

**UJI TOKSISITAS DAUN SIRIH HUTAN (*Piper aduncum* L.) TERHADAP  
HAMA ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F) DI LABORATORIUM**

(Skripsi)

Oleh

**MALINI A.V. HUTAJULU  
1814191011**



**JURUSAN PROTEKSI TANAMAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

### UJI TOKSISITAS DAUN SIRIH HUTAN (*Piper aduncum* L.) TERHADAP HAMA ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.) DI LABORATORIUM

Oleh

**Malini A.V. Hutajulu**

Ulat grayak (*Spodoptera litura*) adalah salah satu jenis hama pemakan daun yang dapat menyebabkan kerusakan berat pada tanaman dan sulit dikendalikan. Penggunaan insektisida sintetik yang intensif dapat menimbulkan berbagai dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia. Salah satu cara lain pengendalian yang ramah lingkungan adalah penggunaan insektisida nabati yaitu dengan menggunakan daun sirih hutan (*Piper aduncum* L.). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun sirih hutan (*P. aduncum*) terhadap perkembangan hama *S. litura* dan mengetahui daya bunuh (*Median Lethal Concentration*) ekstrak daun sirih hutan (*P. aduncum*) terhadap larva ulat grayak (*S. litura*). Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga Agustus 2022 di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan dan Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian disusun dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK), yang terdiri dari 6 perlakuan dan 3 ulangan dengan 10 ekor larva tiap ulangannya. Data dianalisis dengan sidik ragam (ANARA) pada taraf 5% dan dilanjutkan pengujian Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun sirih hutan (*P. aduncum*) dengan masing-masing konsentrasi mampu menghambat mortalitas 50% dimulai dari 7 HSA hingga 10 HSA. Ekstraksi daun sirih hutan (*P. aduncum*) mampu menghambat perkembangan *S. litura* dan menghambat terbentuknya pupa abnormal dan imago abnormal. Daya bunuh LC<sub>50</sub> terhadap mortalitas larva ulat grayak (*S. litura*) tertinggi pada 7 HSA yaitu 0,48%.

**Kata Kunci:** Insektisida nabati, *Piper aduncum* L., *Spodoptera litura* F., Mortalitas, Penghambatan aktivitas makan.

**UJI TOKSISITAS DAUN SIRIH HUTAN (*Piper aduncum* L.) TERHADAP  
HAMA ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.) DI LABORATORIUM**

**Oleh**

**Malini A.V. Hutajulu**

**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** : UJI TOKSISITAS DAUN SIRIH HUTAN  
(*Piper aduncum* L.) TERHADAP HAMA ULAT  
GRAYAK (*Spodoptera litura* F.) Di  
LABORATORIUM


**Nama Mahasiswa** : Malini A.O. Hutajulu


**Nomor Pokok Mahasiswa** : 1814191011

**Jurusan** : Proteksi Tanaman

**Fakultas** : Pertanian



  
**Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S.**  
NIP 196406131987031002

  
**Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc.**  
NIP 195808281983032003

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman

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

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua : Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S.**

*Purnomo*  
.....

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

*Rosma*  
.....

**Penguji  
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P.**

*Suskandini Ratih D.*  
.....

**2. Dekan Fakultas Pertanian**

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

**a.n. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik  
dan Kerjasama,**  
  
**Prof. Dr. Ir. Purnomo, M.S.**  
NIP. 196406131987031002

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 26 Mei 2023.**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“UJI TOKSISITAS DAUN SIRIH HUTAN (*Piper aduncum* L.) TERHADAP HAMA ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.) DI LABORATORIUM”** 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, 13 Juni 2023  
Pembuat Pernyataan



**Malini A.V. Hutajulu**  
1814191011

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan pada 13 Februari 2001 di Banualuhu, Sumatera Utara. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, buah pernikahan dari pasangan Bapak Maralo Hutajulu dan Ibu Tamiara Hasibuan. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar di SIMAREMAREJAE 173552 pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 4 Laguboti, Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 1 Laguboti pada tahun 2018 dan pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

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 Unit Produksi Benih (UPB) Tanaman Sayuran Sekincau, Lampung Barat. Selama menjalani perkuliahan, penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Bahasa Inggris pada semester ganjil 2020/2021, Statistika Pertanian pada semester ganjil 2020/2021, ganjil 2021/2022, ganjil 2022/ 2023 Metodologi Penelitian pada semester genap 2021/2022, Pengendalian Terpadu HPT genap 2021/2022, Rancangan Percobaan pada semester genap 2020/2021. Selain itu, penulis juga aktif dalam Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) sebagai anggota bidang Kewirawusahaan tahun 2019/2020 dan anggota bidang Diklat dan Anggota tahun 2021/2022.

## PERSEMBAHAN

Puji Syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan karuniaNya saya dapat menyelesaikan seluruh rangkaian penelitian yang berjudul: “Uji Toksisitas Daun Sirih Hutan (*Piper aduncum* L.) terhadap Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) di Laboratorium”.

Penelitian ini dilaksanakan pada, Maret hingga Agustus 2022, di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan dan Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, oleh karena itu saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang sangat penulis sayangi dan cintai yaitu Bapak Maralo Hutajulu dan Ibu Tamiara Hasibuan, yang telah banyak memberikan dukungan, pengorbanan, perjuangan, dan doa yang tidak pernah putus hingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan.
2. Saudara penulis yaitu Roger J. Hutajulu yang selalu memberikan dukungan, perhatian serta kasih sayang yang tak terhingga.



## SAWACANA

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan dan dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Toksisitas Daun Sirih Hutan (*Piper aduncum* L.) terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) di Laboratorium”.

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. Purnomo, M.S., 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. Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan ilmu, bimbingan, motivasi, saran serta masukan selama penyusunan skripsi.
5. Kedua orang tua penulis, Bapak Maralo Hutajulu dan Ibu Tamiara Hasibuan 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. Adik tercinta Roger J. Hutajulu yang memberikan semangat, dan dukungan selama penulis melaksanakan perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi.
7. Rekan-rekan seperjuangan dan sahabat yang telah penulis anggap seperti saudara sendiri, Ria Merlanda, Ike Triani, dan Deni Arifin yang telah setia menemani sedih maupun senang, memberikan semangat, yang membantu selalu dalam kondisi apapun.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam 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 Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan kalian semua dan penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Bandar Lampung

Malini A.V. Hutajulu  
1814191011

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xix
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Tujuan Penelitian .....	3
1.2. Kerangka Pemikiran .....	3
1.3. Hipotesis Penelitian .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1. Ulat Grayak ( <i>S. litura</i> ).....	6
2.1.1. Bioekonomi <i>S. litura</i> .....	6
2.1.2. Siklus Hidup <i>S. litura</i> .....	8
2.2. Ekstrak Daun Sirih Hutan ( <i>P. aduncum</i> ).....	12
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	15
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	15
3.2. Alat dan Bahan .....	15
3.3. Pemiakan Serangga Uji ( <i>S. litura</i> ).....	15
3.4. Uji Pendahuluan .....	16
3.5. Rancangan Penelitian .....	17
3.6. Pembuatan Ekstrak Daun Sirih Hutan.....	17
3.7. Pengaplikasian Masing-Masing Ekstraksi Daun Sirih Hutan ( <i>P. aduncum</i> )....	19
3.8. Pengamatan dan Pengumpulan Data .....	19
3.9. Analisis Data .....	21
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	22
4.1. Mortalitas Larva Ulat Grayak ( <i>S. litura</i> ) .....	22
4.2. Persentase Pupa <i>S. litura</i> .....	25
4.3. Persentase Imago <i>S. litura</i> .....	26
4.4. Lama Stadium Larva, Pupa dan Imago .....	27
4.5. Aktivitas Makan Larva <i>S. litura</i> .....	28
4.6. Daya Bunuh (LC 50) Ekstraksi Daun Sirih Hutan terhadap <i>S. litura</i> .....	31

<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>32</b>
5.1. Simpulan.....	32
5.2. Saran.....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>36</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>37</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penentuan Konsentrasi Persentase Mortalitas Larva <i>S.litura</i> setelah Diaplikasi dengan Ekstrak Daun Sirih Hutan ( <i>P. aduncum</i> ) pada Uji Pendahuluan. ....	16
2. Konsentrasi ekstrak daun sirih hutan ( <i>P. aduncum</i> ) yang digunakan sebagai perlakuan .....	19
3. Kriteria Penghambatan Aktivitas Makan .....	21
4. Pengaruh Aplikasi Insektisida Ekstrak Daun Sirih Hutan terhadap Mortalitas <i>S. litura</i> . ....	24
5. Persentase Pupa Terbentuk setelah Aplikasi Ekstraksi Daun Sirih Hutan.....	26
6. Imago Terbentuk setelah Aplikasi Ekstraksi Daun Sirih Hutan .....	27
7. Pengaruh Ekstrak Daun Sirih Hutan terhadap Lama Stadium Larva, Pupa dan Imago <i>S. litura</i> . ....	27
8. Persentase Aktivitas Makan Larva <i>S. litura</i> .....	30
9. LC <sub>50</sub> dari Ekstraksi Daun Sirih Hutan.....	31
10. Persentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 1 HSA .....	39
11. Uji Bartlett Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 1 HSA. ....	39
12. Data Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 1 HSA dengan Transformasi $\sqrt{(X+0,5)}$ . ....	40
13. Uji Bartlett Data Transformasi Akar Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 1 HSA.....	40
14. Analisis Ragam Mortalitas Larva <i>S. Litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 1 HSA .....	41

15. Uji BNJ Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 1 HSA.....	41
16. Persentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 2 HSA .....	42
17. Uji Bartlett Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 2 HSA .....	42
18. Data Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 2 HSA dengan Transformasi $\sqrt{(X+0,5)}$ .....	43
19. Uji Bartlett Data Transformasi Akar Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 2 HSA.....	43
20. Analisis Ragam Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 2 HSA .....	44
21. Persentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 3 HSA .....	44
22 Uji Bartlett Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 3 HSA. ....	45
23 Data Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 3 HSA dengan Transformasi $\sqrt{(X+0,5)}$ .....	45
24. Uji Bartlett Data Transformasi Akar Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 3 HSA.....	46
25. Analisis Ragam Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 3 HSA .....	46
26. Persentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i> Akibat Ekstrak Daun Sirih pada 4 HSA. ....	47
27. Uji Bartlett Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 4 HSA .....	47
28. Data Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 4 HSA dengan Transformasi $\sqrt{(X+0,5)}$ .....	48
29. Uji Bartlett Data Transformasi Akar Mortalitas Larva <i>S.litura</i> pada 4 HSA.....	48
30. Analisis Ragam Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 4 HSA .....	49
31. Persentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 5 HSA. ....	49
32. Uji Bartlett Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 5 HSA .....	50
33. Data Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 5 HSA dengan Transformasi $\sqrt{(X+0,5)}$ .....	50
34. Uji Bartlett Data Transformasi Akar Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 5 HSA.....	51
35. Analisis Ragam Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan.....	51

36. Uji BNJ Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 5 HSA.....	52
37. Persentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 6 HSA. ....	52
38. Uji Bartlett Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 6 HSA. ....	52
39. Analisis Ragam Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan .....	53
40. Uji BNJ Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 6 HSA.....	53
41. Persentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 7 HSA .....	54
42. Uji Bartlett Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 7 HSA. ....	54
43. Analisis Ragam Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan .....	55
44. Uji BNJ Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 7 HSA .....	55
45. Persentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 8 HSA. ....	55
46. Uji Bartlett Data Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 8 HSA.....	56
47. Analisis Ragam Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 8 HSA. ....	56
48. Uji BNJ Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 8 HSA. ....	57
49. Persentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 9 HSA. ....	57
50. Uji Bartlett Data Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 9 HSA.....	57
51. Analisis Ragam Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan .....	58
52. Uji BNJ Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 9 HSA .....	58
53. Persentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i> Akibat Ekstrak Daun Sirih pada 10 HSA. .	58
54. Uji Bartlett Data Mortalitas Larva <i>S. litura</i> pada 10 HSA.....	59
55. Analisis Ragam Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih .....	59

56. Uji BNJ Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 10 HSA .....	59
57. Persentase Pupa <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 6 HSA. ....	60
58. Uji Bartlett Data Pupa <i>S. litura</i> pada 6 HSA.....	60
59. Data Pupa <i>S. litura</i> pada 6 HSA dengan Transformasi $\sqrt{(X+0,5)}$ .....	61
60. Uji Bartlett Data Transformasi Akar Pupa <i>S. litura</i> pada 6 HSA .....	61
61. Analisis Ragam Pupa <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 6 HSA.....	62
62. Uji BNJ Pupa <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 6 HSA.....	62
63. Persentase Pupa <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 7 HSA .....	62
64. Uji Bartlett Data Pupa <i>S. litura</i> pada 7 HSA.....	63
65. Analisis Ragam Mortalitas Larva <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih .....	63
66. Persentase Pupa <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 8 HSA. ....	64
67. Uji Bartlett Data Pupa <i>S. litura</i> pada 8 HSA.....	64
68. Analisis Ragam Pupa Terbentuk <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih.....	65
69. Persentase Pupa Terbentuk <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 9 HSA. ....	65
70. Uji Bartlett Data Pupa Terbentuk <i>S. litura</i> pada 9 HSA. ....	65
71. Analisis Ragam Pupa Terbentuk <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih.....	66
72. Persentase Pupa Terbentuk <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 10 HSA.....	66
73. Uji Bartlett Data Pupa Terbentuk <i>S. litura</i> pada 10 HSA .....	67
74. Data Pupa Terbentuk <i>S. litura</i> pada 10 HSA dengan Transformasi .....	67
75. Uji Bartlett Data Transformasi Akar Pupa Terbentuk <i>S. litura</i> pada 10 HSA.....	68
76. Analisis Ragam Pupa Terbentuk <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih.....	68
77. Persentase Imago Terbentuk <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 17 HSA ..	69



78. Uji Bartlett Imago Terbentuk <i>S. litura</i> pada 17 HSA .....	69
79. Data Imago Terbentuk <i>S. litura</i> pada 17 HSA dengan Transformasi .....	70
80. Uji Bartlett Data Transformasi Akar Imago Terbentuk <i>S. litura</i> pada 17 HSA....	70
81. Persentase Imago Terbentuk <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih.....	71
82. Uji Bartlett Imago Terbentuk <i>S. litura</i> pada 18 HSA. ....	71
83. Persentase Imago Terbentuk <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 19 HSA ..	72
84. Uji Bartlett Imago Terbentuk <i>S. litura</i> pada 19 HSA. ....	72
85. Data Imago Terbentuk <i>S. litura</i> pada 19 HSA dengan Transformasi .....	73
86. Uji Bartlett Data Transformasi Akar Imago Terbentuk <i>S. litura</i> pada 19 HSA....	73
87. Persentase Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 1 HSA .....	74
88. Uji Bartlett Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 1 HSA. ....	74
89. Analisis Ragam Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih .....	75
90. Uji BNJ Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 1 HSA. ....	75
91. Persentase Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 2 HSA .....	76
92. Uji Bartlett Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 2 HSA. ....	76
93. Analisis Ragam Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih .....	77
94. Data Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 2 HSA dengan Transformasi .....	77
95. Uji Bartlett Data Transformasi Akar Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 2 HSA.....	78
96. Analisis Ragam Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih .....	78
97. Uji BNJ Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 2 HSA. ....	79
98. Persentase Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 3 HSA .....	79
99. Uji Bartlett Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 3 HSA. ....	79

100. Analisis Ragam Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih .....	80
101. Data Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 3 HSA dengan Transformasi .....	80
102. Uji Bartlett Data Transformasi Akar Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 3 HSA.....	81
103. Analisis Ragam Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun .....	81
104. Uji BNJ Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 3 HSA.....	82
105. Persentase Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 4 HSA. ..	82
106. Uji Bartlett Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 4 HSA .....	82
107. Analisis Ragam Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun .....	83
108. Data Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 4 HSA dengan Transformasi .....	83
109. Uji Bartlett Data Transformasi Akar Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 4 HSA.....	84
110. Analisis Ragam Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun .....	84
111. Uji BNJ Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 4 HSA.....	85
112. Persentase Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 5 HSA ...	85
113. Uji Bartlett Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 5 HSA .....	85
114. Analisis Ragam Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun .....	86
115. Data Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 5 HSA dengan Transformasi .....	86
116. Uji Bartlett Data Transformasi Akar Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 5 HSA.....	87
117. Analisis Ragam Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih .....	87
118. Persentase Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 6 HSA ...	88
119. Uji Bartlett Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 6 HSA. ....	88
120. Analisis Ragam Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 6 HSA.....	89

121. Uji BNJ Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 6 HSA.....	89
122. Persentase Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 7 HSA. ..	90
123. Uji Bartlett Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 7 HSA .....	90
124. Analisis Ragam Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 7 HSA.....	91
125. Uji BNJ Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 7 HSA.....	91
126. Persentase Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 8 HSA ...	91
127. Uji Bartlett Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 8 HSA. ....	92
128. Analisis Ragam Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 8 HSA.....	92
129. Uji BNJ Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 8 HSA.....	93
130. Persentase Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 9 HSA ...	93
131. Uji Bartlett Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 9 HSA .....	93
132. Data Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 9 HSA dengan Transformasi $\sqrt{(X+0,5)}$ ....	94
133. Uji Bartlett Data Transformasi Akar Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 9 HSA.....	94
134. Analisis Ragam Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih Hutan pada 9 HSA.....	95
135. Persentase Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih pada 10 HSA .....	95
136. Uji Bartlett Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 10 HSA .....	96
137. Data Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 10 HSA dengan Transformasi .....	96
138. Uji Bartlett Data Transformasi Akar Aktivitas Makan <i>S. litura</i> pada 10 HSA... 97	
139. Analisis Ragam Aktivitas Makan <i>S. litura</i> akibat Ekstrak Daun Sirih .....	97

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kumpulan Telur <i>S. litura</i> .....	7
2. Larva <i>S. litura</i> Instar ketiga.....	10
3. Pupa <i>S. litura</i> .....	11
4. Hasil Ekstraksi Daun Sirih Hutan .....	14
5. Proses pembuatan ekstraksi daun sirih hutan ( <i>P. aduncum</i> ). (A) daun sirih.....	18
6. Proses evaporasi ekstraksi daun sirih hutan. (A) proses penguapan.....	18
7. Cairan dari tubuh <i>S. litura</i> .....	25

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Ulat grayak (*Spodoptera litura*) adalah salah satu jenis hama pemakan daun yang dapat menyebabkan kerusakan berat pada tanaman dan sulit dikendalikan. Hama ini bersifat polifag, dengan kisaran inang luas, yang mencakup tanaman perkebunan, sayuran, dan buah-buahan (Suharsono dan Muchlish, 2010). Serangan berat hama ulat grayak dapat menyebabkan tanaman habis karena daun dan buah habis dimakan. Kehilangan hasil akibat serangan hama tersebut dapat mencapai 80%, bahkan gagal panen jika tidak dikendalikan.

Usaha pengendalian *S. litura* di tingkat petani hingga saat ini masih mengandalkan insektisida, terutama jenis insektisida sintetik yang berspektrum luas (Marwoto dan Suharsono, 2008). Secara umum, insektisida merupakan bahan kimia yang bersifat racun dan bisa dipergunakan untuk mengendalikan serta membasmi serangga hama yang menyerang tanaman (Hasibuan, 2015). Penggunaan insektisida sintetik yang intensif untuk mengendalikan hama ulat grayak pada berbagai jenis tanaman, terutama tanaman sayuran dapat menimbulkan berbagai dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia (Dadang dan Prijono, 2011). Berbagai dampak yang ditimbulkan oleh penggunaan insektisida sintetik yang tidak bijaksana adalah pencemaran air dan tanah, pencemaran udara, timbulnya spesies hama yang resisten, timbulnya spesies hama baru atau ledakan hama sekunder, resurgensi, merusak keseimbangan ekosistem, dampak terhadap kesehatan masyarakat (Retno, 2006).

Salah satu cara lain pengendalian yang ramah lingkungan adalah penggunaan insektisida nabati. Insektisida nabati adalah insektisida yang diekstrak dari tumbuhan yang mengandung senyawa aktif yang bersifat mudah terurai di alam, sehingga potensi pencemaran lingkungan yang diakibatkan penggunaan insektisida nabati bisa diminimal. Selain itu, Indonesia mempunyai keragaman tumbuhan yang tinggi dan bisa dimanfaatkan sebagai bahan untuk pembuatan insektisida nabati. Beberapa keunggulan penggunaan insektisida nabati ialah bisa menghambat nafsu makan serangga sehingga dapat menekan kerusakan tanaman. Keunggulan lainnya ialah tingkat toksisitasnya yang rendah terhadap mamalia, sehingga aman terhadap organism non target bagi kehidupan (Wiratno dkk., 2013).

Salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati adalah sirih hutan (*Piper aduncum*). Sirih hutan (*P. aduncum*) merupakan spesies tanaman yang termasuk ke dalam famili Piperaceae yang daunnya mempunyai potensi menjadi sumber pestisida nabati (Fissabilillah dan Rustam, 2020). Senyawa aktif yang ada pada tanaman Piperaceae termasuk dalam golongan piperamidin seperti piperin, piperisida, piperlonguminin dan guininsin. Senyawa tersebut telah banyak dilaporkan bersifat insektisida. Daun sirih hutan juga mengandung senyawa-senyawa seperti heksana, sianida, saponin, tanin, flafonoid, steroid, alkanoid dan minyak atsiri yang diduga bisa berfungsi menjadi pestisida nabati (Hidayat dkk., 2021).

Menurut Ismed dkk. (2016) pemberian perlakuan konsentrasi ekstrak tepung daun sirih hutan 50 g/l air sudah dianggap efektif dalam menyebabkan mortalitas terhadap wereng coklat. Hal ini disebabkan pada perlakuan tersebut telah menyebabkan mortalitas total wereng coklat mencapai 87,5%. Hasil ini sesuai dengan pendapat Prijono (2008) bahwa ekstrak pestisida nabati dikatakan efektif sebagai pestisida apabila perlakuan dengan ekstrak tersebut dapat mengakibatkan tingkat kematian lebih dari 80%. Berdasarkan uraian di atas maka diperlukan penelitian uji toksisitas daun sirih hutan (*P. aduncum*) terhadap hama ulat grayak (*S. litura*) di Laboratorium.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh ekstrak daun sirih hutan (*P. aduncum*) terhadap perkembangan hama ulat grayak (*S. litura*).
2. Mengetahui daya bunuh (*Median Lethal Concentration*) ekstrak daun sirih hutan (*P. aduncum*) terhadap larva ulat grayak (*S. litura*).

## 1.3. Kerangka Pemikiran

Penggunaan pestisida sintetik secara rutin atau berjadwal akan berdampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan. Oleh karena itu perlu diterapkan, konsep PHT merupakan inovasi yang harus diterapkan petani dalam mengurangi penggunaan pestisida sintetik. Pengendalian Hama Terpadu (PHT) merupakan suatu program perlindungan tanaman yang membatasi penggunaan pestisida dan lebih mengandalkan pengendalian alami (Hasibuan, 2003). Pestisida adalah bahan kimia beracun yang digunakan untuk mengendalikan jasad pengganggu yang merugikan kepentingan manusia. Pada umumnya petani banyak menggunakan pestisida sintetik dalam mengendalikan hama tanpa mengetahui dampak dari penggunaan pestisida sintetik tersebut. Dampak dari penggunaan pestisida yang berlebihan juga bisa menyebabkan terganggunya stabilitas agroekosistem yang mengakibatkan timbulnya beberapa masalah yaitu pencemaran lingkungan, ancaman terhadap organisme non target serta permasalahan hama yang resisten (Hasibuan, 2015).

Mengingat bahayanya dalam penggunaan pestisida sintetik maka diperlukan alternatif lain dalam mengendalikan hama yaitu dengan menggunakan bahan-bahan alami (insektisida nabati). Insektisida nabati merupakan insektisida yang terbuat dari tumbuhan yang mengandung senyawa aktif bersifat mudah terurai di alam dan tidak menyebabkan resistensi terhadap hama, residu pada produk pertanian dan peledakan hama sekunder. Penggunaan Insektisida nabati sangat aman terhadap kesehatan dan lingkungan sehingga perlu diterapkan dalam mengendalikan hama. Salah satu

tanaman yang berpotensi dapat digunakan sebagai insektisida nabati adalah sirih hutan (*P. aduncum*).

Tanaman sirih hutan merupakan tanaman famili Piperaceae yang daun, buah dan rantingnya berpotensi sebagai sumber pestisida nabati. Senyawa aktif yang terdapat pada tumbuhan Piperaceae termasuk dalam golongan piperamidin seperti piperin, piperisida, piperlonguminin dan guininsin (Irawan dkk., 2018). Kemampuan ekstrak tepung daun sirih hutan dalam mematikan larva *S. frugiperda* disebabkan karena daun sirih hutan mengandung senyawa aktif piperin, piperisida, piperlonguminin, dan guininsin. Pemberian ekstrak tepung daun sirih hutan efektif dalam mengendalikan larva *S. frugiperda* pada perlakuan 75 g/l<sup>-1</sup> air dengan mortalitas total mencapai 80% (Fissabililah dan Rustam, 2020).

Menurut Harahap dan Rakhmadiyah (2016) konsentrasi tepung daun sirih hutan 8% menghasilkan waktu awal kematian imago *Sitophilus zeamais* yaitu 85,25 jam dan berbeda nyata dengan perlakuan 6%, 4%, dan 2%. Hal ini terjadi karena semakin besar jumlah konsentrasi yang digunakan maka jumlah bahan aktif piperamidin yang ada semakin banyak, akibatnya pada konsentrasi tinggi kemampuan bahan aktif piperamidin yang terkandung dalam tepung daun sirih hutan akan semakin meningkat dan menyebabkan waktu kematian imago *S. zeamais* menjadi lebih cepat. Menurut Scott *et al.* (2008) yang menyatakan bahwa berbagai jenis tumbuhan Piperaceae mengandung senyawa aktif piperamidin yang bekerja sebagai racun saraf dan mengakibatkan kematian serangga dengan cepat. Bahan aktif piperamidin tepung daun sirih hutan dalam mengendalikan *S. zeamais* masuk ke dalam tubuh *S. zeamais* melalui sistem pernafasan.



#### **1.4. Hipotesis Penelitian**

Hipotesis yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi ekstrak daun sirih hutan (*P. aduncum*) mampu menghambat perkembangan hama ulat grayak (*S. litura*).
2. Aplikasi ekstrak daun sirih hutan (*P. aduncum*) mampu membunuh larva hama ulat grayak (*S. litura*).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Ulat Grayak (*S. litura*)

Dalam sistematika klasifikasi, ulat grayak termasuk dalam ordo Lepidoptera, famili Noctuidae, genus *Spodoptera* dan spesies *litura*. Hama ini bersifat polifag atau mempunyai kisaran inang yang cukup luas atau banyak inang, sehingga agak sulit dikendalikan (Marwoto dan Suharsono, 2008).

Menurut Kalshoven (1981), *S. litura* diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Sub Kelas	: Pterygota
Ordo	: Lepidoptera
Sub Ordo	: Prenatae
Famili	: Noctuidae
Genus	: <i>Spodoptera</i>
Spesies	: <i>Spodoptera litura</i> Fabricius.

#### 2.1.1. Bioekonomi *S. litura*

*S. litura* dapat merusak tanaman sejak fase vegetatif sampai fase generatif. Imago berbentuk ngengat yang berwarna kecokelatan dengan panjang tubuh berkisaran 14-17 mm dan rentang sayapnya berkisaran 35-42 mm, aktif pada malam hari. Betina meletakkan telur pada gerombolan-gerombolan yang terdiri dari 300-400 buah telur

per gerombolan. Gerombolan telur ditutupi oleh rambut-rambut halus yang berwarna kecokelatan (Gambar 1). Telur berbentuk bulat dengan diameter 0,5 mm, stadium telur berlangsung kira-kira tiga hari. Larva yang baru keluar dari telur hidup bergerombol pada permukaan bawah daun dan memakan epidermis daun. Setelah beberapa hari larva mulai hidup berpencar. Kemampuan merusak hama *S. litura* tergantung pada perkembangan instarnya. Pada larva instar kedua atau ketiga mungkin hanya memakan helaian daun dengan meninggalkan tulang- tulang daun. Namun, pada instar keempat dan kelima larva mampu memakan seluruh daun sampai ke tulang-tulang daunnya. Panjang tubuh larva instar terakhir kira-kira lima cm. Stadium larva berlangsung berkisaran 13-16 hari (Ilhamiyah, 2022).



Gambar 1. Kumpulan Telur *S. litura*

Larva mempunyai warna yang bervariasi, memiliki kalung (bulan sabit) berwarna hitam pada segmen abdomen keempat dan kesepuluh. Pada sisi lateral dorsal terdapat garis kuning. Ulat yang baru menetas berwarna hijau muda, bagian sisi coklat tua atau hitam kecokelatan, dan hidup berkelompok. Beberapa hari setelah menetas (larva bergantung terhadap ketersediaan makanan), larva menyebar dengan menggunakan benang sutera dari mulutnya. Pada siang hari, larva bersembunyi di dalam tanah dan menyerang tanaman pada malam hari atau pada intensitas cahaya matahari yang rendah. Biasanya ulat berpindah ke tanaman lain secara bergerombol dalam jumlah besar (Marwoto dan Suharsono, 2008).

Warna dan perilaku larva instar terakhir mirip ulat tanah *Agrothis ipsilon*, namun terdapat perbedaan yang cukup mencolok, yaitu pada ulat grayak terdapat tanda bulan sabit berwarna hijau gelap dengan garis punggung gelap memanjang.

Ulat berkepompong di dalam tanah, membentuk pupa tanpa rumah pupa (kokon), berwarna coklat kemerahan dengan panjang sekitar 1,60 cm. Siklus hidup berkisar 30-60 hari (lama stadium telur dua sampai empat hari). Stadium larva terdiri atas lima instar yang berlangsung selama 20-46 hari. Lama stadium pupa 8-11 hari. Seekor ngengat betina dapat meletakkan antara 2000-3000 telur (Marwoto dan Suharsono, 2008).

Gejala serangan larva ulat grayak yang masih muda merusak daun dengan meninggalkan sisa-sisa epidermis bagian atas (transparan) dan tulang daun. Larva instar lanjut merusak tulang daun dan kadang-kadang menyerang polong. Biasanya larva berada di permukaan bawah daun dan menyerang secara serentak dan berkelompok. Serangan berat menyebabkan tanaman rusak karena daun dan buah habis dimakan ulat. Serangan berat pada umumnya terjadi pada musim kemarau, dan menyebabkan defoliasi daun yang sangat berat (Marwoto dan Suharsono, 2008).

### **2.1.2. Siklus Hidup *S. litura***

*S. litura* mempunyai siklus hidup yang sempurna sehingga disebut juga holometabola. Siklus hidup *S. litura* terdiri dari telur, larva, pupa dan imago. Berikut ini fase perkembangan *S. litura* yaitu:

#### **1. Fase Telur**

Stadium larva terdiri atas enam instar dengan umur larva instar kesatu, instar kedua, serta instar ketiga berturut-turut adalah dua sampai tiga hari, dua sampai tiga hari, serta dua sampai tiga hari. Masa prapeneluran, peneluran, serta pasca peneluran berturut-turut selama dua, enam, serta satu hari. Larva instar ketiga dan instar keempat berpindah dari satu tanaman ke tanaman yang

lain dengan cara berjalan dari daun ke daun yang lain atau melalui tanah. Pada siang hari larva instar kelima dan instar keenam berlindung di dalam atau di atas tanah tertutupi oleh daun-daun kering dan aktif makan atau merusak daun tanaman pada malam hari (Tengkano dan Suharsono, 2005).

Umur telur mulai dari peletakkan oleh imago sampai menetas menjadi larva sekitar tiga sampai empat hari. Serangga dewasa meletakkan telur dalam bentuk kluster yang mengandung sekitar 350 butir dan ditutupi bulu-bulu yang halus (Fattah dan Ilyas, 2016). Telur berbentuk hampir bulat dengan bagian dasar melekat pada daun (kadang-kadang tersusun dua lapis), berwarna coklat kekuningan, diletakkan berkelompok masing-masing 25-500 butir. Telur diletakkan pada bagian daun atau bagian tanaman lainnya, baik pada tanaman inang maupun bukan inang. Bentuk telur bervariasi, kelompok telur tertutup bulu seperti beludru yang berasal dari bulu-bulu tubuh bagian ujung ngengat betina, berwarna kuning kecoklatan (Marwoto dan Suharsono, 2008).

## 2. Fase Larva

Larva yang baru menetas berwarna kehijauan dengan sisi samping hitam kecoklatan. Larva instar kesatu berwarna hijau bening, panjang tubuh 2,00-2,74 mm. Larva instar kesatu hidup berkelompok dan memakan bagian daun dengan meninggalkan tulang-tulang daun. Larva instar kedua berwarna hijau, panjangnya 7,75-10 mm dan bulu-bulu halus sudah tidak terlihat lagi. Larva instar ketiga (Gambar 2) panjangnya menjapai 8-15 mm, di bagian kiri serta kanan tubuhnya terdapat garis-garis zig-zag berwarna hitam putih serta bulatan-bulatan hitam sepanjang tubuhnya. Larva instar 4,5 dan 6 agaknya sukar dibedakan, panjang tubuh 13-50 mm untuk instar keenam periode ulat pada instar keenam berlansung 2,5 hari. Pada bagian kiri dan kanan tubuhnya terdapat gambar atau pola yang terbentuk setengah lingkaran (Azwana dan Adikorelsi, 2009).

Umur larva mulai dari instar kesatu hingga instar keenam sekitar 12-15 hari. Larva yang baru menetas makanannya dari daun yang ditempati telur dalam bentuk berkelompok, kemudian menyebar dengan menggunakan benang yang keluar dari mulutnya serta pindah dari tanaman ke tanaman lain. Larva *S. litura* memiliki warna yang berbeda-beda. Larva yang baru menetas berwarna hijau muda, bagian sisi coklat tua atau hitam kecoklatan dan larva instar terakhir terdapat kalung (bulan sabut) warna hitam gelap pada segmen abdomen ke empat dan sepuluh. Pada sisi dorsal atau bagian atas ada garis kuning dan stadium larva terdiri enam instar yang berlangsung selama 20-46 hari (Fattah dan Ilyas, 2016).



Gambar 2. Larva *S. litura* Instar ketiga

### 3. Fase Pupa

Pada stadia pra-pupa larva *S. litura* menunjukkan perilaku tidak aktif makan. Larva pada stadia pra-pupa akan mencari tempat persembunyian pada daun pakan untuk berpupa. Larva yang sudah siap menjadi pupa akan segera menggali ke dalam pakan serta mengeluarkan cairan berasal dari tubuhnya. Cairan tersebut kemudian mengeras dan berubah menyerupai benang-benang halus yang berguna untuk merekatkan daun pakan di sekeliling tubuh larva. Satu sampai dua hari, larva normal dapat membentuk pupa sempurna (Gambar 3). Pada stadia pembentukan pupa menjadi imago, dan ditemukan beberapa

pupa yang memiliki bentuk normal namun tidak berubah menjadi imago. Pupa yang tidak berubah menjadi imago tidak memperlihatkan tanda-tanda kehidupan sehingga pupa tersebut dinyatakan gagal membentuk imago (Ramadhan dkk., 2016).



Gambar 3. Pupa *S. litura*

#### 4. Fase Imago

Stadium imago *S. litura* berkisar antara lima sampai enam hari. Pupa yang terbentuk akan berubah ke fase berikutnya menjadi serangga kupu-kupu (Imago) (Fattah dan Ilyas, 2016). Siklus hidup *S. litura* mulai dari telur sampai imago sekitar 30-60 hari (Marwoto dan Suharsono, 2008). Fase dewasa *S. litura* panjang imago berkisar 2 cm dan panjang 1 cm pada saat bertengger. Pada saat direntangkan imago *S. litura* sayap imago mencapai 4 cm. Mata berwarna hitam dan sepasang kaki depan dilapisi rambut halus. Antena sangat tipis dan panjang, bagian perut dilapisi dengan rambut halus, ujung perut berwarna gelap. Sayap depan berwarna hitam dan kuning muda. Sayap belakang hampir transparan dilapisi dengan bulu halus berwarna putih (Nurhajjah, 2018).

## 2.2. Ekstrak Daun Sirih Hutan (*P. aduncum*)

Insektisida nabati adalah bahan kimia beracun yang secara alami diekstrak dari berbagai jenis tanaman. Karena insektisida ini berasal dari tanaman, insektisida ini juga dikenal sebagai insektisida alami (*natural occurring insecticides*). Lebih dari 400 juta tahun, tumbuhan telah berevolusi untuk menghasilkan bahan kimia sebagai alat pertahanan alami terhadap serangan hama serangga. Tumbuhan mengandung banyak bahan kimia yang merupakan metabolit sekunder dan digunakan oleh tumbuhan sebagai alat pertahanan dari serangan organisme pengganggu (Hasibuan, 2015).

Insektisida nabati adalah insektisida yang bahan aktif tunggal atau majemuknya berasal dari tanaman yang dapat digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman. Insektisida nabati ini dapat berfungsi menjadi penolak, penarik, antifertilitas (pemandul), pembunuh, dan bentuk lainnya. Secara umum, insektisida nabati merupakan suatu insektisida yang bahan dasarnya dari tanaman yang cukup mudah dibuat dengan kemampuan dan pengetahuan terbatas (Yulianti, 2018). Mekanisme kerja insektisida nabati dalam melindungi tanaman dari organisme pengganggu tanaman yaitu secara langsung menghambat proses reproduksi serangga hama khususnya serangga betina, mengurangi nafsu makan, menyebabkan serangga menolak makanan, merusak perkembangan telur, larva, pupa sehingga perkembangbiakan serangga hama terganggu, dan menghambat pergantian kulit (Saenong, 2016).

Daun sirih (*Piper aduncum*) mengandung minyak atsiri 0,8-1,8% yang terdiri atas kavikol, kavibetol (betel fenol), alilpirokatekol (hidroksikavikol). Kandungan senyawa lain adalah alilpirokatekol mono dan diasetat, karvakrol, eugenol, eugenol metil eter, p-simen, sineol, kariofilen, kadimen estragol, terpen, seskuiterpen, phenylpropan, tanin, karoten, tiamin, riboflavin, asam nikotianat, vitamin C, gula, pati, dan asam amino. Minyak atsiri dalam daun sirih merupakan senyawa utama (*major compound*) yang menyebabkan daun memiliki aroma khas. Kandungan



senyawa kimia dalam minyak atsiri daun sirih didominasi oleh senyawa hidroksisavikal asetat (HCA), alilpirkkatekol, (APC), kavibetol (CHV), piperbetol, eugenol, kariofilen dan karvakrol (Widiyastuti dkk., 2020).

Pada daun sirih terkandung senyawa tanin yang juga dapat berpotensi sebagai senyawa yang berpotensi menjadi racun bagi tubuh serangga. Menurut Yanie *et al.* (2013) tanin yang diproduksi oleh tanaman, berfungsi sebagai substansi perlindungan dalam jaringan maupun luar jaringan. Selain itu tanin juga bekerja sebagai zat astrigent yang dapat menyusutkan jaringan dan menutup struktur protein pada kulit dan mukosa. Tanin umumnya tahan terhadap perombakan atau fermentasi selain itu juga dapat menurunkan kemampuan serangga untuk mengkonsumsi tanaman.

Sirih hutan (*P. aduncum*) merupakan tanaman Famili Piperaceae yang daunnya memiliki potensi sebagai sumber fungisida nabati, karena dinilai tidak merusak ekologi dan tidak berdampak pada ekosistem suatu areal pertanaman. Senyawa aktif yang terdapat dalam tumbuhan piperaceae termasuk golongan piperamida seperti piperin, piperisida, piperlonguminin dan guaninsi (Mahera *et al.*, 2015). Senyawa aktif piperamidin merupakan racun kontak dengan cara masuk melalui celah atau lubang alami pada tubuh serangga (Agustina *et al.*, 2017).

Ekstrak daun *P. aduncum* mengandung beberapa golongan senyawa aktif yang bersifat antibakteri antara lain yaitu flavonoida, tanin, saponin dan alkaloid. Secara umum, flavonoida dan tanin merupakan senyawa polifenol. Senyawa fenol bersifat dapat merusak membran sel sehingga terjadi perubahan permeabilitas sel yang dapat mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan sel atau matinya sel. Adanya kandungan senyawa fenol yang terdapat pada ekstrak daun *P. aduncum* dipercaya dapat menghambat pertumbuhan dari bakteri *Streptococcus mutans*, dengan cara merusak permeabilitas dinding sel bakteri *S. mutans* atau merusak membran sel bakteri *S. mutans* (Safriana dkk., 2019). Hasil dari ekstrak daun sirih hutan murni berupa pasta dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Gambar 4).



Gambar 4. Hasil Ekstraksi Daun Sirih Hutan.

### **III. METODE PENELITIAN**

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

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan dan Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Maret hingga Agustus 2022.

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

Alat- alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah toples, cawan petri, mikroskop, *rotary evaporator*, erlenmeyer, spatula, gelas ukur, blender, timbangan, sprayer, kain kasa, kertas saring, corong, karet gelang, gunting, pinset, kuas, tisu, nampan, alat tulis, dan alat dokumentasi. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah hama ulat grayak (*S. litura*) instar tiga, daun jarak (*Ricinus communis*), daun sirih hutan (*P. aduncum*), metanol 96%, alkohol 70%, dan air.

#### **3.3. Pembiakan Serangga Uji (*S. litura*)**

Perbanyakan diawali dengan pencarian larva di lahan milik petani. Larva ulat grayak (*S. litura*) diperoleh dari lahan petani sawi di Kecamatan Gisting, Kabupaten Tanggamus. Larva ditempatkan pada toples dan ditutup dengan kain lalu diikat dengan karet gelang, kemudian diletakkan pada rak yang berada di laboratorium. Larva (*S. litura*) diberi pakan berupa daun jarak dan setiap hari dilakukan penggantian pakan kemudian membersihkan kotorannya. Larva dipelihara sampai menjadi pupa, pergantian pakan dilakukan setiap 1 hari sekali. Larva *S. litura*

dipelihara hingga menghasilkan pupa. Setelah pupa menetas kemudian dipisahkan ke toples yang telah disiapkan (toples berisi daun jarak). Serangga uji yang digunakan pada penelitian ini adalah larva *S. litura* instar ketiga.

### 3.4. Uji Pendahuluan

Pengujian pendahuluan dilakukan terlebih dahulu dengan mengembangbiakkan serangga uji (*S. litura*). Uji pendahuluan terdiri dari 3 perlakuan dan 2 ulangan dengan 5 ekor larva *S. litura* instar ketiga tiap ulangannya. Perlakuan terdiri atas kontrol atau tanpa insektisida (P0), aplikasi ekstrak daun sirih hutan konsentrasi 0,7% (P1), dan aplikasi ekstrak daun sirih hutan konsentrasi 1,5% (P2). Ekstrak daun sirih hutan dipersiapkan sesuai dengan konsentrasi yang telah ditetapkan terlebih dahulu.

Aplikasi ekstrak daun sirih hutan (*P. aduncum*) dilakukan dengan cara menyemprotkan ekstraksi terhadap pakan daun jarak dan larva *S. litura* instar ketiga. Uji pendahuluan dilakukan untuk mengetahui kisaran konsentrasi ekstrak daun sirih hutan yang akan berpengaruh terhadap mortalitas larva, perkembangan hidup dan daya bunuh terhadap larva *S. litura*. Mortalitas larva *S. litura* akibat aplikasi daun sirih hutan dapat dilihat pada (Tabel 1).

Tabel 1. Penentuan Konsentrasi Persentase Mortalitas Larva *S. litura* setelah Diaplikasi dengan Ekstrak Daun Sirih Hutan (*P. aduncum*) pada Uji Pendahuluan.

Konsentrasi	Persentase Mortalitas larva %				
	1 JSA	3 JSA	7 JSA	10 JSA	13 JSA
P0 (0)	0	0	0	0	0
P1 (0,7)	0	20	30	40	60
P2 (1,5)	20	30	40	60	70

Keterangan: JSA= Jam setelah Aplikasi.

Berdasarkan (Tabel 1) hasil uji pendahuluan yang diperoleh adalah aplikasi ekstraksi daun sirih hutan mampu membunuh larva *S. litura*. Aplikasi ekstrak daun sirih hutan pada 13 jam setelah aplikasi dengan konsentrasi tertinggi (1,5%) dapat menyebabkan mortalitas larva *S. litura* (instar ketiga) sebanyak 70%. Sedangkan pada konsentrasi terendah (0,7 %) dapat menyebabkan mortalitas larva *S. litura* (instar ketiga) sebanyak 60%. Hasil dari uji pendahuluan ini sudah cukup efektif, namun tidak mampu menyebabkan mortalitas secara keseluruhan pada serangga uji. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut dilakukan dengan menggunakan konsentrasi lebih tinggi, dengan dugaan dapat menyebabkan mortalitas larva *S. litura* secara keseluruhan.

### **3.5. Rancangan Penelitian**

Penelitian disusun dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK), yang terdiri dari 6 perlakuan dan 3 ulangan dengan 10 ekor larva tiap ulangannya. Perlakuan terdiri atas kontrol atau tanpa insektisida (P0), aplikasi ekstrak daun sirih hutan konsentrasi 0,5 (P1), aplikasi ekstrak daun sirih hutan konsentrasi 1% (P2), aplikasi ekstrak daun sirih hutan konsentrasi 1,5 % (P3), aplikasi ekstrak daun sirih hutan konsentrasi 2 % (P4), dan aplikasi ekstrak daun sirih hutan konsentrasi 2,5% (P5). Pengelompokan dilakukan berdasarkan pada waktu aplikasi serta dilakukan pengacakan perlakuan disetiap kelompok. Pada penelitian ini terdapat 18 satuan percobaan, dan pada setiap satuan percobaan digunakan 10 ekor larva ulat grayak (*S. litura*). Jumlah larva *S. litura* yang digunakan yaitu sebanyak 180 ekor.

### **3.6. Pembuatan Ekstrak Daun Sirih Hutan**

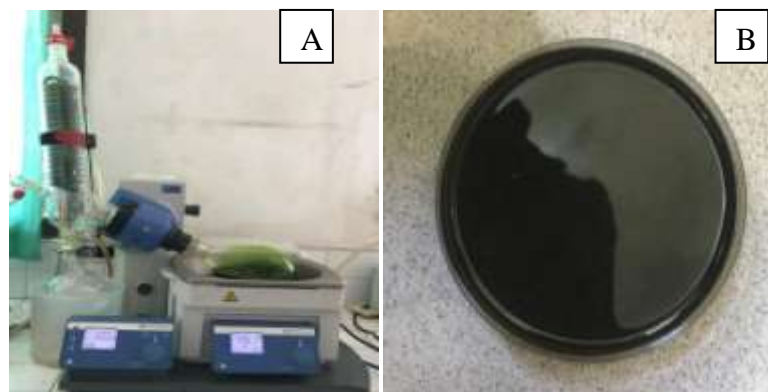
Daun sirih hutan diperoleh dari daun yang digunakan sebagai ekstrak adalah daun yang berwarna hijau dan licin daun dikumpulkan sebanyak 1 kg. Daun sirih hutan tersebut dicuci hingga bersih dan dikeringkan tanpa sinar matahari selama 7 hari (Gambar 5A). Kemudian, daun dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi bubuk (Gambar 5B). Selanjutnya, 200 gram serbuk daun sirih hutan direndam dalam metanol 96% sebanyak 1 liter, selama  $\pm$  24 jam. Hasil ekstrak daun sirih hutan

tersebut dipisahkan dari ampasnya menggunakan corong yang telah dilapisi kertas saring (Gambar 5C). Bagian ampasnya digunakan kembali dengan ditambahkan methanol 96% sebanyak 1liter, dan hasilnya disaring kembali.



Gambar 5. Proses pembuatan ekstraksi daun sirih hutan (*P. aduncum*). (A) daun sirih hutan yang telah dikering anginkan; (B) Penghalusan daun sirih hutan; (C) penyaringan ekstraksi daun sirih hutan.

Hasil dari kedua ekstrak daun sirih hutan tersebut dicampurkan ke dalam erlenmeyer yang sama. Kemudian, dilakukan tahap proses penguapan dengan *rotary evaporator* (Gambar 6A) pada suhu 40°C-45°C dengan tekanan rendah ( $\pm 15$  mmHg) dan dengan kecepatan putaran 100 rpm. Sehingga diperoleh ekstrak daun sirih hutan murni 100% berupa pasta (Gambar 6B).



Gambar 6. Proses evaporasi ekstraksi daun sirih hutan. (A) proses penguapan ekstraksi daun sirih hutan (*P. aduncum*); (B) hasil ekstraksi daun sirih hutan 100% berupa pasta.

### 3.7. Pengaplikasian Masing-Masing Ekstraksi Daun Sirih Hutan (*P. aduncum*)

Aplikasi ekstraksi daun sirih hutan dilakukan dengan cara pakan dan larva *S. litura* instar ketiga disemprot dengan larutan ekstraksi pada masing- masing konsentrasi yang telah ditentukan. Setelah aplikasi masing-masing ekstraksi daun sirih hutan, serangga-serangga uji tersebut dipindahkan ke toples baru yang berisi pakan berupa daun jarak. Pemeliharaan tetap dilakukan dengan mengganti pakan setiap 1 hari sekali. Setiap perlakuan diaplikasikan dengan menggunakan konsentrasi masing-masing yang tertera pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Konsentrasi ekstrak daun sirih hutan (*P. aduncum*) yang digunakan sebagai perlakuan.

No	Ekstrak Daun Sirih Hutan	Konsentrasi Perlakuan (%)
1	Kontrol atau tanpa insektisida (P0)	0
2	Ektrak daun sirih hutan (P1)	0,5
3	Ektrak daun sirih hutan (P2)	1
4	Ektrak daun sirih hutan (P3)	1,5
5	Ektrak daun sirih hutan (P4)	2
6	Ektrak daun sirih hutan (P5)	2,5

### 3.8. Pengamatan dan Pengumpulan Data

Variabel yang diamati adalah mortalitas, perkembangan hidup dan daya bunuh terhadap *S. litura*. Setelah pengaplikasian masing-masing ekstraksi daun sirih hutan dengan konsentrasi yang telah ditentukan. Pengamatan dilakukan satu hari setelah aplikasi (HSA). Pengamatan dan pengumpulan data dilakukan dengan menghitung jumlah kematian (mortalitas) larva, larva ulat cacat, pupa terbentuk, pupa normal, pupa cacat atau abnormal, imago terbentuk, imago normal, imago cacat atau abnormal dan penghambatan aktivitas makan. Pengamatan setelah pengaplikasian ekstrak daun sirih hutan terhadap larva ulat grayak (*S. litura*) setiap 12 jam sekali

selama masuk tahap fase pupa dan imago. Data hasil pengamatan dapat dihitung dengan rumus adalah sebagai berikut:

Mortalitas (tingkat kematian larva ulat) dihitung dengan rumus yaitu:

$$\text{Mortalitas} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan: A= Jumlah larva ulat yang mati.

B= Jumlah ulat dalam satu satuan percobaan.

Persentase larva ulat cacat dihitung dengan rumus yaitu:

$$\% \text{ Cacat} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan: A= Jumlah ulat yang cacat.

B= Jumlah ulat dalam satu satuan percobaan.

Persentase pupa terbentuk/normal/abnormal dihitung dengan rumus berikut:

$$\% \text{ Pupa Terbentuk/ Normal/ Abnormal} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan: A = Jumlah larva *S. litura* yang menjadi pupa/ pupa normal/ pupa abnormal.

B = Jumlah larva *S. litura* yang diamati.

Persentase imago terbentuk/ normal/ abnormal dihitung dengan rumus berikut:

$$\% \text{ Imago Terbentuk/ Normal/ Abnormal} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan: A= Jumlah imago terbentuk/ imago normal/ imago abnormal.

B= Jumlah ulat dalam satu satuan percobaan.

Adapun penghambatan aktivitas makan larva *S. litura* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Penghambatan Aktivitas Makan (\%)} = \frac{BKK - BKP}{BKK} \times 100\%$$



Keterangan:

BKK = Bobot daun kontrol yang dimakan (g)

BKP = Bobot daun perlakuan yang dimakan (g)

Persentase penghambatan aktivitas makan yang telah dihitung akan dilanjutkan dengan menentukan kriteria penghambat makan (Tabel 3).

Tabel 3. Kriteria Penghambatan Aktivitas Makan

No	Penghambatan aktivitas Makan	Kriteria
1	< 80%	Kuat
2	61-80%	Sedang
3	40-60%	Lemah
4	< 40%	Sangat lemah atau tidak ada

### 3.9. Analisis Data

Data diuji terlebih dahulu, dengan homogenitas ragam antar perlakuan dengan uji Bartlett dan uji Aditivitas dengan uji Tukey. Jika hasil uji tersebut memenuhi asumsi, maka data dianalisis dengan sidik ragam (ANARA) pada taraf 5% dan dilanjutkan pengujian Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Analisis data dilakukan dengan program Microsoft Excel. Analisis probit akan digunakan untuk mengetahui daya bunuh ekstrak daun sirih hutan (*P. aduncum*) terhadap larva ulat grayak (*S. litura*).

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Ekstraksi daun sirih hutan (*P. aduncum*) dengan masing masing konsentrasi mampu menghambat mortalitas 50% dimulai dari 7 HSA hingga 10 HSA.
2. Ekstraksi daun sirih hutan (*P. aduncum*) mampu menghambat perkembangan *S. litura* dan menghambat terbentuknya pupa abnormal dan Imago abnormal.
3. Daya bunuh  $LC_{50}$  terhadap mortalitas larva ulat grayak (*S. litura*) tertinggi pada 7 HSA yaitu 0,48836%.

### 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap aplikasi ekstrak daun sirih hutan (*P. aduncum*) dengan metode penelitian yang berbeda dan bagian tanaman yang digunakan berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Fauzana, dan Sutikno. 2017. Pengaruh penambahan surfaktan dalam ekstrak daun sirih hutan (*Piper aduncum* L.) untuk mengendalikan ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *JOM Faperta UR* 4: 2-11.
- Aminah, S. N. 1995. Evaluasi Tiga Jenis Tumbuhan sebagai Insektisida dan Repelan terhadap Nyamuk di Laboratorium. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arroyo-Acevedo, J., Chávez-Asmat, R. J., Anampa-Guzmán, A., Donaires, R., and Ráez Gonzáles, J. 2015. Protective effect of piper aduncum capsule on dmba induced breast cancer in rats. *Breast Cancer* (Auckl). 9: 41-48.
- Azwana dan Adikorelsi T. 2009. Preferensi *Spodoptera litura* terhadap beberapa pakan. *Jurnal Pertanian dan Biologi*. Universitas Medan Area. 1(1): 29-30.
- Dadang dan Prijono. 2008. *Insektisida Nabati*. Departemen proteksi tanaman institute pertanian bogor. Bogor.
- Dadang dan Prijono. 2011. Pengembangan teknologi formulasi insektisida nabati untuk pengendalian hama sayuran dalam upaya menghasilkan produk sayuran sehat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 16: 100-111.
- Elfina, Ali, dan Aryanti. 2015. Uji beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirih hutan (*Piper aduncum* L.) untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai merah pasca panen. *Jurnal Sagu*. 14(2): 18-27.
- Fattah dan Ilyas. 2016. Siklus hidup ulat grayak (*Spodoptera litura*) dan tingkat serangan pada beberapa varietas unggul kedelai di sulawesi selatan. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Banjarbaru*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. hlm 834-842.
- Fissabilillah dan Rustam. 2020. Uji beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirih hutan (*Piper aduncum*) terhadap hama tanaman jagung (*Spodoptera frugiperda* j.e.smith) di laboratorium. *Jurnal Agroekotek*. 12(2): 138-151.

- Ginting, Pelealu, dan Pinaria. 2017. Efektivitas beberapa insektisida nabati terhadap hama *Plutella xylostella*. (Lepidoptera; Plutellidae) pada tanaman kubis (*Brassica oleracea*) di kabupaten Minahasa. *Agri- SosioEkonomi Unsrat*. 13(3): 295-302.
- Harahap dan Rakhmadiyah. 2016. Uji beberapa konsentrasi tepung daun sirih hutan (*Piper aduncum*) untuk mengendalikan hama *Sitophilus zeamais* pada biji jagung di penyimpanan. *Jurnal Agroekotek*. 8(2): 82-94.
- Hasibuan, R. 2003. *Pengendalian Hama Terpadu*. Universitas Lampung. Lampung.
- Hasibuan, R. 2015. *Insektisida Organik Sintetik dan Biorasional*. Plantaxia. Yogyakarta.
- Hidayat, Novita, Yandi, dan Ulpah. 2021. Potensi pemanfaatan daun sirih hutan dan daun mimba untuk mengendalikan hama gudang kacang tanah dengan metoda bantalan kasa: literature review. *Jurnal Dinamika Pertanian*. 37(1): 29-36.
- Ilhamiyah. 2022. *Hama penting tanaman utama dan taktik pengendaliannya*. Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjary Banjarmasin. Kalimantan.
- Irawan, Rustam, dan Fauzana. 2018. Uji pestisida nabati sirih hutan (*Piper aduncum*) terhadap larva kumbang tanduk *Oryctes rhinoceros* L. pada tanaman kelapa sawit. *Jurnal Agroteknologi*. 9(1): 41-50.
- Ismed, Rustam, dan Fauzana. 2016. Uji beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirih hutan (*Piper aduncum*) terhadap mortalitas wereng coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Dinamika Pertanian*. 31(1): 5-20.
- Kaihena, M., Laliatu, V., dan Nindatu, M. 2011. Efektivitas ekstrak etanol daun sirih (*Piper betle* L.) terhadap mortalitas larva nyamuk *Anopheles* Sp. dan *Culex*. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan MOLLUCA MEDICA*. 4(1): 1979-6358.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *The Pest of Crops in Indonesia*. PT. Ichtiar Baru Van Hoeve. Jakarta.
- Lestariningsih, Sofyadi, dan Gunawan. 2020. Efektivitas insektisida emamektin benzoat terhadap hama *Plutella xylostella* L. dan hasil tanaman sawi putih (*Brassica pekinensis*) di lapangan. *Jurnal Agroscience*. 10(2): 169-175.

- Lukmana, A. A. 2016. Aktivitas Ekstrak Buah Sirih Hutan (*Piper aduncum*) terhadap Perkembangan dan *Mortalitas helopeltis* (Hemiptera:Miridae). *Tesis*. Universitas Andalas. Sumatera Barat.
- Mahera, Elfina dan Rustam. 2015. Uji beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirih hutan (*Piper aduncum* L.) terhadap jamur *Ganoderma boninense* Pat. secara in vitro. *JOM Faperta*. 2(2): 1-7.
- Marwoto dan Suharsono. 2008. Strategi dan komponen teknologi pengendalian ulat grayak (*Spodoptera litura Fabricius*) pada tanaman kedelai. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang. *Jurnal Litbang Pertanian*. 27(4): 131-136.
- Morandim, A. D.A., Kato, M. J., Cavalheiro, A. J., and Furlan, M. 2009. Intraspecific variability of dihydrochalcone, chromenes and benzoic acid derivatives in leaves of *Piper aduncum* (Piperaceae). *Afr J Biotechnol*. 8(10): 2157-2162.
- Muliya, E. 2010. Selektivitas Ekstrak *Piper retrofractum* dan *Tephrosia vogelii* terhadap *nilaparvata lugens* Stal. dan *Cyrtorhinus lividipennis*. *Skripsi*. Departemen Proteksi Tanaman. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Mulyantama, Anang. 2013. Kajian ekstrak daun sirih (*Piper betle*) terhadap mortalitas kumbang bubuk beras (*Sitophilus oryzae*). *Laporan Penelitian*. Universitas Halmahera. Maluku Utara.
- Nurhajjah. 2018. Preferensi dan Biologi *Spodoptera litura* (Lepidoptera Noctuidae) pada Kacangan, Tanaman Kelapa Sawit Media Tanah Gambut dan Mineral di Laboratorium. *Tesis*. Fakultas Pertanian Universitas Medan. Medan.
- Oka, I. N.1995. *Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia*. UGM Press. Yogyakarta.
- Prijono, D. 2008. *Insektisida Nabati: Prinsip, Pemanfaatan dan Pengembangan*. Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ramadhan, Puspasari, Meliansyah, Maharani, Hidayat, dan Dono. 2016. bioaktivitas formulasi minyak biji *Azadirachta indica* (A. Juss) terhadap *Spodoptera litura* F. *Jurnal Agrikultura*. 2(1): 1-8.
- Retno, A. 2006. Usaha pengendalian pencemaran lingkungan akibat penggunaan pestisida pertanian. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 3(1): 95-106.

- Saenong, M. 2016. Tumbuhan indonesia potensial sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama kumbang bubuk jagung (*Sitophilus* sp.). *Jurnal Litbang Pertanian*. 35(3): 131-142.
- Safirah, R. 2016. Uji efektivitas insektisida nabati buah *Crecentia cujate* dan bunga *Syzygium aromaticum* terhadap mortalitas *Spodoptera litura*. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- Safriana, Lambui, dan Ramadanil. 2019. Uji daya hambat ekstrak daun sirih hutan (*Piper aduncum* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. *Biocelebes*. 13(1): 65-75.
- Syahroni dan Prijono, D. 2013. Aktivitas insektisida ekstrak *Piper aduncum* (Piperaceae) dan *Sapindus rarak* DC. (Sapindaceae) serta campurannya terhadap larva *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera:Crambidae). *Jurnal Entomologi Indonesia*. 10(1): 39-50.
- Scoot, I.M., Jansen, H.R., B.J.R. Philogene, B.J.R., and Arnason, J.T. 2008. A review of *Piper* spp. phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. *Jurnal Agroekotek*. 8 (2): 82-94.
- Suharsono dan Muchlish. 2010. Identifikasi sumber ketahanan aksesi plasma nutfah kedelai untuk ulat grayak *Spodoptera litura* F. Balai penelitian tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian, Malang. *Buletin Plasma Nutfah*. 16(1): 29-37.
- Supriyadi. 2021. Efikasi konsentrasi insektisida berbahan aktif *Bacillus thuringiensis* dan *emamektin benzoat* terhadap ulat bawang (*Spodoptera exigua*) pada tanaman bawang daun (*Allium fistulosum* L.). *Jurnal AgroTatanan*. 3(1): 23-28.
- Tengkanoo, W dan Suharsono. 2005. Ulat grayak *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera:Noctudae) pada tanaman kedelai dan pengendaliannya. *Bul. Palawija*. 10: 43-52.
- Tumonglo, S.I., Purwanto, B., dan Mual, C.D. 2017. Evaluasi penyuluhan pemanfaatan daun sirih sebagai pestisida nabati dalam mengendalikan hama ulat tritip (*Plutella xylostella*) pada tanaman sawi di Kkampung wamesa distrik manokwari selatan kabupaten manokwari. *Jurnal Triton*. 8(2): 46-57.
- Yanie, E., Shinta, E., Anggi, K., dan Muhammad, I. 2013. Pembuatan pestisida organik menggunakan metode ekstraksi dari sampah daun pepaya dan umbi bawang putih. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 10(1): 46-59.

- Yulianti. 2018. Pengaruh Lama Penyimpanan Formulasi EC Campuran *Piper aduncum* dan *Tephrosia vogelii* terhadap Larva *Crocidolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). *Skripsi*. Universitas Andalas. Padang.
- Widiyastuti, Nuning, dan Rohmat. 2020. *Budidaya dan Manfaat Sirih untuk Kesehatan*. Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Jakarta.
- Wiratno, Siswanto, dan Trisawa. 2013. *Perkembangan Penelitian, Formulasi, dan Pemanfaatan Pestisida Nabati*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Selatan.
- Wulandari, Ali, dan Venita. 2018. Uji beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirih hutan (*Piper aduncum* L.) untuk mengendalikan penyakit busuk buah kakao yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* Butl. *JOM Faperta UR*. 5: 1-15.
- Zarkani. A. 2008. Aktifitas Insektisida Ekstrak *Piper retrofractum* vahl dan *Tephrosia vogelii* Hook. F. terhadap *Crocidolomia pavonana* (F) dan *Plutella xylostella* serta Keamanan Ekstrak tersebut terhadap *Diadegma semiclausum* (Hellen). *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.