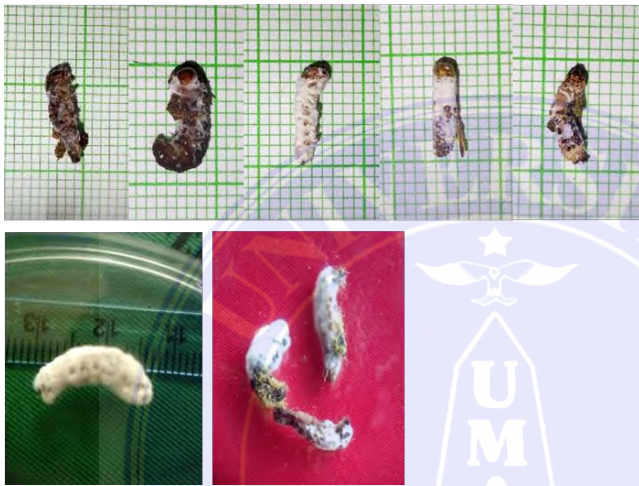
Gambar 19. Penimbangan Pakan Awal



Gambar 20. Pengaplikasian Jamur Dan Biopestisida Terhadap Larva



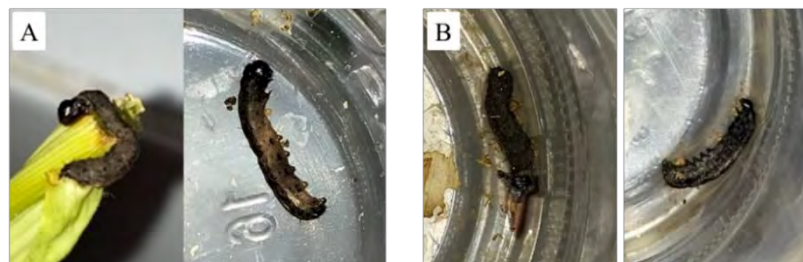
Gambar 21. Penimbangan Pakan Akhir



Gambar 22. Larva *Spodoptera frugiperda* Yang Terinfeksi Jamur *Beauveria bassiana*



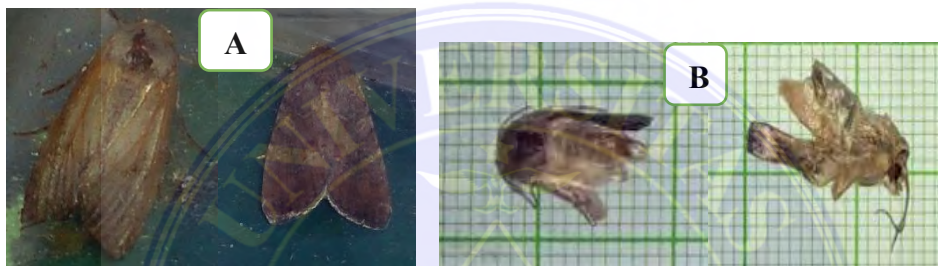
Gambar 23. Larva *Spodoptera frugiperda* Yang Terinfeksi Jamur *Metarhizium anisopliae*



Gambar 24. Salah Satu Perlakuan (a) Ekstrak Kemangi Dan (b) Ekstrak Cengkeh Mati 100%



Gambar 25. (a) Pupa Normal, (b) Pupa Abnormal, dan (c) Pupa Abnormal/Cacat (kempes)



Gambar 26. (a) Imago Normal dan (b) Imago Abnormal



Gambar 27. Supervisi Dosen Pembimbing 1&2