

**PENGARUH KONSENTRASI EKSTRAK MENGGUDU (*Morinda citrifolia*)  
TERHADAP PENGHAMBATAN PERKEMBANGAN DAN MORTALITAS  
HAMA *Spodoptera frugiperda***

**(Skripsi)**

**Oleh**

**AZZHARAA TRIXSU KAMILA**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

### **PENGARUH KONSENTRASI EKSTRAK MENGGKUDU (*Morinda citrifolia*) TERHADAP PENGHAMBATAN PERKEMBANGAN DAN MORTALITAS HAMA *Spodoptera frugiperda***

Oleh

**Azzharaa Trixsy Kamiila**

*Spodoptera frugiperda* merupakan salah satu hama penting yang menyerang tanaman pertanian di Indonesia. Pengendalian hama ini masih tergantung pada penggunaan insektisida sintetik. Ketergantungan pada penggunaan insektisida sintetik dalam jangka lama menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan maupun kesehatan manusia. Salah satu teknik pengendalian yang ramah lingkungan adalah aplikasi insektisida nabati, diantaranya adalah ekstrak tanaman mengkudu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak daun dan biji mengkudu terhadap penghambatan perkembangan dan mortalitas hama *Spodoptera frugiperda*. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei hingga September 2022 di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan dan Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian disusun dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas tujuh perlakuan dan tiga ulangan (kelompok). Data yang didapatkan dianalisis dengan sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak daun dan biji mengkudu dapat menyebabkan mortalitas dan menghambat perkembangan *S. frugiperda* dengan mengganggu pembentukan pupa dan imago sehingga menyebabkan pupa dan imago abnormal dan juga menghambat aktivitas makan. Peningkatan konsentrasi ekstrak daun dan biji mengkudu meningkatkan mortalitas dan penghambatan perkembangan *S. frugiperda*. Secara umum, mortalitas dan penghambatan perkembangan *S. frugiperda* yang diaplikasikan dengan ekstrak biji mengkudu nyata lebih tinggi dibandingkan ekstrak daun mengkudu.

**Kata kunci;** insektisida nabati, *Morinda citrifolia* L., *Spodoptera frugiperda*, mortalitas, penghambatan makan.

**PENGARUH KONSENTRASI EKSTRAK MENGGKUDU (*Morinda citrifolia*)  
TERHADAP PENGHAMBATAN PERKEMBANGAN DAN MORTALITAS  
HAMA *Spodoptera frugiperda***

**Oleh**

**Azzharaa Trixsy Kamiila**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Proteksi Tanaman  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

**Judul Skripsi** : **PENGARUH KONSENTRASI EKSTRAK  
MENGKUDU (*Morinda citrifolia*)  
TERHADAP PENGHAMBATAN  
PERKEMBANGAN DAN MORTALITAS  
HAMA *Spodoptera frugiperda***

**Nama Mahasiswa** : **Azzharaa Trixsy Kamiila**

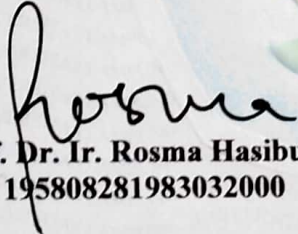
**Nomor Pokok Mahasiswa** : **1814191035**

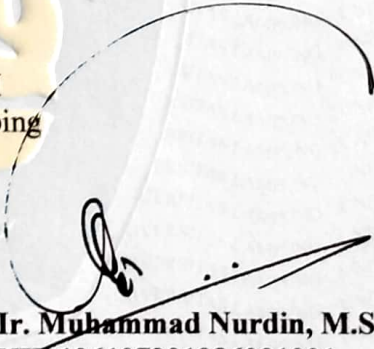
**Jurusan** : **Proteksi Tanaman**

**Fakultas** : **Pertanian**

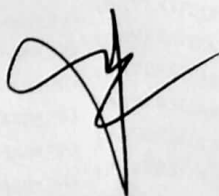


**MENYETUJUI**  
1. Komisi Pembimbing

  
**Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc.**  
**NIP 195808281983032000**

  
**Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.**  
**NIP 196107201986031001**

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman

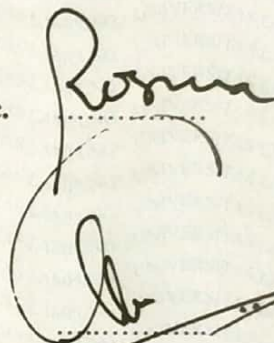


**Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.**  
**NIP 198108152008122001**

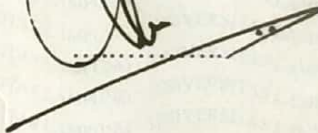
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

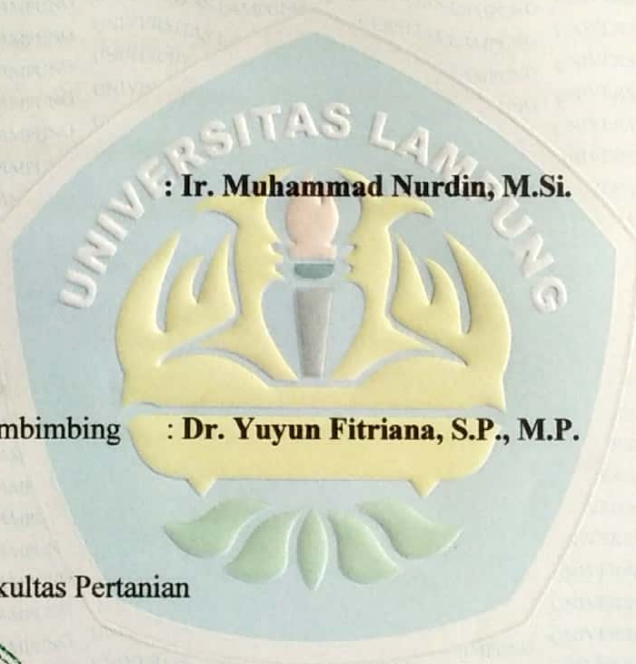
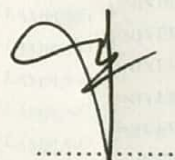
**Ketua : Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc.**



**Sekretaris : Ir. Muhammad Nurdin, M.Si.**



**Penguji  
Bukan Pembimbing : Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



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

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 09 Mei 2023**



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“PENGARUH KONSENTRASI EKSTRAK MENGGUDU (*Morinda citrifolia*) TERHADAP PENGHAMBATAN PERKEMBANGAN DAN MORTALITAS HAMA *Spodoptera frugiperda*”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau buatan orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 26 Mei 2023  
Pembuat Pernyataan



**Azzharaa Trixsy Kamiila**  
NPM. 1814191035

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan pada 29 April 2001 di Bandar Lampung, Lampung. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara, buah pernikahan dari pasangan Papi Eddy Waluyo dan Mami Ida Christina. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) yaitu Aisyiyah Bustanul Athfal Bandar Lampung pada tahun 2006, Sekolah Dasar (SD) di Muhammadiyah 1 Bandar Lampung pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 7 Bandar Lampung, Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 16 Bandar Lampung pada tahun 2018 dan pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada bulan Februari tahun 2021, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Negeri Sakti, Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran. Pada bulan Agustus tahun 2021, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Way Seputih Way Sekampung (BPDASHL WSS) di Pekon Kota Agung, Kecamatan Kota Agung Pusat, Kabupaten Tanggamus. Selama menjalani perkuliahan, penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Pestisida Pertanian pada semester ganjil 2021/2022, mata kuliah Bahasa Inggris pada semester genap 2021/2022, dan mata kuliah Hama Gudang Urban pada semester genap 2021/2022. Selain itu, penulis juga aktif dalam Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) sebagai anggota bidang eksternal tahun 2019/2020 dan ketua bidang eksternal tahun 2021/2022.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul:

**“Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap Penghambatan Perkembangan dan Mortalitas Hama *Spodoptera frugiperda*”**

Dengan penuh rasa syukur dan segala kerendahan hati, karya ini penulis persembahkan sebagai ungkapan terima kasih kepada:

*Papi Eddy Waluyo dan Mami Ida Christina*

yang telah banyak memberikan dukungan, pengorbanan, perjuangan, dan doa yang tidak pernah putus demi keberhasilan penulis.

*Kakak Ahmad Alivan Fajri, Cici Vinky Feraisyia Putri, dan Adik Asyifa Dinda Orinza*

yang selalu menghibur, memberikan dukungan, perhatian serta kasih sayang yang tak terhingga.

Serta

*Almamaterku tercinta*

*Universitas Lampung*



“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

- Q.S. Al-Baqarah: 286 -

“Yakinlah, ada sesuatu yang menantimu setelah banyak kesabaran, yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa betapa pedihnya rasa sakit”

- Ali Bin Abi Thalib -

“Orang yang meraih kesuksesan tidak selalu orang yang pintar. Orang yang meraih kesuksesan adalah orang yang gigih dan pantang menyerah”

- Susi Pudjiastuti -

“Tidak harus sempurna, cukup jadi orang yang konsisten, rela korbakan kesenangan sejenak dan selesaikan dengan baik apa yang sudah dimulai, karena skripsi yang baik adalah skripsi yang selesai, bukan skripsi yang sempurna”

- Guntur Masputra Jr, S.Kom. -

“Apapun dirimu, jadilah yang terbaik”

- Abraham Lincoln -

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan dan dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) terhadap Penghambatan Perkembangan dan Mortalitas Hama *Spodoptera frugiperda*”**. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung. Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan, dorongan, serta saran dari berbagai pihak, sehingga segala kesulitan dapat diatasi dengan baik. Untuk itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P., selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman, pembimbing akademik, serta pembahas yang telah memberikan ilmu, bimbingan, semangat, motivasi, saran serta masukan selama perkuliahan dan penulisan skripsi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc., selaku pembimbing utama yang telah memberikan ilmu, bimbingan, motivasi, saran serta mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran selama pelaksanaan penelitian, sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Ir. Muhammad Nurdin, M.Si., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan ilmu, bimbingan, motivasi, saran serta masukan selama penyusunan skripsi.

5. Kedua orang tua penulis, Papi Eddy Waluyo dan Mami Ida Christina yang tak henti-hentinya selalu memberikan semangat, motivasi, dukungan baik moril maupun materiil serta mendoakan keberhasilan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Kakak-kakak tercinta, Ahmad Alivan Fajri dan Vinky Feraisyia Putri, serta Adik tercinta, Asyifa Dinda Orinza yang selalu menghibur, memberikan semangat, dan dukungan selama penulis melaksanakan perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi.
7. Kakak Olivia Cindowarni yang banyak sekali membantu, memberikan semangat, arahan dan motivasi kepada penulis dalam proses penelitian hingga penyelesaian skripsi.
8. Rekan tim penelitian penulis, Riska Lisa Maharani yang telah banyak membantu penulis dalam proses penelitian hingga penulisan skripsi.
9. Rekan-rekan seperjuangan, Ari, Adi, Ervina, Ike, Irene, Tiara, Cece, Elsa, Malini, Ria, dan Kadek yang telah setia menemani, memberikan semangat, serta mengajarkan penulis untuk menjadi pribadi yang lebih baik.
10. Teman-teman seperjuangan Proteksi Tanaman 2018 atas kerjasama dan kebersamaannya dalam suka maupun duka sejak awal perkuliahan.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa didalam penulisan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan masukan sangat penulis harapkan untuk perbaikan pada penulisan selanjutnya. Akhir kata penulis berharap semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua dan penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Bandar Lampung, 26 Mei 2023



**Azzharaa Trixsy Kamiila**  
NPM. 1814191035

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Kerangka Pemikiran .....	3
1.4 Hipotesis .....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	8
2.1 Ulat Grayak ( <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith) .....	8
2.2 Insektisida Nabati Tanaman Mengkudu ( <i>Morinda citrifolia</i> L.) .....	12
<b>III. BAHAN DAN METODE</b> .....	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	15
3.2 Alat dan Bahan .....	15
3.3 Uji Pendahuluan .....	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	17
3.4.1 Pembiakan Serangga Uji .....	17
3.4.2 Pembuatan Insektisida Ekstrak Daun Mengkudu .....	20
3.4.3 Pembuatan Insektisida Ekstrak Biji Mengkudu .....	24
3.4.4 Pengaplikasian Masing-masing Ekstrak Mengkudu .....	27
3.4.5 Pengamatan dan Pengumpulan Data .....	27
3.5 Analisis Data .....	29
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	30
4.1 Hasil Penelitian .....	30
4.1.1 Persentase Mortalitas <i>S. frugiperda</i> .....	30

4.1.2	Persentase Pupa <i>S. frugiperda</i> Normal dan Abnormal .....	32
4.1.3	Persentase Imago <i>S. frugiperda</i> Normal dan Abnormal .....	33
4.1.4	Lama Hidup <i>S. frugiperda</i> .....	33
4.1.4.1	Lama Hidup Larva <i>S. frugiperda</i> .....	33
4.1.4.2	Lama Hidup Pupa <i>S. frugiperda</i> .....	34
4.1.4.3	Lama Hidup Imago <i>S. frugiperda</i> .....	34
4.1.5	Penghambatan Aktivitas Makan .....	35
4.2	Pembahasan .....	37
<b>V.</b>	<b>SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>43</b>
5.1	Simpulan.....	43
5.2	Saran.....	43
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>44</b>
	<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>50</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> setelah aplikasi daun dan biji mengkudu.....	16
2. Perlakuan dan konsentrasi ekstrak daun dan biji mengkudu .....	17
3. Mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> setelah aplikasi daun dan biji mengkudu.....	31
4. Pupa normal dan pupa abnormal <i>S. frugiperda</i> setelah aplikasi daun dan biji mengkudu.....	32
5. Imago normal dan imago abnormal <i>S. frugiperda</i> setelah aplikasi ekstrak daun dan biji mengkudu.....	33
6. Lama hidup larva <i>S. frugiperda</i> setelah aplikasi daun dan biji mengkudu ....	34
7. Lama hidup pupa <i>S. frugiperda</i> setelah aplikasi daun dan biji mengkudu ....	34
8. Lama hidup imago <i>S. frugiperda</i> setelah aplikasi daun dan biji mengkudu ..	35
9. Penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> setelah aplikasi daun dan biji mengkudu.....	36
10. Rekapitulasi data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> .....	51
11. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 1 HSA.....	52
12. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 1 HSA....	52
13. Sidik ragam (ANARA) mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 1 HSA .....	52
14. Uji BNJ taraf 5% mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 1 HSA.....	53
15. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 2 HSA .....	53
16. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 2 HSA....	53
17. Data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 2 HSA .....	54
18. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 2 HSA .....	54
19. Sidik ragam (ANARA) mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 2 HSA.....	54
20. Uji BNJ taraf 5% mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 2 HSA.....	55



21. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 3 HSA .....	55
22. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 3 HSA....	55
23. Data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 3 HSA .....	56
24. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 3 HSA .....	56
25. Sidik ragam (ANARA) mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 3 HSA.....	56
26. Uji BNJ taraf 5% mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 3 HSA.....	57
27. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 4 HSA .....	57
28. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 4 HSA....	57
29. Data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 4 HSA .....	58
30. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 4 HSA .....	58
31. Sidik ragam (ANARA) mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> pada 4 HSA.....	58
32. Uji BNJ taraf 5% mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 4 HSA.....	59
33. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 5 HSA .....	59
34. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 5 HSA....	59
35. Sidik ragam (ANARA) mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 5 HSA .....	60
36. Uji BNJ taraf 5% mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 5 HSA.....	60
37. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 6 HSA .....	60
38. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 6 HSA....	61
39. Sidik ragam (ANARA) mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 6 HSA .....	61
40. Uji BNJ taraf 5% mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 6 HSA.....	61
41. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 7 HSA .....	62
42. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 7 HSA....	61
43. Sidik ragam (ANARA) mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 7 HSA .....	62
44. Uji BNJ taraf 5% mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 7 HSA.....	63
45. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 8 HSA .....	63
46. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 8 HSA....	63
47. Sidik ragam (ANARA) mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 8 HSA .....	64
48. Uji BNJ taraf 5% mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 8 HSA.....	64
49. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 9 HSA .....	64
50. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 9 HSA....	65

51. Sidik ragam (ANARA) mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 9 HSA .....	65
52. Uji BNJ taraf 5% mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 9 HSA.....	65
53. Data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 10 HSA .....	66
54. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 10 HSA..	66
55. Sidik ragam (ANARA) mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 10 HSA .....	66
56. Uji BNJ taraf 5% mortalitas larva <i>S. frugiperda</i> 10 HSA.....	67
57. Rekapitulasi data pupa abnormal <i>S. frugiperda</i> .....	67
58. Data pupa abnormal <i>S. frugiperda</i> .....	68
59. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data pupa abnormal <i>S. frugiperda</i> .....	68
60. Data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ pupa abnormal <i>S. frugiperda</i> .....	68
61. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ pupa abnormal <i>S. frugiperda</i> .....	69
62. Data transformasi kedua $\sqrt{(x+0,5)}$ pupa abnormal <i>S. frugiperda</i> .....	69
63. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data transformasi kedua $\sqrt{(x+0,5)}$ pupa abnormal <i>S. frugiperda</i> .....	70
64. Sidik ragam (ANARA) pupa abnormal <i>S. frugiperda</i> .....	70
65. Uji BNJ taraf 5% pupa abnormal <i>S. frugiperda</i> .....	70
66. Data pupa normal <i>S. frugiperda</i> .....	71
67. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data pupa normal <i>S. frugiperda</i> .....	71
68. Data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ pupa normal <i>S. frugiperda</i> .....	71
69. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ pupa normal <i>S. frugiperda</i> .....	72
70. Data transformasi kedua $\sqrt{(x+0,5)}$ pupa normal <i>S. frugiperda</i> .....	72
71. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data transformasi kedua $\sqrt{(x+0,5)}$ pupa normal <i>S. frugiperda</i> .....	73
72. Sidik ragam (ANARA) pupa normal <i>S. frugiperda</i> .....	73
73. Uji BNJ taraf 5% pupa normal <i>S. frugiperda</i> .....	73
74. Rekapitulasi data imago normal <i>S. frugiperda</i> .....	74
75. Data imago normal <i>S. frugiperda</i> .....	75
76. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data imago normal <i>S. frugiperda</i> .....	75
77. Sidik ragam (ANARA) imago normal <i>S. frugiperda</i> .....	75
78. Uji BNJ taraf 5% imago normal <i>S. frugiperda</i> .....	76

79. Data imago abnormal <i>S. frugiperda</i> .....	76
80. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data imago abnormal <i>S. frugiperda</i> .....	76
81. Sidik ragam (ANARA) imago abnormal <i>S. frugiperda</i> .....	77
82. Uji BNJ taraf 5% imago abnormal <i>S. frugiperda</i> .....	77
83. Rekapitulasi data lama stadia larva <i>S. frugiperda</i> .....	78
84. Data lama stadia larva instar 3 <i>S. frugiperda</i> .....	79
85. Data lama stadia larva instar 4 <i>S. frugiperda</i> .....	79
86. Data lama stadia larva instar 5 <i>S. frugiperda</i> .....	79
87. Data lama stadia larva instar 6 <i>S. frugiperda</i> .....	79
88. Rekapitulasi data lama stadia pupa <i>S. frugiperda</i> .....	80
89. Data lama stadia pupa <i>S. frugiperda</i> .....	80
90. Rekapitulasi data lama stadia imago <i>S. frugiperda</i> .....	81
91. Data lama stadia imago <i>S. frugiperda</i> .....	81
92. Rekapitulasi data bobot pakan yang dimakan.....	82
93. Rekapitulasi data bobot pakan yang tersisa .....	83
94. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 1 HSA .....	83
95. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 1 HSA.....	84
96. Data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ penghambatan aktivitas makan larva <i>S.</i> <i>frugiperda</i> 1 HSA.....	84
97. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 1 HSA .....	85
98. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 1 HSA .....	85
99. Uji BNJ taraf 5% penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 1 HSA .....	85
100. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 2 HSA .....	86
101. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 2 HSA .....	86
102. Data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ penghambatan aktivitas makan larva <i>S.</i> <i>frugiperda</i> 2 HSA .....	86

103. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 2 HSA.....	87
104. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 2 HSA .....	87
105. Uji BNJ taraf 5% penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 2 HSA .....	87
106. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 3 HSA.....	88
107. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 3 HSA .....	88
108. Data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ penghambatan aktivitas makan larva <i>S.</i> <i>frugiperda</i> 3 HSA .....	88
109. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 3 HSA.....	89
110. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 3 HSA .....	89
111. Uji BNJ taraf 5% penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 3 HSA .....	89
112. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 4 HSA.....	90
113. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 4 HSA .....	90
114. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 4 HSA .....	90
115. Uji BNJ taraf 5% penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 4 HSA .....	91
116. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 5 HSA.....	91
117. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 5 HSA .....	91
118. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 5 HSA .....	92
119. Uji BNJ taraf 5% penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 5 HSA .....	92
120. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 6 HSA.....	92

121. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 6 HSA .....	93
122. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 6 HSA .....	93
123. Uji BNJ taraf 5% penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 6 HSA .....	93
124. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 7 HSA .....	94
125. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 7 HSA .....	94
126. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 7 HSA .....	94
127. Uji BNJ taraf 5% penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 7 HSA .....	95
128. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 8 HSA .....	95
129. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 8 HSA .....	95
130. Data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 8 HSA .....	96
131. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 8 HSA .....	96
132. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 8 HSA .....	96
133. Uji BNJ taraf 5% penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 8 HSA .....	97
134. Data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 9 HSA .....	97
135. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 9 HSA .....	97
136. Data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 9 HSA .....	98
137. Uji Homogenitas (Uji Barlett) data transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$ penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 9 HSA .....	98

138. Sidik ragam (ANARA) penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 9 HSA .....	98
139. Uji BNJ taraf 5% penghambatan aktivitas makan larva <i>S. frugiperda</i> 9 HSA .....	99



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pengumpulan larva <i>S. frugiperda</i> dari lahan pertanaman jagung .....	17
2. Kerusakan akibat serangan <i>S. frugiperda</i> : (a) daun yang transparan akibat rautan larva <i>S. frugiperda</i> instar 1; (b) sisa rautan seperti serbuk gergaji akibat serangan larva <i>S. frugiperda</i> ; (c) kotoran bekas <i>feses</i> larva <i>S. frugiperda</i> .....	18
3. Larva <i>S. frugiperda</i> : (a) ciri larva <i>S. frugiperda</i> dengan a1 adalah huruf Y terbalik pada bagian kepala, sedangkan a2 adalah empat bintik hitam berbentuk persegi pada bagian belakang abdomen; (b) kumpulan larva yang didapatkan di lapang .....	19
4. Ciri pupa dan imago <i>S. frugiperda</i> : (a) kumpulan pupa yang berwarna coklat muda pada usia awal dan semakin pekat saat usia akhir; (b) imago yang memiliki ciri sayap berwarna coklat gelap pada bagian depan dan berwarna putih keabuan pada bagian belakang .....	19
5. Telur <i>S. frugiperda</i> : (a) telur <i>S. frugiperda</i> yang berada di sisi atas daun jagung; (b) ciri telur <i>S. frugiperda</i> dilihat secara mikroskopis .....	20
6. Proses pembuatan serbuk daun mengkudu: (a) pencucian daun mengkudu; (b) pengeringan daun mengkudu; (c) daun mengkudu kering; (d) penghalusan daun mengkudu; (e) pengayakan serbuk mengkudu; (f) serbuk halus daun mengkudu .....	21
7. Proses pembuatan ekstrak daun mengkudu: (a) penimbangan serbuk daun mengkudu; (b) penambahan larutan etanol 96%; (c) pencampuran serbuk daun mengkudu dan larutan etanol; (d) penghomogenan dengan <i>magnetic stirrer</i> ; (e) hasil penghomogenan selama 1 jam; (f) penyaringan ekstrak daun mengkudu; (g) hasil penyaringan; (h) penguapan ekstrak daun mengkudu; (i) hasil ekstrak daun mengkudu murni .....	22

8. Diagram alir pembuatan ekstrak daun mengkudu.....	23
9. Proses pembuatan serbuk biji mengkudu: (a) pencucian biji mengkudu; (b) pengeringan daun mengkudu; (c) biji mengkudu kering; (d) penghalusan biji mengkudu; (e) pengayakan bubuk mengkudu; (f) bubuk halus biji mengkudu .....	24
10. Proses pembuatan ekstrak biji mengkudu: (a) penimbangan bubuk biji mengkudu; (b) penambahan larutan etanol 96%; (c) pencampuran bubuk biji mengkudu dengan larutan etanol; (d) perendaman selama 3 hari; (e) hasil rendaman; (f) penyaringan ekstrak biji mengkudu; (g) hasil penyaringan; (h) penguapan ekstrak biji mengkudu; (i) hasil ekstrak biji mengkudu murni .....	25
11. Diagram alir pembuatan ekstrak biji mengkudu .....	26
12. Gejala mortalitas akibat aplikasi ekstrak mengkudu: (a) gejala yang bervariasi; (b) bagian atas tubuh larva secara mikroskopis dengan perbesaran 8x; (c) bagian bawah tubuh larva secara mikroskopis perbesaran 8x .....	39
13. Gejala abnormal pada pupa perlakuan: (a) cekungan pada pupa; (b) pembentukan kulit pupa yang tidak sempurna; (c) pembentukan kulit pupa yang tidak sempurna dilihat secara mikroskopis perbesaran 8x; (d) pengeriputan pada pupa.....	39

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan penting di berbagai negara di dunia. Di Indonesia, jagung menjadi tanaman pangan penting kedua setelah padi. Jagung merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang sangat dibutuhkan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Selain untuk konsumsi secara langsung, pemanfaatan jagung saat ini juga semakin beragam terutama sebagai bahan baku industri, pangan, dan pakan ternak (Pebrianti dan Siregar, 2021).

Selain menjadi makanan pokok, jagung juga mempunyai arti penting dalam pengembangan industri karena merupakan bahan baku untuk industri pangan maupun industri pakan ternak khususnya pakan ayam. Dengan semakin berkembangnya industri pengolahan pangan di Indonesia maka kebutuhan terhadap jagung akan semakin meningkat pula. Namun, hasil produktivitas jagung di Indonesia belum mampu memenuhi permintaan jagung di Indonesia, sehingga untuk mengimbangi kebutuhan konsumsi domestik, sebagian besar jagung harus diimpor dari beberapa negara produsen jagung. Menurut Kartiasih dkk. (2022), Argentina menjadi negara impor jagung terbanyak di Indonesia yaitu sebesar 610.928.045 kg pada tahun 2021. Sementara itu, pada tahun yang sama India mengekspor produksi jagungnya ke Indonesia sedikitnya 771 kg.

Pengembangan jagung yang intensif menimbulkan berbagai masalah, antara lain penurunan hasil maupun kualitas biji yang sangat ditentukan oleh faktor biotik seperti hama dan patogen. Hama merupakan salah satu kendala dalam produksi

jagung. Di Indonesia, ulat grayak *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith atau *Fall Armyworm* (FAW) saat ini merupakan jenis hama baru namun telah menjadi ancaman serius dalam budidaya tanaman jagung (Pebrianti dan Siregar, 2021).

Menurut Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tanaman (BBPOPT), kejadian luas serangan OPT hama ulat grayak pada tanaman jagung musim tanam 2019/2020 di Indonesia mencapai 11.868,4 ha atau sebesar 84,0%. Serangan hama ulat grayak FAW di Kabupaten Tuban, Jawa Timur berkisar antara 58% hingga 100% (Megasari dan Khoiri, 2021). CABI mencatat kehilangan hasil akibat serangan hama ini pada tanaman jagung di 12 negara penghasil jagung di Afrika sebesar 8,3 hingga 20,6 juta ton per tahun, dengan nilai kerugian ekonomi antara US\$ 2,5 hingga 6,2 milyar, tanpa adanya metode pengendalian yang tepat (FAO dan CABI, 2019).

Salah satu teknik pengendalian ulat grayak FAW yang umum dilakukan oleh petani adalah dengan menggunakan pestisida yang berasal dari senyawa kimia sintetis. Apabila ditinjau secara ekologi, penggunaan pestisida sintetis dapat berdampak negatif terhadap lingkungan (Sembel, 2010). Dalam penerapan di bidang pertanian, tidak semua pestisida sintetis mengenai sasaran, kurang lebih hanya 20% pestisida yang mengenai sasaran, sedangkan 80% lainnya masuk ke dalam tanah (Suryaningsih dan Hadisoeganda, 2004). Selain itu, pestisida sintetis juga dapat menimbulkan residu pada komoditas yang telah dipanen (Sembel, 2010).

Insektisida nabati merupakan salah teknik pengendalian yang ramah lingkungan, karena senyawanya cepat terurai dan bahan bakunya tersedia di alam. Berbagai jenis tumbuhan diketahui berpotensi sebagai insektisida nabati karena mengandung senyawa bioaktif seperti, saponin, tannin, alkaloid, flavonoid, dan terpenoid. Beberapa tumbuhan diketahui dapat memberikan efek mortalitas terhadap serangga, sehingga tumbuhan tersebut dapat digunakan sebagai alternatif insektisida nabati (Balfas dan Willis, 2016).

Salah satu tanaman yang dapat dijadikan pestisida nabati adalah tanaman mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). Tanaman mengkudu merupakan jenis tanaman yang berpotensi sebagai insektisida botani yang digunakan untuk mengendalikan beberapa organisme pengganggu tanaman (OPT). Bagian yang dapat digunakan diantaranya daun dan bijinya. Daun mengkudu mengandung minyak atsiri, alkaloid, saponin, flavonoid, polifenol, dan antrakuinon (Hasnah dan Nasril, 2009), sedangkan hampir 50% volume buah terisi oleh biji mengkudu yang mengandung senyawa saponin, dan terpenoid (Suprapti, 2005).

Namun demikian, informasi tentang penggunaan ekstrak daun dan biji mengkudu untuk mengendalikan *S. frugiperda* masih belum tersedia. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian ekstrak daun dan biji mengkudu terhadap penghambatan perkembangan dan mortalitas *S. frugiperda* dengan menggunakan berbagai konsentrasi.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak daun mengkudu (4%, 6%, dan 8%) terhadap penghambatan perkembangan dan mortalitas *S. frugiperda*.
2. Mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak biji mengkudu (1%, 2%, dan 3%) terhadap penghambatan perkembangan dan mortalitas *S. frugiperda*.
3. Membandingkan pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak daun dan biji mengkudu terhadap penghambatan perkembangan dan mortalitas *S. frugiperda*.

## 1.3 Kerangka Pemikiran

Beberapa jenis tumbuhan telah terbukti mempunyai khasiat sebagai insektisida nabati salah satunya adalah tanaman mengkudu (*M. citrifolia* L.). Tanaman mengkudu adalah tanaman yang memiliki rasa pahit dan bau yang tidak sedap,

sehingga penggunaannya merasa tidak nyaman. Ekstrak daun mengkudu yang mengandung saponin, flavonoid, tanin, dan polifenol dapat bersifat racun pada serangga, senyawa flavonoid dan saponin dapat menimbulkan kerusakan pada saraf, serta kerusakan pada spirakel yang mengakibatkan serangga tidak bisa bernafas dan akhirnya mati. Saponin bersifat sebagai racun dan *antifeedant* pada serangga dari ordo Coleoptera (Rahmawati, 2015).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Armi dkk. (2019) menunjukkan bahwa konsentrasi dari ekstrak daun mengkudu (20%, 40%, 60%) berpengaruh terhadap mortalitas *Agrotis* sp. pada semua konsentrasi. Selanjutnya hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa ekstrak daun mengkudu pada konsentrasi 20% memiliki tingkat mortalitas sebanyak 50%, konsentrasi 40% tingkat mortalitas sebanyak 75%, dan konsentrasi 60% tingkat mortalitas sebanyak 93,75%. Hal tersebut diduga karena pada masing-masing ekstrak dari daun mengkudu terdapat banyak kandungan senyawa aktif yang berpengaruh terhadap mortalitas dan perkembangan hama serangga. Senyawa bahan aktif tersebut adalah senyawa triterpene dan tannin yang bersifat anti serangga, annonain dan squamosin yang dapat menghambat transfer elektron dalam proses respirasi sel sehingga menyebabkan kematian sel, serta senyawa lain seperti flavonoid, fenolik, dan tannin (Umam, 2009).

Menurut penelitian Setiawati dkk. (2018), ekstrak daun mengkudu mampu membunuh larva *Crociodolomia binotalis*. Selanjutnya hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi daun mengkudu dengan konsentrasi tertinggi 5% dapat menyebabkan kematian *C. binotalis* sebanyak 23% pada 6 jam setelah aplikasi dan mencapai 100% pada saat 60 jam setelah aplikasi. Ekstrak daun mengkudu yang diaplikasikan mempengaruhi kematian *C. binotalis* karena adanya salah satu kandungan senyawa aktif dari daun mengkudu yaitu minyak atsiri. Kandungan minyak atsiri yang terdapat pada daun mengkudu menghasilkan bau dan uap. Apabila terhirup secara terus menerus oleh serangga dengan konsentrasi yang tinggi maka akan mengakibatkan kerusakan pada sistem pernapasan, sehingga menimbulkan kematian pada serangga.



Menurut penelitian Purba (2007), ekstrak daun mengkudu dengan dosis 400 g/l air mampu menyebabkan mortalitas larva *Plutella xylostella* tertinggi sebesar 70%, sedangkan mortalitas terendah yaitu pada perlakuan dosis 100 g/l air dengan mortalitas sebesar 13,33%. Hal tersebut disebabkan ekstrak daun mengkudu memiliki sifat racun perut terhadap serangga yang berasal dari bahan aktif saponin, triterpenoid, dan tannin. Menurut Kardinan (1999), bahan aktif saponin dan triterpenoid merupakan racun perut (*oral poison*) terhadap serangga.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Amalia (2016), dengan menggunakan air perasan daun mengkudu konsentrasi 6%, 8%, 10%, dan 12%, memiliki efek daya bunuh terhadap larva *Aedes aegypti*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mortalitas tertinggi larva nyamuk *A. aegypti* terdapat pada konsentrasi 12% yang menyebabkan mortalitas sebesar 85% dan mortalitas terendah terdapat pada konsentrasi 6% dengan persentase mortalitas sebesar 33%. Mortalitas pada larva uji disebabkan adanya kandungan senyawa aktif yang bersifat racun pada air perasan daun mengkudu. Senyawa yang bersifat toksik walaupun dalam konsentrasi yang rendah, apabila masuk ke dalam tubuh tetap akan menyebabkan kematian (Yunita dkk., 2009).

Menurut penelitian Ariyanto dkk. (2016), ekstrak biji mengkudu mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. Walaupun memiliki daya hambat yang masih tergolong sangat lemah yaitu rata-rata dari 8 kali percobaan adalah 8,32 mm. Pada penelitian yang telah dilakukan menunjukkan adanya kandungan senyawa aktif pada biji mengkudu yaitu asam linoleat dan asam lemak esensial, alkaloid, saponin dan tannin. Namun senyawa yang berperan dalam menghambat bakteri adalah tannin dan saponin. Tannin mempunyai sifat antibakteri karena dapat merusak membran sel bakteri. Senyawa tannin dapat menginduksi pembentukan kompleks ikatan tannin terhadap ion logam sehingga dapat menambah daya toksisitas dari tannin tersebut (Ariyanto dkk., 2008). Saponin memiliki kemampuan antibakteri dan antijamur yang baik karena gugus dan turunan monosakarida yang dimiliki oleh saponin dapat mengganggu aktivitas bakteri dan jamur (Dewi, 2009).

Menurut penelitian Nisa dkk. (2015), ekstrak biji dan daun mengkudu efektif dalam mengendalikan hama yang menjadi vektor penyakit manusia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak biji mengkudu lebih efektif sebagai larvasida *Aedes* sp. dibandingkan ekstrak daun mengkudu. Ekstrak biji mengkudu pada konsentrasi 2% dapat mematikan 100% larva *Aedes* sp., sedangkan ekstrak daun mengkudu pada konsentrasi yang sama hanya mampu mematikan 45% larva *Aedes* sp. Mengkudu mengandung senyawa alkaloid, saponin, tannin, dan glikosida steroid. Saponin dan alkaloid merupakan racun perut bagi larva *Aedes* sp. Selain itu, alkaloid juga mampu menghambat pertumbuhan serangga (larva). Selain alkaloid dan saponin, senyawa terpenoid dan proxeronin yang terdapat dalam tanaman mengkudu juga dapat menghambat daya makan larva (anti *feedant*) sehingga mengganggu pertumbuhan larva.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hanafi dan Rustam (2020) dengan menggunakan ekstrak biji mengkudu untuk mengendalikan larva *Crocidolomia pavonana* Fabricius. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak biji mengkudu konsentrasi 6,7% dapat mematikan 50% larva *C. pavonana*, sedangkan untuk mematikan 95% larva *C. pavonana*, dibutuhkan konsentrasi 23,5%. Ekstrak biji mengkudu mampu menyebabkan mortalitas pada larva *C. pavonana*. Hal tersebut disebabkan adanya senyawa aktif pada biji mengkudu seperti saponin dan terpenoid. Menurut Pratama (2009), senyawa saponin dapat menurunkan tegangan saluran pencernaan larva sehingga dinding saluran pencernaan menjadi korosif. Apabila senyawa saponin masuk ke dalam tubuh larva, maka pencernaannya akan terganggu.

Selain saponin, biji mengkudu juga mengandung senyawa terpenoid yang bersifat toksik pada serangga. Nisa dkk. (2015) menyatakan bahwa terpenoid dapat menghambat reseptor perasa pada mulut larva. Apabila senyawa ini masuk ke dalam tubuh larva, maka akan mengganggu sistem kerja syaraf dan akan menyebabkan kegagalan untuk mengenali makanannya. Senyawa ini juga bersifat toksik yang dapat menyebabkan kerusakan spirakel sehingga mengakibatkan serangga tidak dapat bernafas dan mengalami kematian.

## 1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi ekstrak daun mengkudu mampu menghambat perkembangan dan menyebabkan mortalitas *S. frugiperda*.
2. Aplikasi ekstrak biji mengkudu mampu menghambat perkembangan dan menyebabkan mortalitas *S. frugiperda*.
3. Dampak aplikasi ekstrak biji mengkudu lebih tinggi dalam penghambatan perkembangan dan mortalitas *S. frugiperda* dibandingkan dengan ekstrak daun mengkudu.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ulat Grayak (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)

*Spodoptera frugiperda* juga dikenal sebagai *Fall Armyworm* (FAW) adalah hama penting yang termasuk ke dalam ordo Lepidoptera famili Noctuidae yang berasal dari Amerika Serikat pada pertengahan abad ke-19 dan menyebar ke Argentina. Pada saat itu, hama ini menyerang padi, tebu, jagung, dan rerumputan di Amerika Serikat bagian selatan (Hinds and Dew, 1915). Pada awal tahun 2016, hama ini pertama kali ditemukan di Afrika Tengah dan Barat (Benin, Nigeria, Sao Tome dan Principe, dan Togo). Kemudian ditemukan di seluruh Madagaskar dan Seychelles (sebuah kepulauan), serta di seluruh daratan Afrika Selatan (kecuali Lesotho) (Goergen *et al.*, 2016). Selain itu, pada tahun 2018, *S. frugiperda* teridentifikasi dan menyerang hampir semua negara Afrika, kecuali Djibouti, Eritrea, dan Lesotho (Nonci dkk., 2019).

Hama *S. frugiperda* mulai masuk ke benua Asia pada tahun 2018 dan dilaporkan menyerang tanaman jagung di India, Myanmar, dan Thailand. Di Indonesia, *S. frugiperda* pertama kali ditemukan di daerah Sumatera pada awal tahun 2019. Pada Maret 2019, *S. frugiperda* dilaporkan menyerang tanaman jagung di Sumatera Barat tepatnya di Kabupaten Pasaman Barat (Nonci dkk., 2019) dan empat kabupaten di Lampung yaitu Lampung Selatan, Lampung Timur, Pesawaran, dan Pringsewu (Lestari dkk., 2020). Penyebaran hama *S. frugiperda* dapat terjadi sebagai akibat dari perdagangan sayuran atau buah-buahan antarnegara. Selain itu, serangga ini dapat bertahan hidup di daerah tropis, sehingga akan sangat berpotensi menyerang berbagai tanaman Indonesia (Harahap, 2018).

Di beberapa negara di Afrika, kerugian jagung akibat hama *S. frugiperda* antara 8,3 hingga 20,6 juta ton per tahun dengan kerugian ekonomi mencapai US\$ 2,5 hingga 6,2 miliar (FAO dan CABI, 2019). Apabila *S. frugiperda* menyerang tanaman muda yang daunnya masih menggulung dapat menyebabkan kehilangan hasil 15-73% jika populasi tanaman terserang 55-100% (Nonci dkk., 2019).

Klasifikasi *S. frugiperda* menurut Bhusal and Bhattarai (2019) sebagai berikut:

Kingdom : Animalia  
Filum : Arthropoda  
Sub filum : Hexapoda  
Kelas : Insecta  
Sub kelas : Pterygota  
Ordo : Lepidoptera  
Family : Noctuidae  
Sub family : Noctuinae  
Genus : *Spodoptera*  
Spesies : *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith

Hama *S. frugiperda* mengalami metamorfosis sempurna meliputi telur, enam instar larva, pupa, dan imago (Rwomushana, 2019). Lama stadia telur adalah 5 hari sejak imago betina meletakkan pada daun tanaman jagung (Firmansyah dan Ramadhan, 2021). Selanjutnya larva instar I ke instar II berlangsung selama 3-4 hari. Larva instar II ke instar III berlangsung selama 2 hari. Larva instar III ke instar IV berlangsung selama 2 hari. Larva instar IV ke instar V berlangsung selama 2 hari. Larva instar V ke instar VI berlangsung selama 3-4 hari, ketika larva dipelihara pada suhu 25°C (Capinera, 2017). Stadia prapupa ditandai dengan larva sudah berhenti makan dan tubuhnya mengalami pengerutan. Pupa terbentuk sempurna setelah 1-2 hari sejak stadia prapupa. Pupa berlangsung selama 7-14 hari sebelum menjadi imago atau serangga dewasa (Nonci dkk., 2019). Imago dapat hidup rata-rata selama 10 hari (Prasanna *et al.*, 2018).

Hama *S. frugiperda* memiliki telur berbentuk bulat yang diletakkan secara berkelompok dengan ditutupi oleh bulu-bulu halus berwarna krem keputihan, dan diletakkan pada bagian bawah daun, tetapi kadang di sisi atas daun. Pada awalnya telur berwarna putih, saat menjelang menetas berubah menjadi hijau muda. Pada suhu 20-30°C, masa inkubasi telur 2-3 hari (Prasanna *et al.*, 2018).

Larva *S. frugiperda* memiliki enam instar. Instar terakhir memiliki ciri utama dari hama ini, yaitu kepala gelap dan terdapat huruf Y pucat terbalik di depan. Jika dilihat dari atas, pada bagian belakang abdomen terdapat empat bintik hitam (*pinacula*) yang membentuk bujur sangkar (Subiono, 2020). Kulit larva terlihat kasar, tetapi halus saat disentuh. Larva *S. frugiperda* berukuran sedikit lebih pendek dari korek api (panjang 4-5 cm) (Nonci dkk., 2019).

Pupa memiliki panjang 15 mm dan berada di kedalaman 2-8 cm di dalam tanah. Pupa berwarna coklat tua dan sangat jarang ditemukan pada batang, tetapi pupa juga dapat ditemukan pada tongkol jagung jika tanahnya terlalu keras. Pupa berlangsung sekitar 8-9 hari di musim panas, tetapi mencapai 20-30 hari di musim dingin (FAO dan CABI, 2019). Imago memiliki lebar sayap antara 3-4 cm. Ukuran imago jantan sedikit lebih kecil dibandingkan imago betina (Maharani dkk., 2019). Sayap bagian depan berwarna coklat gelap, sedangkan sayap belakang berwarna putih keabuan. Sayap imago jantan berbintik-bintik (coklat muda, abu-abu dan jerami), sedangkan sayap betina berwarna coklat tanpa pola warna sayap (Nonci dkk., 2019). Imago betina dapat bertelur 900-1200 butir telur selama hidupnya. Hama ini memiliki siklus hidup yang pendek. Siklus hidupnya adalah 32-46 hari (Sharanabasapa *et al.*, 2018).

Larva *S. frugiperda* merusak tanaman jagung dengan cara meraut daun. Larva instar I awalnya memakan jaringan daun dan meninggalkan lapisan epidermis yang transparan. Larva instar II dan III memakan daun dari tepi hingga ke bagian dalam. Karena larva bersifat kanibal, hanya terdapat satu sampai dua larva pada satu tanaman jagung. Larva instar akhir dapat menyebabkan kerusakan serius, seringkali hanya menyisakan tulang daun dan batang tanaman jagung (Nonci dkk., 2019).



Hama ini menyerang tanaman jagung dari muda (vegetatif) hingga berbunga (generatif) (Lubis dkk., 2020). Pada saat populasi hama ini sangat tinggi, hama ini juga akan menyerang tongkol jagung, yang secara langsung akan merusak hasil panen (Nonci dkk., 2019). Menurut Rwomushana (2019), kerusakan akibat serangan *S. frugiperda* biasanya ditandai dengan adanya *window panning*, yaitu daun tampak transparan akibat hilangnya lapisan epidermis daun, daun berlubang, dan adanya sisa-sisa rautan seperti serbuk gergaji baik pada batang maupun tongkol buah. Kerusakan ini menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman, bahkan jika larva sampai menyerang titik tumbuh dapat menyebabkan tanaman mati (Nonci dkk., 2019). Larva *S. frugiperda* memiliki kemampuan makan yang tinggi. Larva *S. frugiperda* sering ditemukan di pucuk tanaman jagung hingga pada tongkol jagung. Apabila bagian daun yang terserang dibuka akan terlihat adanya larva *S. frugiperda* (Pebrianti dan Siregar, 2021).

Hama *S. frugiperda* adalah hama yang bermigrasi dengan sangat mudah dari berbagai inang karena imago merupakan penerbang kuat yang dapat mencapai jarak yang cukup jauh. Dengan bantuan angin, dapat mencapai 100 km (Harahap, 2018) dan memiliki daya jelajah yang jauh (Rwomushana, 2019). Larva *S. frugiperda* dapat menyerang lebih dari 80 spesies tanaman (*polifag*). Beberapa inang utamanya adalah tanaman pangan dari kelompok Graminae, seperti jagung, padi, gandum, sorgum dan tebu sehingga keberadaan dan perkembangan populasi ini perlu dipantau (FAO and CABI, 2019). Menurut Barros *et al.* (2010), inang yang disukai hama ini adalah tanaman jagung. Karena adanya faktor perubahan iklim, hama ini bermigrasi ke tanaman lain, walaupun bukan inangnya. Hama ini dapat menyebabkan kehilangan hasil yang serius jika tidak dikelola dengan baik (Nonci dkk., 2019).

Meskipun larva *S. frugiperda* dapat menyerang lebih dari 80 spesies tanaman, hama tersebut lebih menyukai tanaman jagung, beras, kapas, kacang tanah, sorgum, dan tanaman sayuran. Daun muda yang menggulung pada tanaman jagung menjadi tempat favorit bagi hama ini, dikarenakan daun tersebut dapat melindungi hama ini serta sebagai tempat berkembang karena tersedianya asupan

makanan (Nonci dkk., 2019). Berkurangnya serangan *S. frugiperda* diduga juga disebabkan oleh pengaruh trikoma pada daun tanaman jagung. Jumlah trikoma (bulu halus pada daun) mengalami penambahan seiring dengan daun tanaman jagung yang terus tumbuh, sehingga menyulitkan serangga untuk mencapai jaringan daun (Prasetya dkk., 2022). Keberadaan trikoma yang tebal dan rapat membuat mulut serangga sulit menjangkau jaringan daun. Trikoma daun memiliki peran penting dalam mempengaruhi daya rusak larva. Semakin rapat trikoma daun menyebabkan larva *S. frugiperda* semakin tidak menyukai daun sebagai sumber pakan (Werker, 2000).

## **2.2 Insektisida Nabati Tanaman Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)**

Mengkudu atau pace (*M. citrifolia* L.) merupakan salah satu tanaman obat yang sedang populer dalam beberapa tahun terakhir. Tumbuhan tropis dan liar ini dapat tumbuh hingga ketinggian 1500 meter (di atas permukaan laut) di tepi pantai, baik dilahan subur maupun marginal. Penyebarannya cukup luas, meliputi seluruh Kepulauan Pasifik Selatan, Malaysia, Indonesia, Taiwan, Filipina, Vietnam, India, Afrika, dan Hindia Barat. Tanaman ini banyak terdapat di Indonesia sebagai tanaman liar atau tanaman perkarangan (Solomon, 2006).

Tanaman mengkudu memiliki akar tunggang yang menembus jauh ke dalam tanah, serta akar cabang dan rambut akar yang tumbuh ke segala arah. Batang dan cabang berbentuk bulat panjang, biasanya melengkung dengan kulit kasar, dan berwarna coklat tua. Secara alami, tinggi tanaman bisa mencapai sekitar 6 m. Cabang tanaman berdiameter 0,5 cm, berbuku-buku, dan setiap buku memiliki sepasang daun berukuran 12x28 cm. Daun mengkudu tumbuh berpasangan pada setiap buku atau cabang. Daun berwarna hijau tua, tidak berbulu, berbentuk lonjong dengan urat menyirip (Suprapti, 2005).

Tanaman mengkudu memiliki bunga berukuran kecil. Bunga tersebut tumbuh di antara dua daun dan tersusun rapat di dalam tandan (bunga majemuk). Kumpulan bunga menghasilkan kumpulan buah berukuran kecil. Buah mengkudu berbentuk

bulat atau bulat panjang dengan ujung makin kecil dan tumpul, berbenjol-benjol, dan memiliki mata seperti buah nanas. Pada saat masih muda buah berwarna hijau, namun semakin tua semakin kuning atau putih, dan setelah matang menjadi warna kecoklatan lembek dan berbau. Biji mengkudu berbentuk oval, berukuran kecil, padat, dan berwarna coklat kehitaman (Suprapti, 2005).

Mengkudu merupakan salah satu tanaman obat yang biasa dikonsumsi masyarakat. Mengkudu memiliki banyak khasiat dan manfaat, dari kegunaannya sebagai obat herbal, hingga bersifat sebagai insektisida. Beberapa penelitian melaporkan khasiat tanaman mengkudu diantaranya sebagai efek kemoterapi, antidepresan, antioksidan, antimikroba, dan immunomodulator (Rao and Subramanian, 2009). Tanaman mengkudu berpotensi sebagai insektisida nabati yang digunakan untuk mengendalikan beberapa organisme pengganggu tanaman (OPT). Bagian yang dapat digunakan diantaranya, daun, buah, dan biji (Sjabana dan Bahalwan, 2002).

Menurut Mursito (2002), beberapa senyawa aktif yang terkandung pada daun mengkudu diantaranya adalah minyak atsiri, alkaloid, saponin, flavonoid, polifenol dan antrakuinon. Selain itu, daun mengkudu juga terpenoid, asam askorbat, scolopetin, serotonin, damnacanthal, resin, glikosida, eugenol dan proxeronin (Bangun dan Sarwono, 2005). Kandungan minyak atsiri pada daun mengkudu menghasilkan aroma tidak sedap dan uap yang selalu dapat terhirup oleh sistem pernapasan. Apabila kandungan minyak atsiri dengan konsentrasi yang tinggi, maka akan mengakibatkan kerusakan hingga kematian pada serangga. Rahmawati (2015) menyatakan bahwa ekstrak daun mengkudu yang dicampur dengan bahan tambahan lain mampu menghambat pertumbuhan dan mempengaruhi kematian larva *C. binotalis* menjadi pupa *C. binotalis* karena adanya kandungan senyawa aktif pada ekstrak daun mengkudu.

Hampir 50% volume buah terisi oleh biji mengkudu. Biji mengkudu mengandung senyawa saponin dan terpenoid (Suprapti, 2005). Senyawa saponin yang terkandung pada biji mengkudu bersifat racun perut terhadap serangga. Selain itu,

juga bekerja sebagai racun pencernaan karena merusak sistem pencernaan serangga, sehingga menurunkan kemampuan serangga dalam mencerna makanan dan pada akhirnya akan mengganggu pertumbuhan serangga (Kardinan, 1999). Senyawa ini akan menyebabkan alat pencernaan terganggu apabila senyawa tersebut masuk ke dalam tubuh larva melalui makanannya (Pratama, 2009). Selain senyawa saponin, biji mengkudu juga mengandung senyawa terpenoid yang bersifat toksik pada serangga.

Menurut Nisa dkk. (2015), terpenoid merupakan senyawa yang bersifat toksik yang dapat menimbulkan kerusakan kerja syaraf serta kerusakan pada spirakel yang mengakibatkan serangga tidak bisa bernafas dan akhirnya mati. Senyawa ini juga menghambat reseptor perasa pada daerah mulut larva sehingga mengganggu pertumbuhan. Apabila senyawa terpenoid ini masuk ke dalam tubuh larva, maka akan mengganggu sistem kerja syaraf yang menyebabkan kegagalan untuk mengenali makanannya.

### **III. BAHAN DAN METODE**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan dan Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Mei hingga September 2022.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah toples, cawan petri, botol vial, mikroskop, *rotary evaporator*, *magnetic stirrer*, blender, timbangan, botol *sprayer*, *erlenmayer*, gelas ukur, kain strimin, spatula, *cage*, kertas saring, corong, karet gelang, nampan, gunting, pinset, kuas, tisu, *polybag*, ayakan berukuran 40 mesh, alat dokumentasi, dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah larva *Spodoptera frugiperda*, daun jagung, biji jagung, daun mengkudu, biji mengkudu, etanol 96%, alkohol 70%, tanah, aquades, dan air.

#### **3.3 Uji Pendahuluan**

Uji pendahuluan dilakukan dengan tujuan mengetahui kisaran konsentrasi ekstrak daun dan biji mengkudu yang akan berpengaruh terhadap mortalitas larva *S. frugiperda*. Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan mengembangbiakkan serangga uji *S. frugiperda*. Serangga uji didapatkan dari lahan jagung di Desa Negeri Sakti, Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran. Larva *S. frugiperda* dikembangbiakkan dengan cara dipelihara di

dalam toples yang telah diberi pakan daun jagung muda yang masih segar. Toples ditutup dengan menggunakan kain strimin dan diikat dengan karet gelang. Pakan diganti setiap hari. Larva dipelihara hingga menjadi imago. Imago yang sudah bertelur akan menetas menjadi larva. Larva yang digunakan adalah larva instar II. Kemudian disiapkan ekstrak daun dan biji mengkudu sesuai dengan konsentrasi yang telah ditetapkan dan dilakukan penyemprotan secara langsung terhadap serangga uji (larva *S. frugiperda* instar II).

Uji pendahuluan ini terdiri atas tiga perlakuan yaitu kontrol atau tanpa aplikasi (P0), aplikasi ekstrak daun mengkudu konsentrasi 4% (P1), dan aplikasi ekstrak biji mengkudu konsentrasi 2% (P2). Dilakukan ulangan sebanyak 1 kali. Setiap satuan percobaan membutuhkan 5 ekor larva *S. frugiperda*, sehingga dibutuhkan 15 ekor larva *S. frugiperda*. Mortalitas larva *S. frugiperda* setelah aplikasi daun dan biji mengkudu terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Mortalitas larva *S. frugiperda* setelah aplikasi daun dan biji mengkudu

Konsentrasi	Persentase mortalitas larva (%)				
	1 HSA	2 HSA	4 HSA	6 HSA	8 HSA
Kontrol (P0)	0	0	0	0	0
Daun 4% (P1)	0	0	0	0	40
Biji 2% (P2)	0	0	0	0	60

Keterangan: HSA = hari setelah aplikasi; P0 = kontrol (tanpa aplikasi);  
 P1 = aplikasi ekstrak daun mengkudu konsentrasi 4%;  
 P2 = aplikasi ekstrak biji mengkudu konsentrasi 2%.

Berdasarkan hasil uji pendahuluan, aplikasi ekstrak daun dan biji mengkudu dengan pelarut etanol dapat menyebabkan mortalitas larva *S. frugiperda*. Aplikasi ekstrak daun mengkudu konsentrasi 4% (P1) mampu menyebabkan mortalitas sebanyak 40% pada 8 hari setelah aplikasi. Sedangkan aplikasi ekstrak biji mengkudu konsentrasi 2% (P2) mampu menyebabkan mortalitas sebanyak 60%. Pada kontrol (P0) tidak ada satupun larva uji yang mati. Hasil dari uji pendahuluan ini sudah cukup efektif, namun tidak mampu menyebabkan mortalitas serangga uji secara keseluruhan. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut dengan berbagai macam konsentrasi untuk mengetahui pengaruh terhadap perkembangan dan mortalitas serangga larva *S. frugiperda*.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri atas tujuh perlakuan, yaitu kontrol (P0), ekstrak daun mengkudu konsentrasi 4% (P1), ekstrak daun mengkudu konsentrasi 6% (P2), ekstrak daun mengkudu konsentrasi 8% (P3), ekstrak biji mengkudu konsentrasi 1% (P4), ekstrak biji mengkudu konsentrasi 2% (P5), ekstrak biji mengkudu konsentrasi 3% (P6) yang tertera pada Tabel 2. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 (tiga) kali yang digunakan sebagai kelompok. Pengelompokan dilakukan berdasarkan waktu aplikasi (keterbatasan jumlah serangga uji). Dengan demikian terdapat 21 satuan percobaan dalam penelitian ini. Setiap satuan percobaan digunakan 20 ekor serangga uji, sehingga jumlah larva *S. frugiperda* instar II yang dibutuhkan sebanyak 420 ekor.

Tabel 2. Perlakuan dan konsentrasi ekstrak daun dan biji mengkudu

No.	Perlakuan	Konsentrasi (%)
1	Kontrol (P0)	0
2	Ekstrak daun mengkudu (P1)	4
3	Ekstrak daun mengkudu (P2)	6
4	Ekstrak daun mengkudu (P3)	8
5	Ekstrak biji mengkudu (P4)	1
6	Ekstrak biji mengkudu (P5)	2
7	Ekstrak biji mengkudu (P6)	3

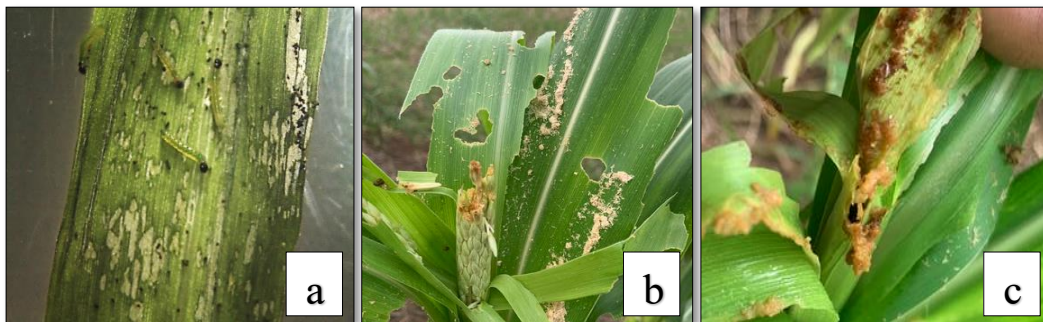
#### 3.4.1 Pembiakan Serangga Uji

Larva *S. frugiperda* yang digunakan untuk bahan penelitian adalah larva yang berasal dari lahan jagung di Desa Negeri Sakti, Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran (Gambar 1).



Gambar 1. Pengumpulan larva *S. frugiperda* dari lahan pertanaman jagung.

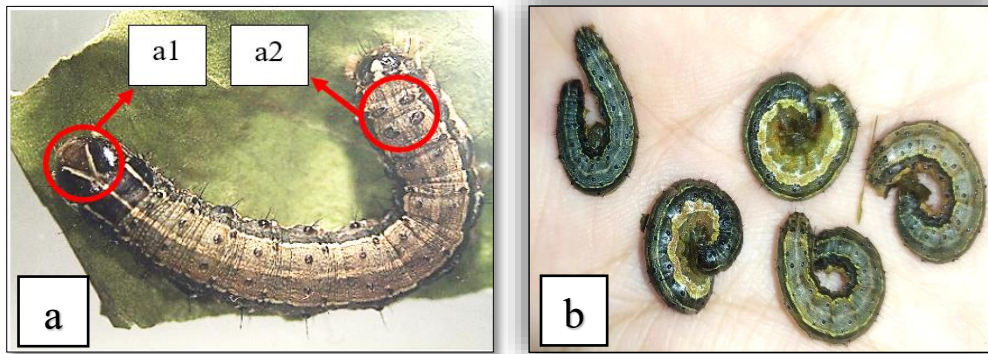
Pada fase larva merupakan fase kerusakan tertinggi tanaman jagung. Larva instar awal memakan jaringan daun dan meninggalkan lapisan epidermis yang transparan (Gambar 2a). Selanjutnya, larva membuat lubang dan memakan daun dari tepi hingga ke bagian dalam. Larva instar akhir menyebabkan kerusakan yang serius dengan hanya menyisakan tulang daun dan batang tanaman jagung. Ciri khas dari kerusakan akibat serangan *S. frugiperda* adalah adanya sisa rautan seperti serbuk gergaji baik pada batang maupun tongkol buah (Gambar 2b) dan keberadaannya ditandai dengan adanya kotoran bekas *feses* larva (Gambar 2c).



Gambar 2. Kerusakan akibat serangan *S. frugiperda*: (a) daun yang transparan akibat rautan larva *S. frugiperda* instar 1; (b) sisa rautan seperti serbuk gergaji akibat serangan larva *S. frugiperda*; (c) kotoran bekas *feses* larva *S. frugiperda*.

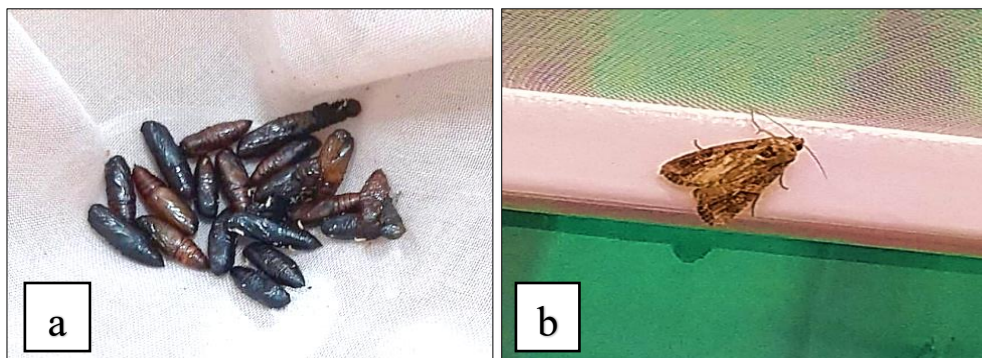
Larva yang didapatkan di lapang memiliki ciri seperti warna kepala gelap dan terdapat huruf Y pucat terbalik di bagian depan dan pada bagian belakang abdomen terdapat empat bintik hitam (*pinacula*) yang membentuk bujur sangkar (Gambar 3a). Kumpulan larva yang sudah diperoleh diperbanyak di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung (Gambar 3b). Larva *S. frugiperda* dipelihara dengan cara diletakkan ke dalam toples pemeliharaan (*rearing*), kemudian diberi pakan daun jagung muda ( $\pm$  berumur 10 hari) yang segar. Toples ditutup dengan kain strimin dan diikat dengan menggunakan karet gelang. Pergantian pakan dilakukan setiap hari. Terlebih dahulu toples pemeliharaan dicuci bersih dengan air yang mengalir.





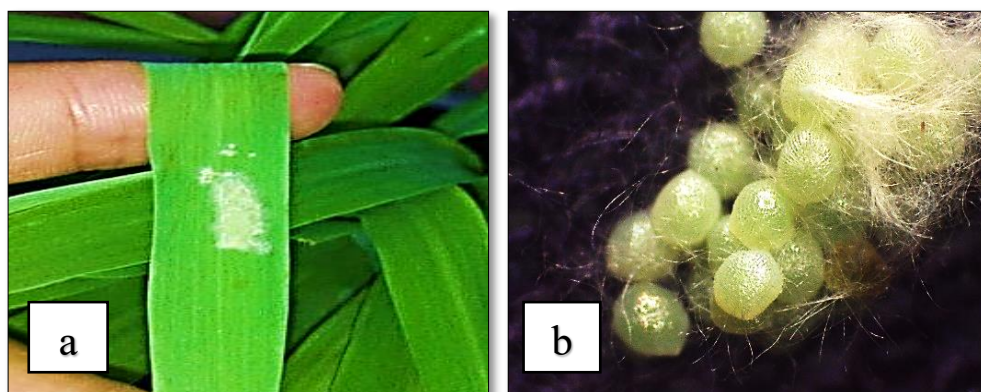
Gambar 3. Larva *S. frugiperda*: (a) ciri larva *S. frugiperda* dengan a1 adalah huruf Y terbalik pada bagian kepala, sedangkan a2 adalah empat bintik hitam berbentuk persegi pada bagian belakang abdomen; (b) kumpulan larva yang didapatkan di lapang.

Larva *S. frugiperda* dipelihara hingga menjadi pupa. Pupa *S. frugiperda* awalnya berwarna coklat muda, namun semakin lama usia pupa maka warna coklat akan semakin pekat (Gambar 4a). Pupa-pupa yang terbentuk dimasukkan ke dalam kotak kurungan serangga (*cage*). Selanjutnya pupa akan berubah menjadi imago. Imago memiliki ciri sayap bagian depan berwarna coklat gelap, sedangkan sayap belakang berwarna putih keabuan (Gambar 4b). Imago akan melakukan perkawinan di dalam *cage*. Apabila di dalam *cage* sudah terdapat imago, maka potongan kapas yang sudah terdapat larutan madu 50% digantungkan di dalam *cage*.



Gambar 4. Ciri pupa dan imago *S. frugiperda*: (a) kumpulan pupa yang berwarna coklat muda pada usia awal dan semakin pekat saat usia akhir; (b) imago yang memiliki ciri sayap berwarna coklat gelap pada bagian depan dan berwarna putih keabuan pada bagian belakang.

Tanaman jagung hidup beserta *polybag* nya dimasukkan ke dalam *cage*, karena daun jagung akan menjadi tempat imago betina meletakkan telurnya. Imago betina meletakkan telur dibagian atas atau bawah daun (Gambar 5a). Telur *S. frugiperda* berbentuk bulat yang diletakkan secara berkelompok dengan ditutupi oleh bulu-bulu halus berwarna krem keputihan. Pada awalnya telur berwarna putih, saat menjelang menetas berubah menjadi hijau muda (Gambar 5b). Telur dipindahkan dari *cage* ke dalam toples. Telur yang dihasilkan dipelihara hingga menetas menjadi larva. Lama stadia berkisar antara 2-3 hari. Larva diberi pakan daun jagung segar dan diganti setiap hari. Larva tersebut dipelihara sampai waktu pengujian tiba, yaitu pada saat larva memasuki instar II. Tidak semua larva yang diperoleh digunakan untuk pengujian, setengah dari populasi larva dipelihara sebagai indukan (tidak diuji) untuk ulangan berikutnya.



Gambar 5. Telur *S. frugiperda*: (a) telur *S. frugiperda* yang berada di sisi atas daun jagung; (b) ciri telur *S. frugiperda* dilihat secara mikroskopis.

### 3.4.2 Pembuatan Insektisida Ekstrak Daun Mengkudu

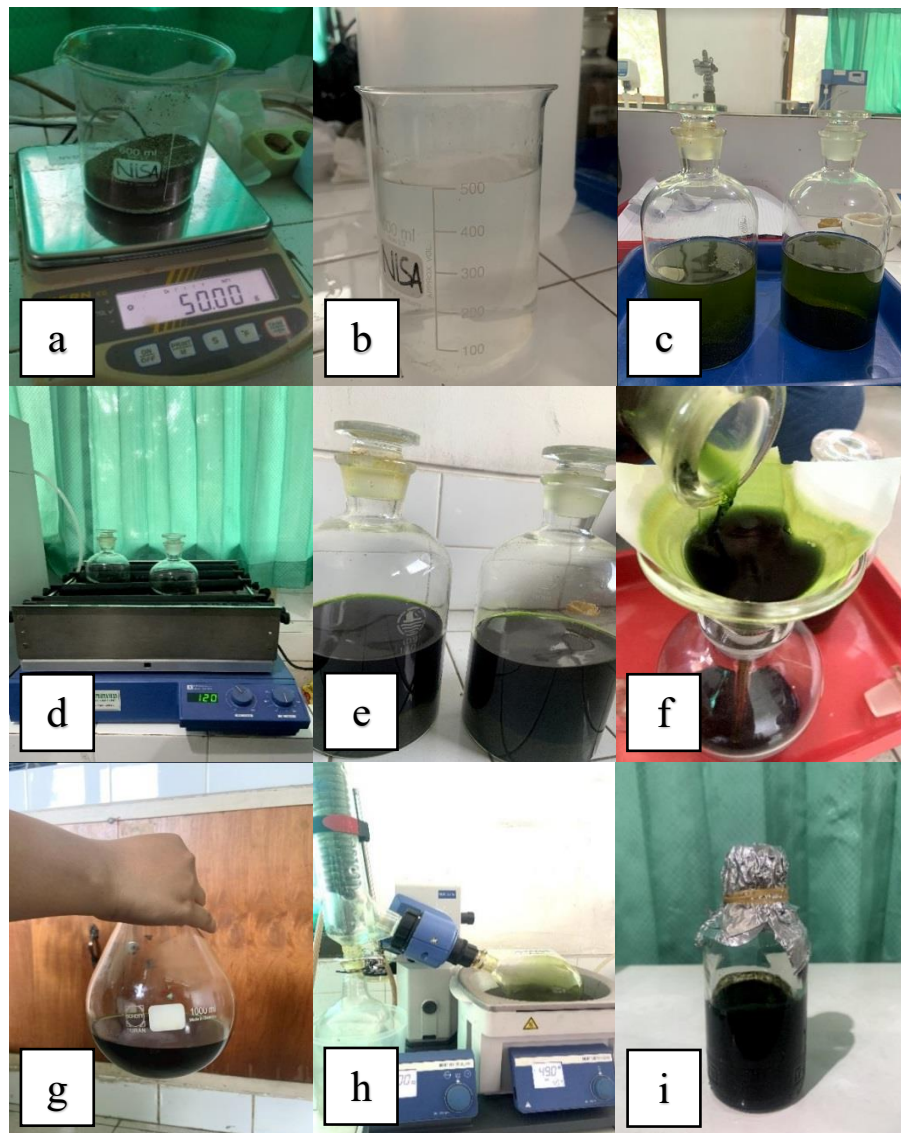
Daun mengkudu yang digunakan berasal dari daerah Kelurahan Rawa Laut, Kecamatan Enggal, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Sebanyak 2 kg daun mengkudu yang digunakan dicuci dengan air hingga bersih (Gambar 6a), kemudian daun mengkudu dikeringanginkan tanpa sinar matahari (Gambar 6b). Setelah kering (Gambar 6c), daun mengkudu dihaluskan dengan menggunakan blender (Gambar 6d), selanjutnya diayak menggunakan ayakan (Gambar 6e), sehingga didapat serbuk halus daun mengkudu (Gambar 6f).



Gambar 6. Proses pembuatan serbuk daun mengkudu: (a) pencucian daun mengkudu; (b) pengeringan daun mengkudu; (c) daun mengkudu kering; (d) penghalusan daun mengkudu; (e) pengayakan serbuk mengkudu; (f) serbuk halus daun mengkudu.

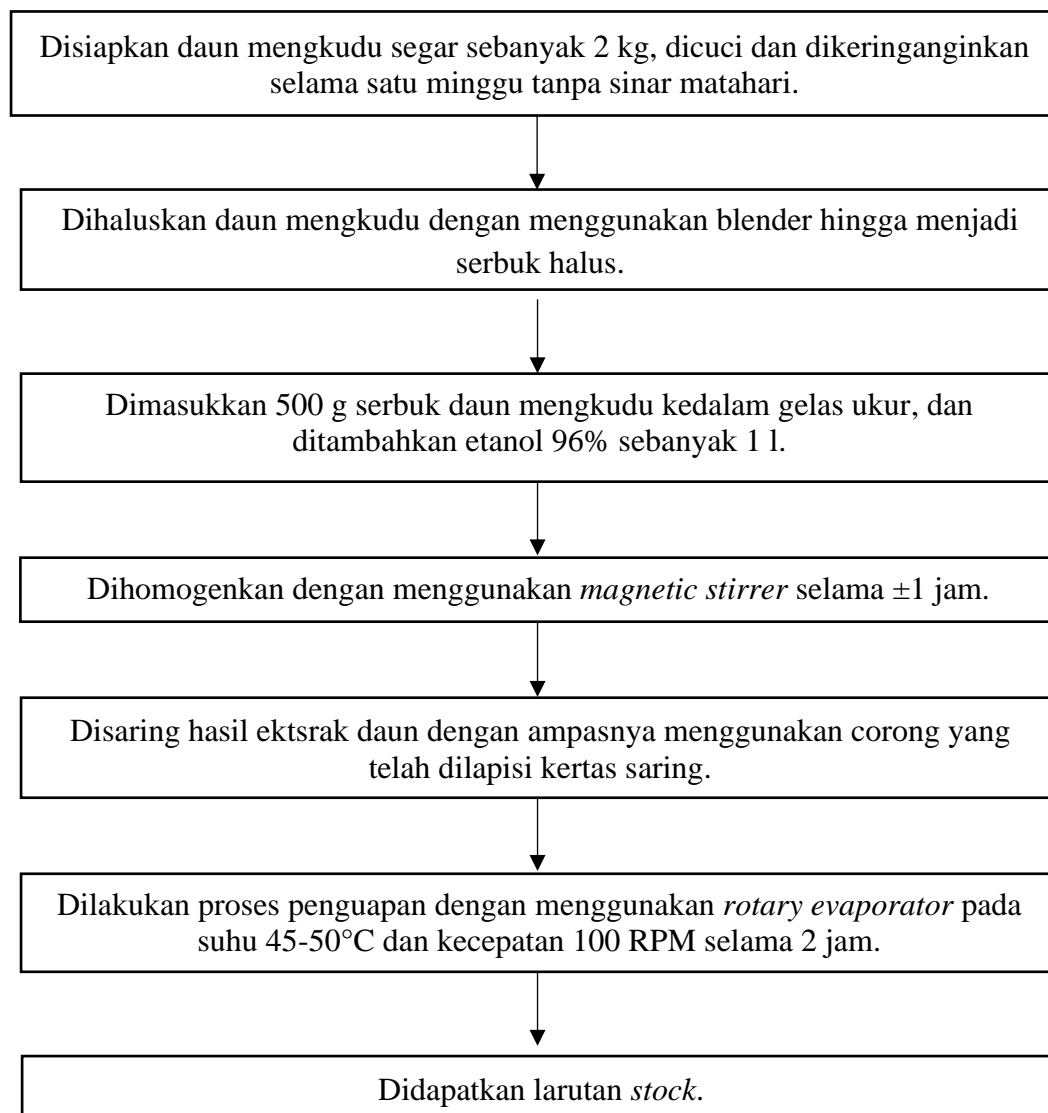
Setelah itu, sebanyak 500 g serbuk daun mengkudu ditimbang dan dimasukkan ke dalam gelas ukur (Gambar 7a), serta ditambahkan etanol 96% sebanyak 1 l (Gambar 7b). Setelah semua bahan dicampur (Gambar 7c), kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama  $\pm 1$  jam (Gambar 7d). Setelah 1 jam (Gambar 7e), hasil ekstrak disaring dengan menggunakan corong yang telah dilapisi kertas saring untuk mendapatkan ekstrak daun mengkudu (Gambar 7f). Setelah didapatkan hasil saring (Gambar 7g), maka dilakukan proses penguapan dengan menggunakan *rotary evaporator* selama 2 jam dengan suhu 45-50°C dan kecepatan 100 RPM (Gambar 7h). Kemudian ekstrak di masukkan ke dalam wadah, ditutup dengan rapat menggunakan kertas *aluminium foil* dan disimpan di dalam lemari pendingin (Gambar 7i).





Gambar 7. Proses pembuatan ekstrak daun mengkudu: (a) penimbangan serbuk daun mengkudu; (b) penambahan larutan etanol 96%; (c) pencampuran serbuk daun mengkudu dan larutan etanol; (d) penghomogenan dengan *magnetic stirrer*; (e) hasil penghomogenan selama 1 jam; (f) penyaringan ekstrak daun mengkudu; (g) hasil penyaringan; (h) penguapan ekstrak daun mengkudu; (i) hasil ekstrak daun mengkudu murni.

Pembuatan ekstrak daun mengkudu mengikuti metode ekstraksi dari prosedur yang digunakan oleh (Setiawati dkk., 2018) yang tertera pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram alir pembuatan ekstrak daun mengkudu.

### 3.4.3 Pembuatan Insektisida Ekstrak Biji Mengkudu

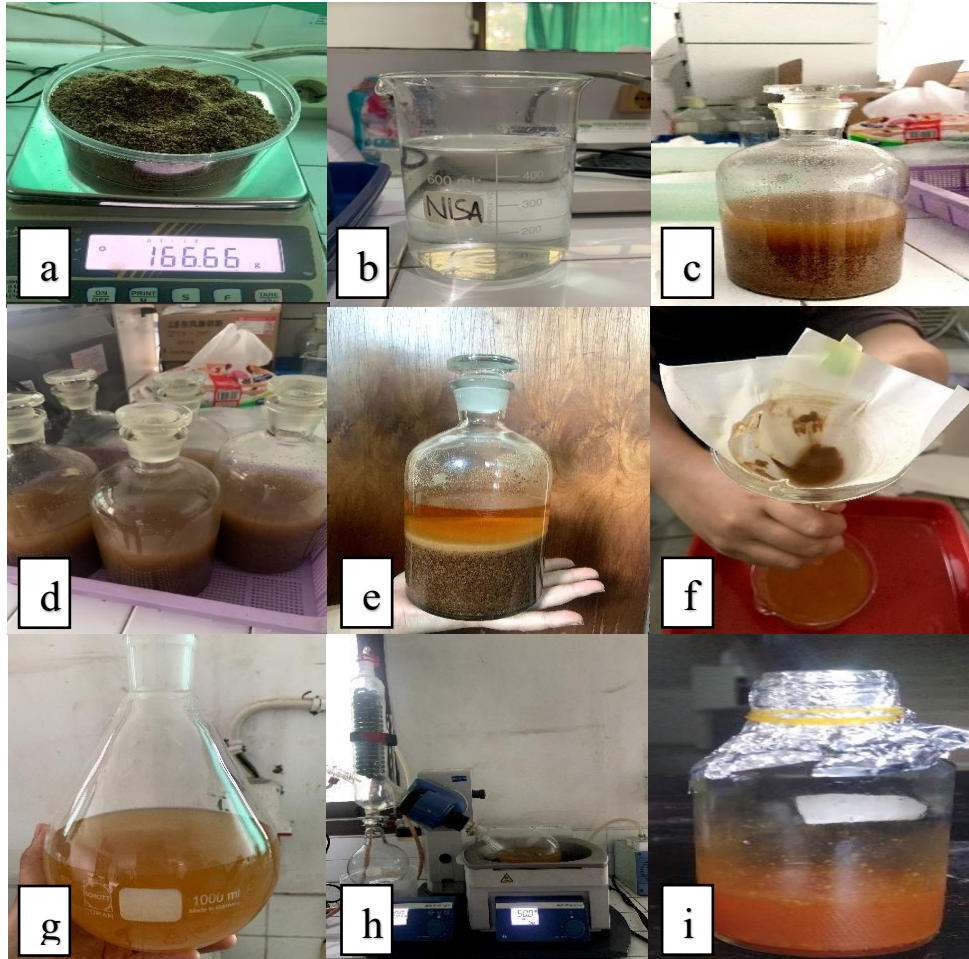
Buah mengkudu yang masih segar diambil dari tanaman mengkudu yang tumbuh di daerah Kelurahan Rawa Laut, Kecamatan Enggal, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Buah mengkudu dikupas dan diambil bijinya yang sudah tua (berwarna hitam). Setelah itu, biji mengkudu dicuci hingga bersih (Gambar 9a) dan dikeringanginkan hingga kering (Gambar 9b). Setelah kering (Gambar 9c), biji mengkudu tersebut dihaluskan dengan menggunakan blender hingga menjadi bubuk (Gambar 9d). Selanjutnya diayak menggunakan ayakan (Gambar 9e), sehingga didapat bubuk halus biji mengkudu (Gambar 9f).



Gambar 9. Proses pembuatan serbuk biji mengkudu: (a) pencucian biji mengkudu; (b) pengeringan daun mengkudu; (c) biji mengkudu kering; (d) penghalusan biji mengkudu; (e) pengayakan bubuk mengkudu; (f) bubuk halus biji mengkudu.

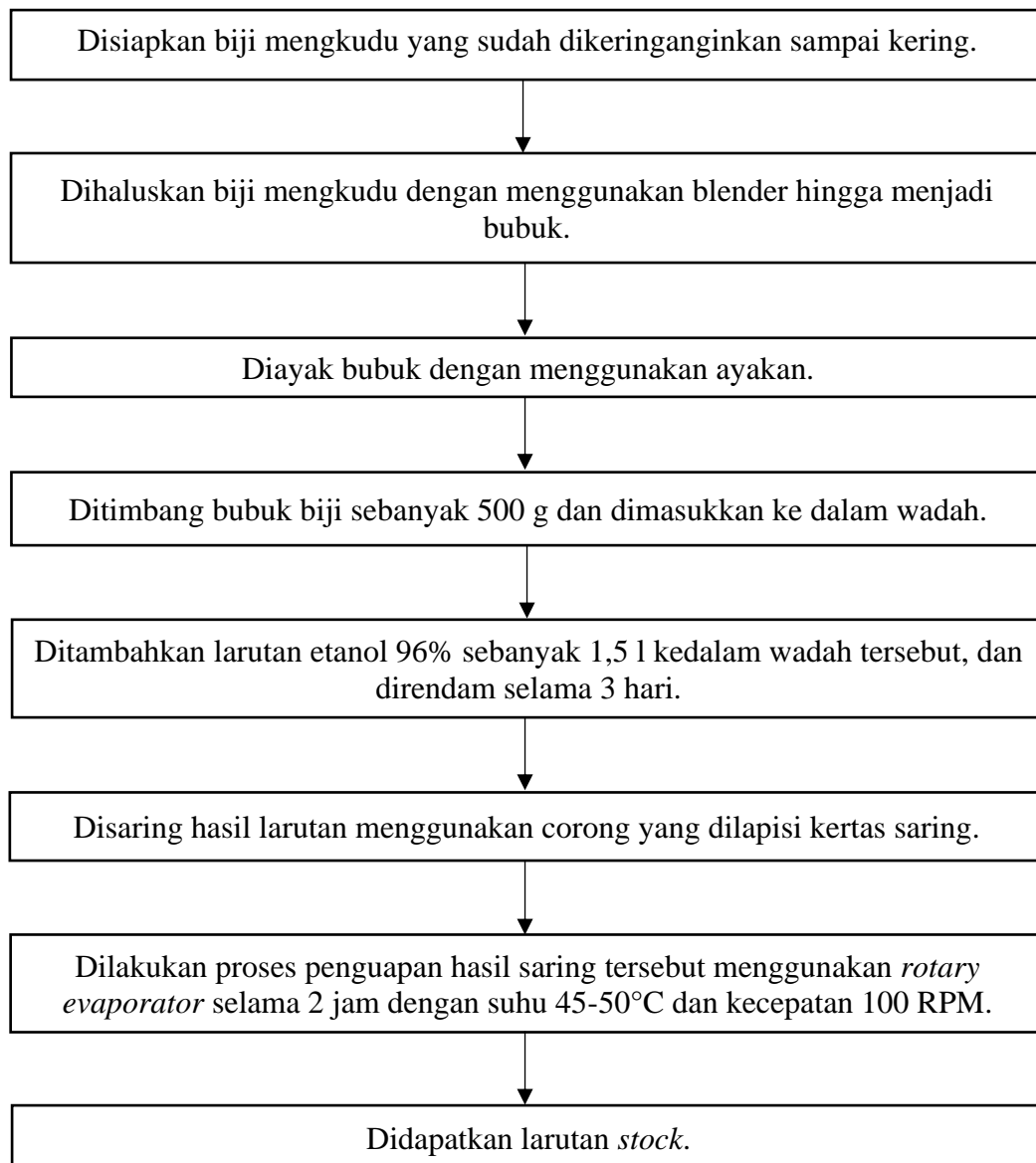
Setelah itu, sebanyak 500 g bubuk biji mengkudu ditimbang menggunakan timbangan (Gambar 10a) dan dimasukkan ke dalam wadah untuk direndam. Larutan etanol 96% ditambahkan ke dalam wadah tersebut sebanyak 1,5 l (Gambar 10b), hingga homogen (Gambar 10c). Dilakukan perendaman selama 3 hari (Gambar 10d). Setelah 3 hari (Gambar 10e), hasil ekstrak disaring dengan menggunakan corong yang dilapisi kertas saring untuk mendapatkan ekstrak biji mengkudu (Gambar 10f). Setelah didapatkan hasil saring (Gambar 10g), maka dilakukan proses penguapan dengan menggunakan *rotary evaporator* selama 2

jam dengan suhu 45-50°C dan kecepatan 100 RPM (Gambar 10h). Kemudian ekstrak di masukkan ke dalam wadah, ditutup dengan rapat menggunakan kertas *aluminium foil* dan disimpan di dalam lemari pendingin (Gambar 10i).



Gambar 10. Proses pembuatan ekstrak biji mengkudu: (a) penimbangan bubuk biji mengkudu; (b) penambahan larutan etanol 96%; (c) pencampuran bubuk biji mengkudu dengan larutan etanol; (d) perendaman selama 3 hari; (e) hasil rendaman; (f) penyaringan ekstrak biji mengkudu; (g) hasil penyaringan; (h) penguapan ekstrak biji mengkudu; (i) hasil ekstrak biji mengkudu murni.

Pembuatan ekstrak biji mengkudu mengikuti metode ekstraksi dari prosedur yang digunakan oleh (Setya dan Dewangga, 2017) yang tertera pada Gambar 11.



Gambar 11. Diagram alir pembuatan ekstrak biji mengkudu.



#### 3.4.4 Pengaplikasian Masing-masing Ekstrak Mengkudu

Setelah didapatkan ekstrak daun dan biji mengkudu murni, langkah selanjutnya yaitu pembuatan suspensi. Pada pembuatan suspensi, ekstrak daun maupun biji mengkudu ditimbang sesuai dengan konsentrasi yang akan digunakan, selanjutnya ditambah dengan aquades hingga volume mencapai 100 ml. Sebagai contoh, jika menggunakan daun mengkudu konsentrasi 2%, maka ditimbang sebanyak 2 g ekstrak daun mengkudu, lalu ditambahkan dengan aquades sebanyak 98 ml hingga didapatkan volume suspensi yaitu 100 ml dan dihomogenkan hingga merata. Suspensi dimasukkan ke dalam botol *sprayer* dengan ukuran volume semprot 10 ml/botol. Aplikasi ekstrak daun dan biji mengkudu dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi ke dalam toples pemeliharaan berukuran 4 l yang telah berisi pakan dan larva *S. frugiperda* instar II sebanyak 20 ekor. Penyemprotan dilakukan dengan jarak 10 cm dari dasar toples dan disemprotkan secara merata pada pakan serta semua bagian serangga sebanyak 1 ml (6 kali semprot) per satuan percobaan. Setiap perlakuan diaplikasikan dengan menggunakan konsentrasi yang telah ditetapkan.

#### 3.4.5 Pengamatan dan Pengumpulan Data

Variabel utama yang diamati adalah mortalitas dan perkembangan *S. frugiperda*. Pengamatan dilakukan setiap hari setelah aplikasi (HSA) hingga terbentuknya imago atau hingga semua serangga uji mati. Pengamatan dan pengumpulan data dilakukan dengan menghitung jumlah kematian (mortalitas) larva dan proses perkembangan *S. frugiperda* pada setiap stadia pertumbuhan. Proses perkembangan *S. frugiperda* diketahui dengan mengamati dan menghitung pupa terbentuk, pupa normal, pupa abnormal, imago terbentuk, imago normal, imago abnormal, lama larva, lama pupa, lama imago dan penghambatan aktivitas makan.

Persentase mortalitas larva *S. frugiperda* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$M = \frac{X}{Y} \times 100\%$$

Keterangan:

M = Mortalitas (%)

X = Jumlah larva *S. frugiperda* yang mati.

Y = Jumlah larva *S. frugiperda* yang diamati.

Persentase pupa abnormal dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Pupa Terbentuk Abnormal} = \frac{P}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Jumlah larva *S. frugiperda* yang menjadi pupa abnormal

N = Jumlah larva *S. frugiperda* yang diamati.

Persentase imago abnormal dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Puspitalia dkk., 2018):

$$\text{Imago Terbentuk Abnormal} = \frac{I}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

I = Jumlah larva *S. frugiperda* yang menjadi imago abnormal.

N = Jumlah larva *S. frugiperda* yang diamati

Penghambatan aktivitas makan larva *S. frugiperda* dapat dihitung dengan menggunakan rumus Prijono (2005):

$$PM = \frac{BKK - BKP}{BKK + BKP} \times 100\%$$

Keterangan:

PM = Penghambatan makan (%)

BKK = Bobot daun kontrol yang dimakan (g)

BKP = Bobot daun perlakuan yang dimakan (g)

### **3.5 Analisis Data**

Data dianalisis dengan menggunakan program Microsoft Excel. Data di uji menggunakan homogenitas ragam antar perlakuan dengan uji Bartlett dan uji Aditivitas dengan uji Tukey. Apabila asumsi analisis ragam terpenuhi, maka data dianalisis dengan sidik ragam (ANARA) dan dilanjutkan dengan pengujian Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Ekstrak daun mengkudu dengan konsentrasi 4%, 6%, dan 8% dapat menghambat perkembangan dan menyebabkan mortalitas *S. frugiperda*, dimana didapatkan hasil mortalitas tertinggi terdapat pada konsentrasi 8% yaitu sebesar 56,67% pada pengamatan 10 HSA.
2. Ekstrak biji mengkudu dengan konsentrasi 1%, 2%, dan 3% dapat menghambat perkembangan dan menyebabkan mortalitas *S. frugiperda*, dimana didapatkan hasil mortalitas tertinggi terdapat pada konsentrasi 3% yaitu sebesar 90% pada pengamatan 10 HSA.
3. Mortalitas dan penghambatan perkembangan *S. frugiperda* yang diaplikasikan dengan ekstrak biji mengkudu nyata lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak daun mengkudu.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan untuk dilakukan penelitian serupa dengan konsentrasi yang lebih tinggi, untuk mengetahui pengaruh yang lebih efektif dalam menghambat perkembangan dan mortalitas *S. frugiperda*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R. 2016. Daya bunuh air perasan daun mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap kematian larva *Aedes aegypti*. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang. Semarang. 132 hlm.
- Ariyanto, W., Sadimin. dan Sariyem. 2016. Daya hambat ekstrak biji mengkudu terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. *Jurnal Kesehatan Gigi*. 3(1): 34-41.
- Arianto, B. D., Bowo., H., Apriani, M., Ilmiawati, A. dan Perdana, S.A. 2008. Pengujian efektivitas tanin sebagai antibakteri *Chlamydia trachomatis*. *Laporan Akhir Program Kreativitas Mahasiswa*. Institut Pertanian Bogor. Jawa Barat.
- Armi, Surya, E., Almukaramah, Andalia, N. dan Ismaini. 2019. Efek bioinsektisida daun mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap mortalitas ulat tanah (*Agrotis* sp.). *Jurnal Pendidikan, Sains, dan Humaniora*. 7(4): 529-537.
- Balfas, R. dan Willis, M. 2016. Pengaruh ekstrak tanaman obat terhadap mortalitas dan kelangsungan hidup *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera, noctuidae). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. 20(2): 148-156.
- Bangun, A.P. dan Sarwono, B. 2005. *Khasiat dan Manfaat Mengkudu*. Agromedia Pustaka. Tangerang. 72 hlm.
- Barros, E., Torres, J. B., Ruberson, J.R. and Oliveira, M.D. 2010. Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 137(3): 237-245.
- Bhusal, K. and Bhattarai, K. 2019. A review on fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) and its possible management options in Nepal. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 7(4): 1289-1292.

- Capinera, J.L. 2017. *Fall Armyworm Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (*Insecta: Lepidoptera: Noctuidae*). Department of Entomology and Nematology University of Florida/IFAS Extension. Florida. EENY-098: 1-7.
- Dewi, R.C. 2009. Uji aktivitas antijamur ekstrak buah pare belut (*Trichosanthes anguina* L.). *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 121 hlm.
- FAO (Food and Agriculture Organization) and CABI (Centre for Agriculture and Biosciences International). 2019. *Community-Based Fall Armyworm (Spodoptera frugiperda) Monitoring, Early Warning and Management*. First Edition. The Food and Agriculture Organization of the United Nations. Amerika. 112 hlm.
- Firmansyah, E. dan Ramadhan, R.A.M. 2021. Tingkat serangan *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith pada pertanaman jagung di Kota Tasikmalaya dan perkembangannya di laboratorium. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*. 14(2): 87-90.
- Goergen, G., Kumar, P.L., Sankung, S.B., Togola, A. and Tamo. 2016. First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in west and central Africa. *Journal Plos One*. 11(10): 1-6.
- Hanafi, N. dan Rustam, R. 2020. Toksisitas ekstrak biji mengkudu terhadap ulat krop kubis (*Crociodomia pavonana* Fabricius) di laboratorium. *Jurnal Proteksi Tanaman*. 4(2): 99-107.
- Harahap, I.S. 2018. *Fall armyworm on corn a threat to food security in Asia Pacific Region*. Bogor. Jawa Barat.
- Hasnah. dan Nasril. 2009. Efektivitas ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) terhadap mortalitas *Plutella xylostella* L. pada tanaman sawi. *Jurnal Floratek*. 4(1): 29-40.
- Hinds, W.E. and Dew, J.A. 1915. The grass worm or fall armyworm. *Alabama Agricultural and Experiment Station Bulletin*. 186: 61-92.
- Kardinan, A. 1999. *Pestisida Nabati: Ramuan dan Aplikasi*. Penebar Swadaya. Jakarta. 80 hlm.

- Kartiasih, F., Ramadhani, A.R., Fitri, K.A. dan Aselnino, P. 2022. Faktor-faktor yang mempengaruhi volume impor jagung Indonesia dari lima negara eksportir terbesar tahun 2009-2021. *Jurnal Ekonomi, Keuangan dan Manajemen*. 18(4): 936-946.
- Kunuela, D., Fredriksz, S. dan Joris, L. 2022. Pemberian tepung daun mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap kualitas fisik dedak padi selama penyimpanan. *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman*. 10(1): 1-8.
- Lestari, P., Budiarti, A., Fitriana, Y., Susilo, FX., Swibawa, I.G., Sudarsono, H., Suharjo, R., Hariri, A.M., Purnomo, Nuryasin, Solikhin, Wibowo, L., Jumari. and Hartaman, M. 2020. Identification and genetic diversity of *Spodoptera frugiperda* in Lampung Province, Indonesia. *Journal of Biological Diversity (Biodiversitas)*. 21(4): 1670-1677.
- Lestari, S., Ambarningrum, T.B. dan Pratiknyo, H. 2013. Tabel hidup *Spodopteralitura* Fabr. dengan pemberian pakan buatan yang berbeda. *Jurnal Sains Veteriner*. 31(2): 166–179.
- Lubis, A.A.N., Anwar, R., Soekarno, B.P.W., Istiaji, B., Sartiami, D., Irmansyah. dan Herawati, D. 2020. Serangan ulat grayak jagung (*Spodoptera frugiperda*) pada tanaman jagung di Desa Petir, Kecamatan Daramaga, Kabupaten Bogor dan Potensi pengendaliannya menggunakan *Metarizhium Rileyi*. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*. 2(6): 931-939.
- Maharani, Y., Dewi, V.K., Puspasari, L.T., Rizkie, L., Hidayat, Y. dan Dono, D. 2019. Kasus serangan ulat grayak jagung *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman jagung di Kabupaten Bandung, Garut dan Sumedang, Jawa Barat. *Jurnal Cropsaver*. 2(1): 38-46.
- Megasari, D. dan Khoiri, S. 2021. Tingkat serangan ulat grayak tentara *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) padapertanaman jagung di Kabupaten Tuban, Jawa Timur, Indonesia. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*. 14(1): 1-5.
- Mursito, B. 2002. *Ramuan Tradisional Cetakan 1*. Penebar Swadaya. Jakarta. 24 hlm.
- Nisa, K., Firdaus, O., Ahmadi. dan Hairani. 2015. Uji efektifitas ekstrak biji dan daun mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) sebagai larvasida *Aedes* sp. *Sel : Jurnal Penelitian Kesehatan*. 2(2): 43-48.

- Nonci, N., Kalqutny, S.H.Y., Mirsam, H., Muis, A., Azrai, M. dan Aqil, M. 2019. *Pengenalan Fall Armyworm (Spodoptera frugiperda J. E. Smith) Hama Baru pada Tanaman Jagung di Indonesia*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Jakarta. 64 hlm.
- Novizan. 2002. *Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Nurul, N.H., Yuliani. dan Kuswanti, N. 2013. Pengaruh ekstrak daun suren dan daun mahoni terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman kubis. *Lentera Bio*. 2(1): 95–99.
- Pebrianti, H.D. dan Siregar, H.M. 2021. Serangan ulat grayak jagung *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman jagung di Kabupaten Muaro Jambi, Jambi. *Jurnal Agrohita*. 6(1): 31-35.
- Prasanna, B.M., Joseph, E., Huesing, Regina, E. and Virginia, M.P. 2018. *Fall Armyworm in Africa: A Guide For Integrated Pest Management*. Feed the Future. United States. 120 hlm.
- Prasetya, G.I., Siregar, A.Z. dan Marheni. 2022. Intensitas dan persentase serangan *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) pada beberapa varietas jagung di Kecamatan Namorambe Kabupaten Deli Serdang. *Cemara*. 19(1): 77-94.
- Pratama. 2009. Pemanfaatan ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) sebagai larvasida alami. *Jurnal Kesehatan*. 2(2): 17-23.
- Prijono D. 2005. *Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Botani*. Departemen Proteksi Tanaman. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purba, S. 2007. Uji efektifitas ekstrak daun mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera : Plutellidae) di laboratorium. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan. 60 hlm.
- Puspitalia, N., Liswarni, Y. dan Hamid, H. 2018. Uji konsentrasi ekstrak air daun *Lantana camara* Linnaeus terhadap mortalitas dan perkembangan *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Proteksi Tanaman*. 2(1): 28-36.



- Rahmawati. 2015. Uji efektifitas ekstrak metanol daun mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) terhadap mortalitas ulat krop kubis (*Crocidolomia Binotalis* Zeller). *Skripsi*. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung. 63 hlm.
- Ramadhanti, D. 2020. Efektifitas tepung daun mengkudu (*Morinda citrifolia*) sebagai pengendali hama bubuk beras (*Sitophilus oryzae* L) secara *in vitro*. *Thesis*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Rao, U.S.M. and Subramanian, S. 2009. Biochemical evaluation of antihyperglycemic and antioxidative effects of *Morinda citrifolia* fruit extract studied in streptozotocin induced diabetic rats. *Medicinal Chemistry Research*. 18(6): 433-446.
- Robinson, T. 1991. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 367 hlm.
- Rwomushana, I. 2019. *Spodoptera frugiperda* (Fall Armyworm). Invasive Species Compendium. CABI. Wallingford.
- Sari, M., Lahmuddin, L. dan Pangestiningih, Y. 2013. Uji efektivitas beberapa insektisida nabati untuk mengendalikan ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 1(3): 560-569.
- Sembel, D.T. 2010. *Pengendalian Hayati: Hama-hama Serangga Tropis dan Gulma*. Andi Offset. Yogyakarta. 282 hlm.
- Setiawati, S., Hasibuan, R., Nuryasin. dan Purnomo. 2018. Efikasi ekstrak daun mengkudu terhadap mortalitas larva *Crocidolomia binotalis* Zell. *Jurnal Agrotek Tropika*. 9(2): 99-104.
- Setya, A.K. dan Dewangga, V.S. 2017. Perubahan histopatologi usus tengah Larva *A. aegypti* L. setelah terpapar ekstrak biji mengkudu (*Morinda citrifolia*). *Indonesian Journal on Medical Science*. 4(2): 139-143.
- Sharanabasappa, Kalleshwaraswamy, C.M., Maruthi, M.S. and Pavithra, H.B. 2018. Biology of invasive fall army worm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: noctuidae) on maize. *Indian Journal of Entomology*. 80(3): 540-543.
- Shiddiqi, T., Rindiastuti, Y. dan Sri, N.A. 2008. Potensi *in vitro* zat sitotoksik antikanker daun tanaman kepel (*Stelechocarpus buharol*) terhadap *Carcinoma colorectal*. *Karya Tulis Ilmiah*. Fakultas Kedokteran. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Sjabana, D. dan Bahalwan, R.R. 2002. *Mengkudu*. Salemba Medika. Jakarta. 64 hlm.
- Solomon. 2006. *The Noni Phenomenon*. Direct Source Publishing. Utah.
- Subiakto, S. 2002. *Pestisida Nabati. Pembuatan dan Pemanfaatan*. Balai Penelitian Tanaman Hortikultura. Lembang.
- Subiono, T. 2020. Preferensi *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) pada beberapa sumber Pakan. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*. 2(2): 130-134.
- Suparjo. 2008. *Saponin: Peran dan Pengaruhnya bagi Ternak dan Manusia*. Fakultas Peternakan. Universitas Jambi. Jambi.
- Suprpti, M.L. 2005. *Aneka Olahan Mengkudu Berkhasiat Obat*. Kanisius. Yogyakarta. 66 hlm.
- Suroto, A., Haryani, A.L. dan Minarni, E.W. 2021. Respon biologi larva *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Noctuidae: Lepidoptera) pada uji paksa pengkonsumsian berbagai pakan daun. *Jurnal Sosial dan Sains (SOSAINS)*. 1(3): 189-197.
- Suryaningsih, E. dan Hadisoeganda, W. 2004. *Pestisida Botani untuk Mengendalikan Hama dan Penyakit pada Sayuran*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung. 46 hlm.
- Suwono, C. 2021. Mortalitas dan Perkembangan *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) Akibat Aplikasi Biji Srikaya (*Annona squamosa* L.) yang Diekstrak dengan Aquades, Metanol, dan Heksan di Laboratorium. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 80 hlm.
- Umam, S. 2009. Pengaruh filtrat daun Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas larva *Spodoptera Litura*. *Skripsi*. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya.
- Werker E. 2005. Trichome Diversity and Development In Plant Trichomes. *Advances in Botanical Research*. 31: 1-35.
- Yunita, A.E., Suprpti, N.H. dan Hidayat, J.W. 2009. Pengaruh ekstrak daun teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap mortalitas dan perkembangan larva *Aedes aegypti*. *Bioma*. 11(1): 11-17.