

**UJI BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAUN SIRIH MERAH (*Piper  
crocatum* Ruiz & Pav.) TERHADAP LARVA *Plutella  
xylostella* Linn. (Lepidoptera : Plutellidae)**

Oleh

**NURFINA FAJRYA**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN**

**MALANG**

**2016**

**UJI BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAUN SIRIH MERAH (*Piper crocatum* Ruiz & Pav.) TERHADAP LARVA *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera : Plutellidae)**

**OLEH**

**NURFINA FAJRYA**

**115040201111202**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh**

**Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

**MALANG**

**2016**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Oktober 2016

Nurfina Fajrya



## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **UJI BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAUN SIRIH MERAH**  
**(*Piper crocatum* Ruiz & Pav.) TERHADAP LARVA**  
***Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera : Plutellidae)**

Nama Mahasiswa : Nurfina Fajrya

NIM : 115040201111202

Jurusan : Hama Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.  
NIP. 19550403 198303 1 003

Dr. Ir. Toto Himawan, SU.  
NIP. 19551119 198303 1 002

Diketahui,  
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan,

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS  
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

## LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, M.S.  
NIP. 19580208 198212 1 001

Dr. Ir. Toto Himawan, SU  
NIP. 19551119 198303 1 002

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.  
NIP. 19550403 198303 1 003

Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, M.S.  
NIP. 19590705 198601 1 003

Tanggal Lulus :

## RINGKASAN

**NURFINA FAJRYA. 11504020111202. UJI BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAUN SIRIH MERAH (*Piper crocatum* Ruiz & Pav.) TERHADAP LARVA *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera : Plutellidae). Di bawah bimbingan Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Toto Himawan, SU. sebagai Pembimbing Pendamping.**

---

Ulat daun Kubis, *P. xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) merupakan salah satu hama penting pada tanaman Brassicaceae di Indonesia. Para petani mengendalikan hama ini menggunakan insektisida sintetik. Namun, penyalahgunaan pestisida tersebut dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, pengendalian hama serangga menggunakan insektisida nabati merupakan alternatif yang relatif aman untuk lingkungan. Sirih merah banyak ditemui di Indonesia sebagai tanaman obat-obatan, dan dapat digunakan sebagai bahan baku insektisida nabati. Kandungan yang terdapat pada sirih merah adalah flavonoid, tanin, saponin, dan minyak atsiri. Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi sirih merah sebagai pestisida nabati agar dapat dimanfaatkan secara lebih luas lagi sebagai tanaman penghasil pestisida nabati yang efektif mengendalikan hama tanaman.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, mulai bulan Februari 2016 hingga bulan April 2016. Penelitian ini terdiri dari 6 perlakuan termasuk kontrol dengan 4 ulangan, sehingga terdapat 24 unit percobaan. Penelitian ini menggunakan metode seri, dalam artian yaitu dilakukan dengan cara bertahap pada setiap kelompok percobaannya. Konsentrasi yang digunakan yaitu 0 ppm (Kontrol), 30.000 ppm, 40.000 ppm, 50.000 ppm, 60.000 ppm, dan 70.000 ppm. Teknik ekstraksi menggunakan metode maserasi dan larva *P. xylostella* diperoleh dari hasil perbanyakan sendiri. Setiap perlakuan terdiri dari 20 ekor larva *P. xylostella*. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA menggunakan Microsoft Excel. Apabila terdapat perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Selanjutnya data persentase mortalitas larva yang diperoleh, dianalisis dengan analisis probit menggunakan Program Hsin Chi untuk mengetahui Median LC<sub>50</sub> dan Median LT<sub>50</sub>.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih merah dapat dijadikan sebagai alternatif pengendalian hama *P. xylostella* karena bersifat toksik terhadap larva *P. xylostella* dengan nilai LC<sub>50</sub> terdapat pada konsentrasi 50.648,494 ppm dan LT<sub>50</sub> terdapat pada 72 JSA. Aplikasi ekstrak daun sirih merah dengan metode pencelupan pakan mampu menurunkan aktivitas makan larva *P. xylostella* hingga 77,09%. Ekstrak daun sirih merah juga mampu menghambat dan memperlambat pembentukan pupa dan imago, serta mengganggu sistem reproduksi imago *P. xylostella* melalui penghambatan jumlah peletakan telur dan penghambatan tingkat penetasan telur.

## SUMMARY

**NURFINA FAJRYA. 115040201111202. BIOACTIVITY TEST OF RED BETEL LEAF EXTRACT (*Piper crocatum* Ruiz & Pav.) TO LARVAE *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera : Plutellidae). Supervised by Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. and Dr. Ir. Toto Himawan, SU.**

---

Diamondback moth, *P. xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) is one of the most important insect pests causing severe damage to Brassicaceae in Indonesia. The farmers control the insect using synthetic insecticides. However, improper use of such pesticides may cause negative impacts to the environment. Hence, insect pest control using botanical insecticide is an alternative which is relatively safe to the environment. Red betel found in Indonesia as medicinal plants, and can be used as a raw material botanical insecticides. The content contained in red betel vine are flavonoids, tannins, saponins and essential oils. The objective of this study was to determine the potential of red betel as a botanical insecticide that could be used as a pesticide plant crops that effectively control plant pests.

This research was conducted in Pest Laboratory, Plant Pest and Disease Department, Agriculture Faculty, Brawijaya University, Malang, on February 2016 until April 2016. The experiment consisted of six treatments and four replication, there were 0 ppm (control), 30.000 ppm, 40.000 ppm, 50.000 ppm, 60.000 ppm, and 70.000 ppm. The technique extraction was using maceration method, and *P. xylostella* larvae were obtained from an artificial mass rearing. Each treatment consisted of twenty larvae of *P. xylostella*. The variable that had observed in this experiment were mortality of larvae, feeding deterrent activity, the number of pupae and adult, and reproduction of adults. Data were analyzed using Microsoft Excel and followed by Tukey's Test ( $P < 0.05$ ). The value of  $LC_{50}$  and  $LT_{50}$  were estimated using Hsin Chi Probit analysis.

The result seemed to reveal that red betel leaf extract negatively affected the mortality, feeding deterrent, and growth and development inhibitor in larvae *P. xylostella*. Red betel leaf extract has a  $LC_{50}$  50.648,494 ppm,  $LT_{50}$  72 hours, moderate feeding deterrent as much as 77,09%. Red betel leaf extract can also reduce the probability of formed pupae and adult, lengthen the life phase and interfered the reproduction of *P. xylostella*.

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “UJI BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAUN SIRIH MERAH (*Piper crocatum* Ruiz & Pav.) TERHADAP LARVA *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera : Plutellidae)”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. selaku pembimbing utama dan Dr. Ir. Toto Himawan, SU. selaku pembimbing pendamping atas segala kesabaran, nasihat, arahan, dan bimbingannya kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS. dan Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. selaku penguji atas nasihat, arahan, dan bimbingan kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ketua Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. dan Prof. Dr. Ir. Liliek Sulistyowati selaku dosen pembimbing akademik atas segala nasihat dan bimbingannya kepada penulis, beserta seluruh dosen atas bimbingan dan arahan yang selama ini diberikan serta kepada karyawan Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang diberikan.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orang tua dan adik atas doa, cinta, dan kasih sayang, pengertian dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Juga pada rekan-rekan Hama Penyakit Tumbuhan khususnya angkatan 2011 atas bantuan, dukungan dan kebersamaan selama ini.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Oktober 2016

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Madiun pada tanggal 1 April 1994 sebagai putri pertama dari dua bersaudara dari Bapak Drs. Bambang Mahendradata dan Ibu Dra. Alfi Atmajayati.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 01/04 Kartoharjo Madiun pada tahun 2000 sampai tahun 2006, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 13 Madiun pada tahun 2006 dan selesai tahun 2009. Pada tahun 2009 sampai tahun 2011 penulis studi di MAN 2 Madiun Program Akselerasi. Pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata satu Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur SNMPTN Undangan. Pada tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Minat Hama dan Penyakit Tumbuhan Laboratorium Pengendalian Hama.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah mendapatkan Juara Harapan Satu dalam lomba PKM (Program Kreativitas Mahasiswa) Mahasiswa Baru tahun 2011 tingkat Universitas di bidang Pengabdian pada Masyarakat. Penulis pernah aktif dalam kepanitiaan PROTEKSI pada tahun 2014.



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN .....	v
RINGKASAN .....	vi
SUMMARY .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
RIWAYAT HIDUP .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
Latar Belakang.....	1
Tujuan Penelitian .....	2
Hipotesis.....	2
Manfaat Penelitian .....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
Morfologi dan Biologi <i>P. xylostella</i> .....	3
Gejala dan Kerusakan Akibat <i>P. xylostella</i> .....	5
Sirih Merah .....	6
Kandungan Kimia Sirih Merah.....	6
Ekstraksi Maserasi.....	8
<b>III. METODOLOGI .....</b>	<b>9</b>
Tempat dan Waktu Penelitian .....	9
Alat dan Bahan .....	9
Metodologi .....	9
Pelaksanaan Penelitian.....	10
Pengujian ke Serangga Uji.....	11
Analisis Data.....	13
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>14</b>
Pengaruh Bioaktivitas Ekstrak Daun Sirih Merah terhadap Mortalitas Larva <i>P. xylostella</i> .....	14
Pengaruh Bioaktivitas Ekstrak Daun Sirih Merah terhadap Penurunan Aktivitas Makan Larva <i>P. xylostella</i> .....	16
Pengaruh Bioaktivitas Ekstrak Daun Sirih Merah terhadap Pembentukan Pupa, Imago, dan Daya Reproduksi <i>P. xylostella</i> .....	17
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>22</b>
Kesimpulan.....	22
Saran .....	22
DAFTAR PUSTAKA.....	23
Lampiran .....	26

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Hal
1.	Konsentrasi yang digunakan dalam penelitian .....	9
2.	Estimasi Nilai LC <sub>50</sub> dan LT <sub>50</sub> Ekstrak Daun Sirih Merah terhadap <i>P. xylostella</i> .....	15
3.	Rata-rata Persentase Penurunan Aktivitas Makan Larva Setelah Perlakuan Aplikasi Ekstrak Daun Sirih Merah .....	16
4.	Kriteria Penurunan Aktivitas Makan .....	17
5.	Rata-rata Persentase <i>P. xylostella</i> dari Larva menjadi Pupa Setelah Perlakuan Aplikasi Ekstrak Daun Sirih Merah .....	18
6.	Rata-rata Persentase <i>P. xylostella</i> dari Pupa menjadi Imago Setelah Perlakuan Aplikasi Ekstrak Daun Sirih Merah .....	19
7.	Waktu Pembentukan Larva menjadi Pupa .....	20
8.	Waktu Pembentukan Pupa menjadi Imago .....	20
9.	Rata-rata Daya Reproduksi per Imago Betina <i>P. xylostella</i> Setelah Perlakuan Aplikasi Ekstrak Daun Sirih Merah .....	20

Nomor	Lampiran	Hal
1.	Komponen Kimia Sirih Merah.....	28
2.	Analisis Ragam Mortalitas larva <i>P. xylostella</i> .....	29
3.	Analisis Ragam Penurunan Aktivitas Makan larva <i>P. xylostella</i> .....	29
4.	Analisis Ragam Rata-rata Persentase Larva <i>P. xylostella</i> menjadi Pupa setelah Aplikasi.....	29
5.	Analisis Ragam Rata-rata Persentase Pupa <i>P. xylostella</i> menjadi Imago setelah Aplikasi .....	29
6.	Analisis Ragam Jumlah Telur yang diletakkan per Imago Betina <i>P. xylostella</i> setelah Aplikasi.....	29
7.	Analisis Ragam Jumlah Telur yang diletakkan per Imago Betina <i>P. xylostella</i> yang menetas setelah Aplikasi .....	30
8.	Perhitungan Kadar Air.....	30

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Hal
1.	Telur <i>P. xylostella</i> .....	3
2.	Larva <i>P. xylostella</i> .....	4
3.	Pupa atau Kokon <i>P. xylostella</i> .....	4
4.	Imago atau Ngengat <i>P. xylostella</i> .....	5
5.	Kerusakan Akibat Serangan <i>P. xylostella</i> .....	5
6.	Daun Sirih Merah .....	6
7.	Contoh Struktur Senyawa Flavonoid .....	7
8.	Larva <i>P. xylostella</i> Setelah Perlakuan Aplikasi Ekstrak Daun Sirih Merah.....	14
9.	Pengaruh Konsentrasi terhadap Kematian Larva .....	15
10.	Pengaruh Waktu terhadap Kematian Larva.....	16
11.	Pupa <i>P. xylostella</i> Setelah Perlakuan Aplikasi Ekstrak Daun Sirih Merah.....	18
12.	Imago <i>P. xylostella</i> Setelah Perlakuan Aplikasi Ekstrak Daun Sirih Merah.....	19

Nomor	Lampiran	Hal
1.	Tanaman Kubis berumur ± 6 minggu yang digunakan sebagai pakan larva <i>P. xylostella</i> .....	31
2.	Perbanyak ( <i>Rearing</i> ) serangga <i>P. xylostella</i> di Laboratorium <i>Rearing</i> FPUB.....	31
3.	Proses Pembuatan Ekstrak Daun Sirih Merah .....	31
4.	Metode aplikasi Ekstrak Daun Sirih Merah dengan celup daun kubis .....	32
5.	Ekstrak Daun Sirih Merah .....	32

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Larva *P. xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) merupakan hama utama pada tanaman Brassicaceae, terutama kubis, sawi dan caisin di Indonesia. Hama ini merupakan hama kosmopolit yang tersebar di dataran tinggi dan rendah. Usaha pengendalian terhadap hama *P. xylostella* masih banyak bertumpu pada pemakaian insektisida sintetik (Herlinda, 2004). Insektisida sintetik sebagai alternatif utama dalam pengendalian OPT selalu digunakan oleh petani karena mempunyai daya bunuh yang tinggi, penggunaannya mudah dan memberikan hasil yang cepat (Wudianto, 1997). Pemakaian insektisida sintetik yang berkepanjangan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dalam jangka waktu pendek ataupun di masa yang akan datang (Kusnaedi, 2003). Untung (1996) menambahkan bahwa penggunaan insektisida secara tidak bijak dapat mengakibatkan timbulnya pencemaran lingkungan dan terbunuhnya organisme bukan sasaran. Akibat dampak negatif dari insektisida sintetik, maka diperlukan suatu insektisida alternatif yang bersifat selektif terhadap serangga dan relatif aman bagi lingkungan. Insektisida yang banyak dikembangkan saat ini adalah insektisida alami yang berasal dari tumbuhan yang biasa disebut sebagai insektisida nabati (Utami dkk, 2010).

Negara Indonesia yang terkenal sebagai negara yang kaya akan keanekaragaman hayati merupakan wilayah yang sangat potensial bagi pengembangan dan pemanfaatan insektisida nabati (Novizan, 2002). Salah satu jenis tanaman yang tergolong famili Piperaceae dapat dimanfaatkan sebagai insektisida nabati yaitu sirih merah. Kandungan yang terdapat pada sirih merah adalah flavonoid, tanin, saponin, dan minyak atsiri (Juliantina dkk, 2009).

Senyawa flavonoid merupakan senyawa fenol yang bersifat desinfektan yang bekerja dengan cara mendenaturasi protein. Menurut Sastrodihardjo (1979), jika protein terdenaturasi oleh flavonoid maka bahan makanan yang terdapat pada saluran pencernaan tidak dapat disalurkan ke seluruh jaringan tubuh larva, sehingga mengakibatkan larva kekurangan ATP dan mati. Saponin dalam sirih merah masuk melalui makanan yang dapat memberikan pengaruh terhadap proses biologi tubuh dan metabolisme zat nutrisi dengan cara menghambat produktivitas kerja enzim kimotripsin yang mengakibatkan terganggunya sistem pencernaannya (Widodo, 2005). Sirih merah juga

mengandung senyawa tanin yang bersifat antifidan yaitu dapat menurunkan kemampuan mencerna makanan pada serangga dengan menurunkan aktivitas enzim protease (Shahabuddin dan Pasaru, 2009).

Sirih merah bisa didapatkan dengan mudah di lingkungan masyarakat. Di sisi lain, ekstrak daun sirih merah memiliki potensi yang besar dalam pengendalian hama tanaman. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan diujikan pengaruh ekstrak daun sirih merah terhadap *P. xylostella* untuk dimanfaatkan secara lebih luas lagi sebagai tanaman penghasil pestisida nabati yang efektif mengendalikan hama tanaman.

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk menguji pengaruh bioaktivitas ekstrak daun sirih merah terhadap mortalitas larva *P. xylostella*,
2. Untuk menguji pengaruh bioaktivitas ekstrak daun sirih merah terhadap penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella*,
3. Untuk menguji pengaruh bioaktivitas ekstrak daun sirih merah terhadap pembentukan pupa, imago, peletakan telur, dan penetasan telur *P. xylostella*.

### Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah :

1. Ekstrak daun sirih merah pada semua konsentrasi yang diujikan memiliki efek toksisitas terhadap larva *P. xylostella*,
2. Ekstrak daun sirih merah pada semua konsentrasi yang diujikan mampu menurunkan aktivitas makan larva *P. xylostella*,
3. Ekstrak daun sirih merah mampu menghambat pembentukan pupa maupun imago, mengganggu peletakan telur, dan menghambat penetasan telur *P. xylostella*.

### Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberi informasi tentang potensi tanaman yang efektif sebagai insektisida nabati dalam mengendalikan *P. xylostella* sehingga bisa dilakukan pengendalian yang tepat dan ramah lingkungan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Morfologi dan Biologi *P. xylostella*

Menurut Kalshoven (1981), Ulat tritip (*P. xylostella*) merupakan famili Plutellidae. Kedudukan ulat tritip dalam taksonomi tumbuhan adalah termasuk dalam Kingdom Animalia; Phylum Arthropoda; Kelas Insecta; Ordo Lepidoptera; Famili Plutellidae; Genus *Plutella*; dan Spesies *P. xylostella* L.

*P. xylostella* merupakan serangga kosmopolitan pada daerah tropis dan daerah subtropis. Di Indonesia saat ini penyebarannya bukan hanya di daerah pegunungan tetapi saat ini sudah menyebar sampai di dataran rendah. Larva dari *P. xylostella* memiliki kisaran inang yang luas, seperti jenis kubis, sawi dan beberapa tanaman silangan lainnya, termasuk *Raphanus sativus* (lobak). Ulat tritip banyak memakan daun muda dan daun tua. Jenis kerusakan oleh ulat tritip ini sangat khas, daun menampilkan jendela putih tidak teratur, jarang lebih besar dari 0,5 cm yang kemudian memecah ke lubang bentuk (Kalshoven, 1981).

Telur ulat tritip yang oval berukuran panjang 0,44 mm dan lebar 0,26 mm. Telur berwarna hijau kuning atau pucat, dan diletakkan secara tunggal atau dalam kelompok-kelompok kecil dari 2-8 telur pada cekungan di permukaan dedaunan, atau pada bagian tanaman lainnya. Betina dapat menyimpan 250 sampai 300 telur, tetapi rata-rata total produksi telur sekitar 150 telur (Capinera, 2001).



Gambar 1. Telur *P. xylostella* (Holopainen, 2007)

Ulat tritip memiliki empat instar, setiap instar memiliki durasi sekitar 4 hari, tapi tahap larva dapat berkisar dari 10-21 hari tergantung pada suhu dan ketersediaan makanan. Sepanjang perkembangan mereka, larva cukup kecil dan aktif. Mereka sering bergerak dan berputar ke bawah dari tanaman pada untai sutra apabila terganggu. Panjang keseluruhan dari masing-masing instar 1-4 jarang melebihi 11,2 mm. Bentuk tubuh larva meruncing di kedua ujungnya, dan

sepasang proleg menonjol dari ujung posterior, membentuk khas "V". Larva bergerak dengan menggeliat mundur, atau akan membentuk benang-benang sutera saat akan bergerak turun (Knodel, 2016).

Larva tidak berwarna dalam instar pertama, tapi setelah itu berwarna hijau, tubuh relatif sedikit rambut, dan sebagian besar ditandai dengan adanya bercak putih kecil. Kebiasaan makan larva instar pertama adalah menggerek masuk ke dalam daging daun. Larva muncul dari daging daun pada akhir instar pertama, lalu berganti kulit di bawah daun, dan setelah itu memakan permukaan bawah daun (Capinera, 2001).



Gambar 2. Larva *P. xylostella* (Knodel, 2016)

Siklus hidup larva berlangsung 10-14 hari dan membentuk kokon pada daun atau tangkai untuk pupasi (pada gambar 3), biasanya terbentuk pada daun yang lebih rendah atau luar. Dalam kembang kol dan brokoli, pupasi dapat terjadi dikuntum. Panjang pupa yang kekuningan adalah 7-9 mm. Lama umur pupa kisaran 5-15 hari (Knodel, 2016).



Gambar 3. Kokon *P. xylostella* (Capinera, 2001)

Imago ulat tritip (ngengat) berbentuk ramping, berwarna coklat-kelabu (pada gambar 4). Ngengat memiliki ukuran sangat kecil, yaitu 0,5 inci atau 12-15 mm. Sayap depan bagian dorsal memiliki corak khas seperti berlian, sehingga hama ini terkenal dengan nama ngengat punggung berlian (*diamondback moth*).

Ngengat biasanya terlihat di bawah permukaan daun. Ngengat bergerak cepat ketika terganggu. Ngengat beraktivitas saat senja (Phillips, 2005).



Gambar 4. Imago atau Ngengat *P. xylostella* (Capinera, 2001)

### Gejala dan Kerusakan Akibat *P. xylostella*

Hama ini menyerang tanaman budidaya pada fase larva. Gejala serangan tampak khas. Telur *P. xylostella* yang sudah menetas akan membentuk larva dan memakan dedaunan. Larva instar pertama akan menggorok dalam jaringan mesofil daun, larva instar berikutnya mulai memakan permukaan bawah daun hingga seluruh jaringan kecuali lapisan lilin pada permukaan atas daun. Kenampakan daun yang dimakan oleh larva tampak transparan seperti jendela. Kerusakan oleh hama ini dapat menurunkan hasil baik kualitas maupun kuantitas. Serangan yang berat dapat mengakibatkan tanaman kubis tidak dapat membentuk krop sehingga menyebabkan gagal panen (Talekar dan Shelton, 1993).



Gambar 5. Kerusakan Akibat Serangan *P. xylostella* pada Tanaman Kubis (Rowell, 2015)

## Sirih Merah

Tanaman sirih merah termasuk dalam famili Piperaceae. Kedudukan tanaman sirih merah dalam taksonomi tumbuhan adalah kingdom Plantae; Divisi Magnoliophyta; Kelas Magnoliopsida; Ordo Piperales; Famili Piperaceae; Genus Piper; Spesies *Piper crocatum* Ruiz & Pav. (Juliantina dkk, 2009). Tanaman Sirih Merah merupakan salah satu tanaman obat yang daunnya telah lama dikenal mempunyai khasiat obat untuk menyembuhkan berbagai penyakit. Semua jenis tanaman sirih memiliki ciri yang hampir sama yaitu tanamannya merambat dengan bentuk daun menyerupai hati dan bertangkai yang tumbuh berselang-seling dari batangnya. Perbedaan yang khas antara tanaman sirih merah dengan sirih jenis lainnya yaitu, pada sirih merah selain daunnya berwarna merah keperakan, bila daunnya disobek, akan mengeluarkan lendir serta aroma yang lebih wangi (Werdhani, 2008).



Gambar 6. Daun Sirih Merah (Sehatlink, 2014)

### Kandungan Kimia Sirih Merah

Menurut Sholikhah (2009) senyawa fitokimia yang terkandung dalam daun sirih merah yakni alkaloid, saponin, tanin, dan flavonoid. Adnan *et al.* (2011) menambahkan bahwa sirih merah memiliki 50 komponen kimia (Tabel Lampiran 1). Komponen utama yang diidentifikasi yaitu sesquisabinene hydrate (22,83 %), 8-epi- $\beta$ -bisabolol (17,24 %),  $\gamma$ -curcumene (11,16 %), anymol (3,9 %),  $\alpha$ -cedrene (3,7 %), dan trans- $\beta$ -Farnesene (3,61 %).

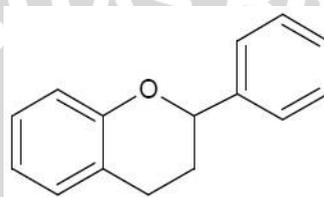
Kandungan zat kimia pada daun sirih merah yang memiliki efek anti jamur adalah sebagai berikut :

#### a. Flavonoid

Flavonoid adalah kelompok senyawa fenol yang terbesar ditemukan di alam. Senyawa ini merupakan zat warna merah, ungu, biru, dan sebagian kuning yang ditemukan dalam tumbuh-tumbuhan (Harborne, 1987).

Flavonoid mempunyai kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon, dimana dua cincin benzene ( $C_6$ ) terikat pada suatu rantai propane ( $C_3$ ) sehingga membentuk suatu susunan  $C_6-C_3C_6$ . Susunan ini dapat menghasilkan tiga jenis struktur senyawa flavonoida yaitu flavonoid, isoflavonoid dan neoflavonoid.

Senyawa flavonoid mampu menghambat pertumbuhan larva, terutama tiga hormon utama pada serangga, yaitu hormon otak, hormon ecdison, dan hormon pertumbuhan. Tidak berkembangnya hormon tersebut dapat mencegah pergerakan larva dan menghambat metamorphosis (Karimah, 2006).



Gambar 7. Contoh Struktur senyawa Flavonoid (Harborne, 1987)

b. Saponin

Saponin merupakan senyawa glikosida triterpenoida ataupun glikosida steroida yang merupakan senyawa aktif permukaan dan bersifat seperti sabun serta dapat dideteksi berdasarkan kemampuannya membentuk busa dan menghemolisa sel darah merah. Saponin ini terdiri dari dua kelompok yaitu Saponin triterpenoid dan saponin steroid. Kedua jenis saponin ini larut dalam air dan etanol, tetapi tidak larut dalam eter (Harborne, 1987).

Saponin dapat menurunkan produktivitas kerja enzim pencernaan dan penyerapan makanan. Hal ini disebabkan karena saponin dapat berinteraksi dengan membran sel mukosa sehingga menyebabkan permeabilitas berubah akibat hilangnya aktivitas ikatan enzim pada membran. Saponin mengikat sterol bebas dalam pencernaan makanan, sedangkan sterol berperan sebagai precursor hormon ecdison. Saponin biasanya menyebabkan iritasi membran mukosa pada kerongkongan (Widodo, 2005).

c. Tanin

Tanin merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman dan disintesis oleh tanaman. Tanin tergolong senyawa polifenol dengan karakteristiknya yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan makromolekul lainnya. Tanin yang mudah terhidrolisis merupakan polimer *gallic* atau *ellagic acid* yang berikatan ester dengan

sebuah molekul gula, sedangkan tanin terkondensasi merupakan polimer senyawa flavonoid dengan ikatan karbon-karbon (Sofyan, 2008).

Senyawa tanin dapat memblokir ketersediaan protein dengan membentuk kompleks yang kurang bisa dicerna oleh serangga atau dapat menurunkan kemampuan mencerna bagi serangga. Senyawa tersebut dapat menghambat atau memblokir aktivitas enzim pada saluran pencernaan sehingga akan merobek pencernaan serangga, dan akhirnya menimbulkan efek kematian bagi serangga (Ningsih, 2012).

d. Minyak atsiri

Minyak atsiri adalah cairan jernih berbau seperti tanaman asalnya. Biasanya terdapat dalam kelenjar minyak, pembuluh-pembuluh sekresi atau rambut kelenjar dari kelenjar aromatis. Kegunaan minyak atsiri bagi tanaman sendiri adalah menolak kehadiran binatang. kebanyakan minyak atsiri bersifat anti bakteri dan anti jamur yang kuat. Minyak atsiri berperan sebagai antibakteri dengan cara mengganggu proses terbentuknya membran atau dinding sel sehingga tidak terbentuk atau terbentuk tidak sempurna (Juliantina dkk, 2009).

### Ekstraksi Maserasi

Maserasi berasal dari bahasa latin *Macerace* berarti melunakkan. Maserasi merupakan cara ekstraksi yang paling sederhana. Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi yang dilakukan dengan cara merendam serbuk bahan dalam larutan penyari. Metode ini digunakan untuk mencari zat aktif yang mudah larut dalam cairan penyari, tidak mengembang dalam pelarut, serta tidak mengandung benzoin. Pembuatan ekstrak dengan metode maserasi mengikuti syarat yaitu bahan dihaluskan dengan cara dipotong-potong atau dibuat serbuk, kemudian disatukan dengan bahan pengestraksi (Voight, 1994).

Ekstraksi biasanya dimulai dengan menggunakan pelarut organik secara berurutan dengan kepolaran yang semakin meningkat. Digunakan pelarut heksana, eter, untuk mengambil senyawa yang kepolarannya rendah. Selanjutnya digunakan pelarut yang lebih polar seperti alkohol dan etil asetat untuk mengambil senyawa-senyawa yang lebih polar. Senyawa polar akan larut dalam pelarut polar dan juga sebaliknya, senyawa non polar akan larut dalam pelarut non polar. Pada proses maserasi yang dilakukan dengan pelarut organik maka filtrat hasil ekstraksi dikumpulkan menjadi satu kemudian dievaporasi atau didestilasi (Sumadi, 2011).

### III. METODOLOGI

#### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Penelitian dimulai pada bulan Februari 2016 hingga bulan April 2016.

#### Alat dan Bahan

Alat - alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sangkar kasa ukuran 40 x 40 x 40 cm, polybag ukuran 1 kg, sekop, toples plastik ukuran 12 x 9,5 cm, toples plastik ukuran 8 x 9,5 cm, kuas, pisau, blender, ayakan 80 mesh, *beaker glass* 250 ml, gelas ukur 10 ml, cawan Petri, timbangan analitik, Erlenmeyer 250 ml, *orbital shaker*, *sentrifuge*, *rotary evaporator* dan kamera. Bahan-bahan yang akan digunakan antara lain daun sirih merah, larva *P. xylostella* instar ke-3 sebanyak 480 ekor, tanaman kubis, aquades steril, alkohol 80%, alkohol 50%, kertas saring, polibag, tanah, pupuk kandang, larutan gula dan tisu.

#### Metodologi

Penelitian ini terdiri dari 6 perlakuan termasuk kontrol dengan 4 ulangan, sehingga terdapat 24 unit percobaan. Penelitian ini menggunakan metode seri, dalam artian yaitu dilakukan dengan cara bertahap pada setiap kelompok percobaannya. Untuk menentukan konsentrasi dilakukan uji pendahuluan dengan mengaplikasikan ekstrak daun sirih merah pada konsentrasi 0 ppm, 2.500 ppm, 5.000 ppm, 10.000 ppm, 20.000 ppm, 30.000 ppm, 40.000 ppm, 50.000 ppm, 60.000 ppm, dan 70.000 ppm terhadap serangga uji. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi yang digunakan dalam penelitian

Konsentrasi	Perlakuan
0 ppm	Aquades 100 ml
30.000 ppm	3 ml Ekstrak + 97 ml Aquades
40.000 ppm	4 ml Ekstrak + 96 ml Aquades
50.000 ppm	5 ml Ekstrak + 95 ml Aquades
60.000 ppm	6 ml Ekstrak + 94 ml Aquades
70.000 ppm	7 ml Ekstrak + 93 ml Aquades

## Pelaksanaan Penelitian

### a. Penyediaan Tanaman Inang

Bahan yang disediakan terlebih dahulu adalah media tanam. Media tanam yang digunakan yaitu campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1 yang dimasukkan ke dalam polybag. Setelah itu, melakukan penanaman bibit kubis umur 3 minggu dari hasil persemaian ke dalam polybag. Tanaman inang yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman kubis yang berasal dari daerah Pujon, Kabupaten Malang. Tanaman kubis disiram air sesuai kebutuhan. Setelah tanaman berumur  $\pm 6$  minggu, dipindah ke polybag dan tanaman kubis siap untuk diberi perlakuan.

### b. Perbanyak Serangga Uji *P. xylostella*

Pembiakan serangga uji dilakukan dengan mengumpulkan imago atau dewasa *P. xylostella* dari lapangan dan dipelihara di laboratorium Rearing Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Pemberian pakan imago pada saat proses *rearing* dilakukan menggunakan larutan air gula sebagai pengganti sari bunga. Air gula ini sebelumnya telah ditempatkan pada kapas agar dapat dihisap oleh imago dan kemudian kapas yang telah dicelupkan dengan air gula ini digantung di dalam sangkar kaca. Imago dibiarkan berkopulasi dan meletakkan telur pada tanaman kubis yang telah disediakan di dalam sangkar kaca sampai kelompok telur yang diletakkan cukup banyak. Telur-telur tersebut dipindahkan lagi ke dalam cawan petri untuk penetasan larva, kemudian larva dipindahkan ke dalam toples ukuran 12 x 9,5 cm yang diisi dengan daun kubis segar sebagai makanan larva. Larva-larva tersebut terus dipelihara dengan memberikan makanan daun kubis segar hingga memasuki instar ke 3.

### c. Pembuatan Ekstrak Daun Sirih Merah

Pembuatan serbuk halus sirih merah yaitu daun yang sudah dicuci bersih dan dikering-anginkan selama 4-5 hari. Daun kemudian dihaluskan dengan blender dan diayak menggunakan ayakan. Selanjutnya, bahan dibuat ekstrak sesuai dengan konsentrasi yang dibutuhkan (Mulyantana, 2013). Pembuatan ekstrak daun sirih merah dilakukan dengan metode Shu-thong *et al.*, (2001), yakni bubuk halus sirih merah sebanyak 20 gram ditambahkan alkohol 80% sebanyak 100 ml yang dilanjutkan dengan

pengocokan selama 24 jam pada suhu 30°C menggunakan *shaker* setelah selesai, ekstrak daun sirih merah disaring menggunakan kertas saring dan disentrifus dengan kecepatan 4.500 rpm selama 10 menit. Supernatant yang diperoleh kemudian dievaporasi dengan kecepatan 150 rpm dan pada suhu 50°C. Hasil evaporasi dilarutkan kembali dengan alkohol 50% sebanyak 10 ml dan dijadikan larutan induk. Larutan tersebut kemudian disimpan di lemari pendingin.

### Pengujian ke Serangga Uji

#### a. Toksisitas

Untuk menguji toksisitas dari ekstrak daun sirih merah terhadap larva *P. xylostella* dilakukan menggunakan metode pencelupan pakan. Daun kubis dipotong dengan ukuran 6 cm x 6 cm. Daun yang sudah dipotong ini dicelupkan selama 30 detik ke dalam wadah yang sudah berisi ekstrak daun sirih merah. Daun kubis yang sudah dicelup kemudian dikeringanginkan dan dimasukkan ke dalam toples sebagai pakan dari *P. xylostella*. Larva instar ketiga diinvestasikan ke dalam toples sebanyak 20 ekor pada masing-masing perlakuan lalu toples ditutup dan diberi ventilasi kain kasa (Zahro, 2015).

Variabel pengamatan yang digunakan dalam uji toksisitas yaitu mortalitas larva. Larva *P. xylostella* yang mati diketahui melalui larva yang sudah tidak menunjukkan pergerakan saat disentuh dengan kuas. Pengamatan mortalitas larva dilakukan pada 24, 48, 72, dan 96 JSA. Persentase mortalitas larva dihitung dengan cara membandingkan jumlah larva yang mati setelah perlakuan dengan jumlah larva awal. Persentase mortalitas larva dihitung menggunakan rumus (Hidayati, 2013):

$$P_0 = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Dimana  $P_0$  adalah persentase mortalitas yang diamati,  $a$  adalah jumlah larva yang mati dalam setiap kelompok perlakuan, dan  $b$  adalah jumlah seluruh larva dari setiap perlakuan.

Apabila pada kontrol terdapat kematian, maka persentase kematian perlu dikoreksi dengan menggunakan rumus Abbott (1987). Dengan catatan, persentase kematian pada kontrol tidak lebih dari 20%.

$$P = \frac{x-y}{x} \times 100\%$$

Di mana P adalah persentase kematian terkoreksi, x adalah persentase serangga hidup pada kontrol, y adalah persentase serangga hidup pada perlakuan.

b. Penurunan aktivitas makan

Metode yang digunakan sama seperti pada uji toksisitas yaitu dengan pencelupan pakan. Daun kubis dipotong dengan ukuran 6 cm x 6 cm. Daun yang sudah dipotong ini dicelupkan selama 10 detik ke dalam wadah yang sudah berisi ekstrak daun sirih merah. Daun kubis yang sudah dicelup kemudian dikeringanginkan dan dimasukkan ke dalam toples sebagai pakan dari *P. xylostella*. Larva instar ketiga diinvestasikan ke dalam toples sebanyak 20 ekor pada masing-masing perlakuan lalu toples ditutup dan diberi ventilasi kain kasa. Pemberian pakan daun perlakuan dilakukan selama 48 jam, kemudian larva diberi pakan daun kubis tanpa perlakuan. Metode ini dilakukan pada setiap ulangan (Zahro, 2015).

Uji penurunan aktivitas makan diamati melalui penurunan bobot pakan yang dimakan larva. Pengamatan dilakukan dengan menimbang bobot pakan setiap perlakuan sebelum dan sesudah diberikan pada larva dengan 4 kali pengamatan, yaitu pada 12, 24, 36, 48, 60, dan 72 jam setelah aplikasi (JSA). Untuk mengetahui persen penurunan aktivitas makan larva (*Feeding Deterrent*) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Priyono, 1988 dalam Tohir, 2010):

$$FD = 1 - \frac{\text{Berat daun yang dimakan pada perlakuan}}{\text{Berat daun yang dimakan pada kontrol}} \times 100\%$$

c. Lanjutan

Larva *P. xylostella* yang berhasil hidup tetap dipelihara hingga stadia imago. Variabel yang diamati untuk pengujian lanjutan meliputi :

1. Keberhasilan stadia larva menjadi pupa. Persentase terbentuknya pupa dihitung dari banyaknya pupa yang terbentuk dari total awal serangga uji.
2. Keberhasilan stadia pupa menjadi imago. Persentase terbentuknya imago dihitung dari banyaknya imago yang terbentuk dari total awal serangga uji.

3. Daya reproduksi serangga uji. Imago yang masih hidup diamati keberhasilan imago betina dalam meletakkan telur. Pengamatan ini diamati jumlah telur yang dihasilkan imago betina dan fertilitas atau jumlah telur yang menetas.

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) menggunakan Microsoft Excel. Apabila terdapat perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Selanjutnya data persentase mortalitas larva yang diperoleh dianalisis dengan analisis probit menggunakan Program Hsin Chi (1997) untuk mengetahui Median *Lethal Concentration* ( $LC_{50}$ ) dan Median *Lethal Time* ( $LT_{50}$ ) (Finney, 1971).

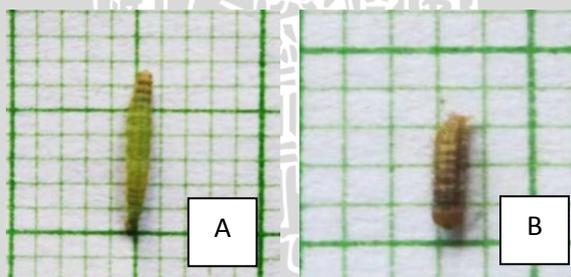


#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Pengaruh Bioaktivitas Ekstrak Daun Sirih Merah terhadap Mortalitas Larva *P. xylostella*

Untuk mengetahui pengaruh bioaktivitas ekstrak daun sirih merah terhadap mortalitas larva *P. xylostella*, dilakukan uji toksisitas dengan variabel pengamatan menghitung mortalitas *P. xylostella* yang didapat dari akumulasi kematian larva pada setiap perlakuan dari tiap jam pengamatan. Pengamatan mortalitas *P. xylostella* pada uji toksisitas ekstrak daun sirih merah dilakukan selama 4 hari setelah aplikasi. Gejala kematian larva *P. xylostella* yang mati akibat aplikasi ekstrak daun sirih merah dapat dilihat pada Gambar 8B. Larva yang mati setelah aplikasi memiliki ciri-ciri yaitu tubuh larva menjadi mengkerut dengan panjang tubuh  $\pm 0,5$  cm, dan warna tubuh berubah menjadi kecoklatan. Sedangkan larva normal (Gambar 8A) memiliki panjang tubuh  $\pm 1,5$  cm dan berwarna hijau muda. Gejala yang muncul diduga karena senyawa aktif yang terdapat pada sirih merah mampu menyebabkan terganggunya metabolisme tubuh sehingga aktivitas tubuh menjadi terhambat yang akhirnya berdampak pada kematian larva *P. xylostella*.

Hal ini sesuai dengan pendapat Purba (2007), Senyawa tanin yang terdapat pada sirih merah bekerja menyusutkan jaringan larva *P. xylostella* sehingga menyebabkan perubahan warna pada larva menjadi kuning kecoklatan dan larva tidak bergerak atau lemas ketika disentuh dengan kuas.



Gambar 8. Larva *P. xylostella* instar tiga (A) Larva normal (B) Larva mati setelah aplikasi ekstrak daun sirih merah.

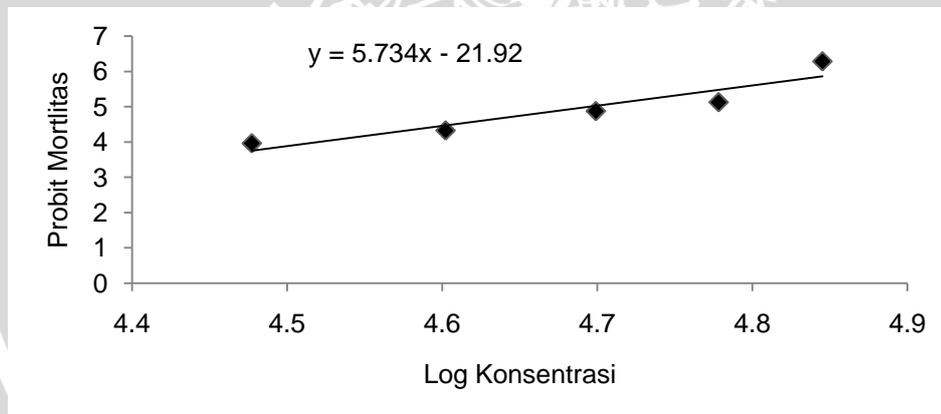
Berdasarkan hasil mortalitas, dapat dicari hubungan antara konsentrasi dengan mortalitas menggunakan analisis probit. Analisis probit merupakan metode perhitungan untuk mendapatkan nilai toksisitas atau daya racun suatu jenis insektisida terhadap serangga percobaan yang dapat diketahui dari jumlah  $LC_{50}$  dan  $LT_{50}$ . Uji  $LC_{50}$  dan  $LT_{50}$  digunakan untuk mengetahui level konsentrasi dan waktu yang efektif mematikan larva *P. xylostella* sebesar 50% dari seluruh larva yang diaplikasikan ekstrak daun sirih merah. Berdasarkan hasil analisis

probit, pengujian ekstrak daun sirih merah menunjukkan bahwa untuk menyebabkan mortalitas larva sebesar 50% ( $LC_{50}$ ) tercapai pada konsentrasi 50.648, 494 ppm. Sedangkan waktu yang dibutuhkan ekstrak daun sirih merah untuk menyebabkan mortalitas 50% ( $LT_{50}$ ) larva *P. xylostella* tercapai pada 72,00 JSA. Untuk mengetahui estimasi nilai  $LC_{50}$  dan  $LT_{50}$  ekstrak daun sirih merah terhadap larva *P. xylostella* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi nilai  $LC_{50}$  dan  $LT_{50}$  ekstrak daun sirih merah terhadap larva *P. xylostella*

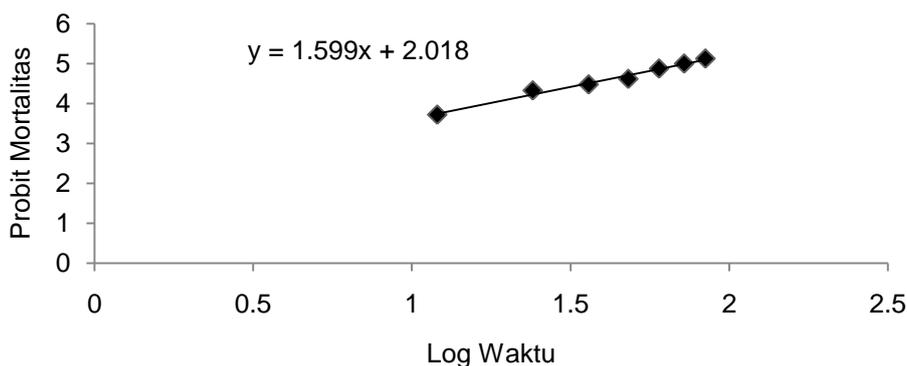
	Estimasi	Persamaan Regresi	SE	Batas Acuan	
				Bawah	Atas
$LC_{50}$ (ppm)	50.648, 494	$y = 5,734x - 21,92$	1,164	39.432,983	67.883,777
$LT_{50}$ (jam)	72,00	$y = 1.599x + 2.018$	0,408	65,747	79,095

Dari persamaan regresi pada tabel di atas menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi sebanyak 10.000 ppm akan menyebabkan kematian larva *P. xylostella* sebesar 5,734%. Nilai koefisien regresi variabel konsentrasi (x) sebesar 5,734% menunjukkan bahwa tingkat kematian memiliki hubungan positif atau searah dengan garis regresi tersebut (Gambar 9).



Gambar 9. Pengaruh konsentrasi terhadap kematian larva

Pengaruh waktu terhadap kematian larva *P. xylostella* dapat dilihat pada gambar 10. Pada gambar dapat diketahui nilai koefisien regresi pada rentang waktu 12 JSA - 96 JSA (x) sebesar 1,599. Nilai tersebut memiliki makna, jika ada penambahan rentang waktu 12 jam setelah ekstrak daun sirih merah diaplikasikan, maka mortalitas larva *P. xylostella* mengalami peningkatan sebesar 1,599%.



Gambar 10. Pengaruh waktu terhadap kematian larva *P. xylostella*

### Pengaruh Bioaktivitas Ekstrak Daun Sirih Merah terhadap Penurunan Aktivitas Makan Larva *P. xylostella*

Hasil pengamatan pengaruh aplikasi ekstrak daun sirih merah terhadap penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* disajikan dalam tabel 3. Pengamatan bobot pakan dilakukan setiap 12 jam selama 3 hari setelah aplikasi. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak daun sirih merah pada konsentrasi 30.000 ppm – 70.000 ppm mampu memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* (Tabel Lampiran 3).

Nilai penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* dihitung berdasarkan jumlah pakan yang dikonsumsi larva per ekornya. Konsentrasi ekstrak daun sirih merah 30.000 ppm memiliki nilai penurunan aktivitas makan 17,08% sedangkan pada konsentrasi 70.000 ppm, larva *P. xylostella* mengalami penurunan aktivitas makan sebesar 77,09%.

Tabel 3. Rata-rata persentase penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* setelah aplikasi

Konsentrasi (ppm)	Penurunan Aktivitas Makan Larva (%)
30.000	17,08a
40.000	26,7b
50.000	36,4c
60.000	58,49d
70.000	77,09e

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%

Hasil ini diperkuat oleh Budiarto dan Tukiran (2012), yang menyebutkan bahwa sifat serangga yang menolak makan dapat disebabkan senyawa pengganggu proses fisiologi yang terjadi pada sel reseptor kimiawi. Setiawati (2002), menambahkan bahwa salah satu keuntungan insektisida nabati adalah

cara kerjanya yang cepat di dalam menghentikan proses makan serangga walaupun tidak menyebabkan kematian dalam beberapa jam atau hari, namun dengan segera menyebabkan kelumpuhan atau penghentian aktivitas makan.

Dari hasil penurunan aktivitas makan ini, jika diukur dengan kriteria persentase penurunan aktivitas makan (Park *et al.*, 1997), dapat diketahui bahwa dengan konsentrasi 30.000–70.000 ppm, aplikasi ekstrak daun sirih merah mampu efektif untuk menurunkan aktivitas makan *P. xylostella*. Hal ini karena nilai penurunan aktivitas makan mencapai lebih dari 70%, dan tergolong ke dalam kriteria sedang. Kriteria penurunan aktivitas makan ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 4. Kriteria penurunan aktivitas makan

Persentase penurunan aktivitas makan	Kriteria
>80%	Kuat
61-80%	Sedang
40-60%	Lemah
<40%	Sedikit atau tidak ada

Sumber: Park *et al.*, 1997.

### **Pengaruh Bioaktivitas Ekstrak Daun Sirih Merah terhadap Pembentukan Pupa, Pembentukan Imago, dan Daya Reproduksi *P. xylostella***

Larva *P. xylostella* yang tidak mati setelah diberi aplikasi ekstrak daun sirih merah dapat melanjutkan perkembangan hingga stadia pupa. Rata-rata persentase pembentukan larva menjadi pupa berkisar antara 21,25% - 100%. Persentase pembentukan pupa pada konsentrasi 30.000 ppm sebesar 75%. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih merah mampu menghambat pembentukan pupa *P. xylostella*. Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa pembentukan pupa terus menurun sampai pada konsentrasi 60.000 ppm sebanyak 21,25% sehingga pupa yang terbentuk menjadi lebih sedikit. Penurunan persentase pembentukan larva menjadi pupa ini disebabkan terganggunya proses metabolisme dari larva akibat senyawa yang terdapat pada sirih merah. Menurut Setyawati (2002), Pestisida nabati mengandung senyawa bioaktif seperti alkaloid, terpenoid, dan zat-zat kimia sekunder lainnya yang dapat berpengaruh terhadap sistem saraf atau otot, keseimbangan hormon, reproduksi, perilaku seperti penolak, penarik, anti-makan (*antifeeding*) dan sistem pernapasan. Omar and Zakaria (1993) menambahkan, bahan aktif pestisida nabati yang masuk ke dalam jaringan tubuh serangga pada masa pra pupa atau stadia larva akan

mempengaruhi sistem pergantian kulit (*effect chitin inhibitor*) sehingga serangga tidak dapat menyelesaikan siklus hidupnya.

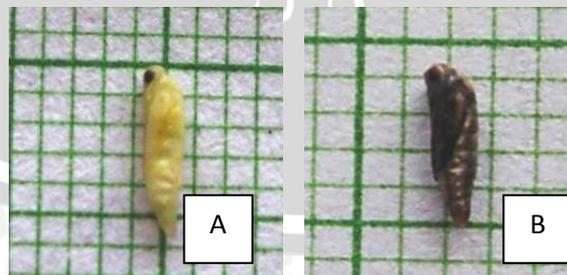
Tabel 5. Rata-rata persentase *P. xylostella* L. dari larva menjadi pupa setelah aplikasi

Konsentrasi (ppm)	Persentase Larva menjadi Pupa (%)	Penurunan Persentase Larva menjadi Pupa (%)
Kontrol	100e	-
30.000	75,00d	25
40.000	57,5c	42,5
50.000	32,5b	67,5
60.000	21,25a	78,5
70.000	-	-

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%

Hasil pengamatan pembentukan pupa *P. xylostella* setelah aplikasi ekstrak daun sirih merah disajikan dalam gambar 11. Pupa normal memiliki ukuran lebih panjang dan warnanya agak kekuningan (Gambar 11A). Sedangkan pupa yang mati setelah aplikasi ekstrak daun sirih merah memiliki ukuran yang lebih kecil dan warnanya menjadi hitam (Gambar 11B). Sesuai dengan pernyataan Lestari *et al.* (2005) bahwa rendahnya pupa yang dihasilkan disebabkan karena pakan yang dikonsumsi oleh larva semakin sedikit sehingga proses perubahan dari prapupa ke pupa tidak berjalan sempurna bahkan gagal membentuk pupa.

Serangga yang tidak tahan terhadap senyawa aktif yang bersifat racun akan mengalami kematian, sebaliknya serangga yang toleran akan tetap bertahan sampai memasuki stadia berikutnya. Serangga yang peka terhadap senyawa aktif tersebut tidak langsung mati, tetapi serangga dapat bertahan dengan cara memaksimalkan pemanfaatan sumber energi di dalam tubuhnya tetapi tidak berkembang secara sempurna (Hasnah, dkk, 2009).



Gambar 11. Pupa *P. xylostella* (A) Pupa normal (B) Pupa mati setelah aplikasi ekstrak daun sirih merah

Pupa *P. xylostella* yang tidak mati setelah aplikasi ekstrak daun sirih merah dapat melanjutkan perkembangan hingga stadia imago. Rata-rata persentase

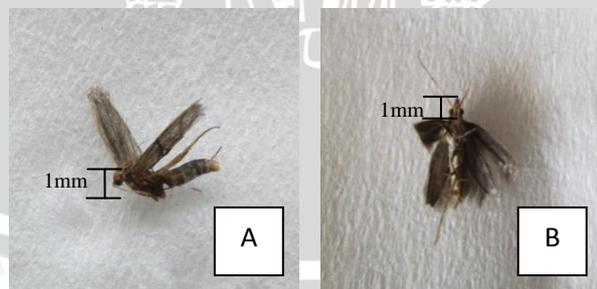
pembentukan imago *P. xylostella* setelah aplikasi ekstrak daun sirih merah (pada tabel 6) menunjukkan bahwa dari beberapa konsentrasi yang diujikan, aplikasi ekstrak daun sirih merah konsentrasi 50.000 ppm merupakan yang paling efektif dalam menekan pembentukan imago karena dengan penambahan konsentrasi tidak menimbulkan pengaruh yang berbeda nyata (Tabel Lampiran 5).

Tabel 6. Rata-rata persentase *P. xylostella* L. dari pupa menjadi imago setelah aplikasi

Konsentrasi (ppm)	Persentase Pupa Menjadi Imago (%)	Penurunan Persentase Pupa menjadi Imago (%)
Kontrol	100c	-
30.000	79,75b	20,25
40.000	76,5b	23,5
50.000	73,25b	26,75
60.000	47,5a	52,5
70.000	-	-

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%

Hasil pengamatan pembentukan imago *P. xylostella* setelah aplikasi ekstrak daun sirih merah disajikan dalam gambar 12. Dari gambar dapat dilihat bahwa aplikasi ekstrak daun sirih merah terhadap *P. xylostella* mampu menyebabkan adanya malformasi pada imago. Jika dibandingkan dengan imago normal (Gambar 12A), imago abnormal yang terbentuk dari aplikasi ekstrak daun sirih merah memiliki sayap yang lebih pendek dan mengkerut, antena yang terbentuk tidak sempurna (Gambar 12B). Menurut Oka (1995), secara umum pada semua konsentrasi ekstrak yang digunakan pada larva dapat berhasil menjadi pupa dan pupa yang terbentuk dapat berhasil menjadi imago, tetapi jumlah yang dihasilkan lebih sedikit.



Gambar 12. Imago *P. xylostella* (A) Imago normal (B) Imago abnormal setelah aplikasi ekstrak daun sirih merah

Pemberian ekstrak daun sirih merah tidak hanya mempengaruhi mortalitas, dan aktivitas makan, namun juga dapat berpengaruh pada lamanya waktu pembentukan pupa (Tabel 7) dan imago (Tabel 8) *P. xylostella* dibandingkan

dengan kontrol. Lama waktu pembentukan pupa dan imago pada kontrol lebih cepat dibandingkan dengan aplikasi ekstrak daun sirih merah. Menurut Prawidiasti (2016), Larva tetap mampu membentuk pupa dan imago meskipun waktu pembentukannya lebih lama.

Tabel 7. Lama Pembentukan Larva menjadi Pupa

Waktu (jam)	Jumlah Larva menjadi Pupa setelah Aplikasi (butir)					
	Kontrol	30,000 ppm	40,000 ppm	50,000 ppm	60,000 ppm	70,000 ppm
0	4	-	-	-	-	-
12	11	1	-	-	-	-
24	19	5	3	3	3	-
36	20	10	6	6	4	-
48		14	9	6		-
60		15	11	7		-
72			12			-

Tabel 8. Lama Pembentukan Pupa menjadi Imago

Waktu (jam)	Jumlah Pupa menjadi Imago setelah Aplikasi (ekor)					
	Kontrol	30,000 ppm	40,000 ppm	50,000 ppm	60,000 ppm	70,000 ppm
0	4	-	-	-	-	-
12	11	-	-	-	-	-
24	19	1	-	-	-	-
36	20	5	3	1	-	-
48		10	6	4	2	-
60		12	9	5		-

Larva *P. xylostella* yang berhasil menjadi imago mampu melakukan reproduksi dengan jumlah telur dan persentase penetasan telur yang berbeda (Tabel 11). Dari hasil analisis ragam terhadap jumlah telur yang diletakkan per imago betina *P. xylostella* (Tabel Lampiran 6) dan jumlah telur yang menetas (Tabel Lampiran 7) dapat diketahui bahwa perbedaan konsentrasi ekstrak daun sirih merah memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap daya reproduksi *P. xylostella*. Rata – rata persentase daya reproduksi *P. xylostella* menunjukkan bahwa aplikasi yang paling baik dalam menghambat peletakkan dan penetasan telur terdapat pada konsentrasi 50.000 ppm dengan persentase penetasan telur sebesar 53,57%.

Tabel 9. Rata-rata daya reproduksi per imago betina *P. xylostella* setelah aplikasi

Konsentrasi (ppm)	Jumlah telur yang diletakkan (butir)	Penetasan Telur (%)	Penurunan Penetasan telur (%)
Kontrol	55,75e	91,09d	-
30.000	33,25d	82,03c	9,94
40.000	23,50c	74,77b	17,91
50.000	13,75b	53,57a	41,19
60.000	7,25a	-	-
70.000	-	-	-

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%

Adanya perbedaan jumlah telur yang diletakkan oleh imago *P. xylostella* ini menunjukkan kadar senyawa kimia yang terkandung dalam tubuh serangga mampu mempengaruhi jumlah telur yang diletakkan. Hal ini diduga karena energi yang digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan serangga terganggu akibat senyawa toksik yang terdapat pada sirih merah. Menurut Hasnah dkk (2009), senyawa toksik tersebut mampu menurunkan kemampuan serangga dalam mencerna makanan, mengganggu perkembangan serangga sehingga serangga tidak dapat berkembang dengan sempurna.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun sirih merah dapat dijadikan sebagai insektisida nabati dalam pengendalian hama *P. xylostella* karena bersifat toksik terhadap larva *P. xylostella* dengan nilai  $LC_{50}$  terdapat pada konsentrasi 50.648,494 ppm dan  $LT_{50}$  terdapat pada 72 JSA. Aplikasi ekstrak daun sirih merah dengan metode pencelupan pakan mampu menurunkan aktivitas makan larva *P. xylostella* hingga 77,09%. Ekstrak daun sirih merah juga mampu menghambat dan memperlambat pembentukan pupa maupun imago, serta mengganggu sistem reproduksi imago *P. xylostella* melalui penghambatan jumlah peletakan telur dan penghambatan tingkat penetasan telur.

### Saran

Dalam upaya pengendalian hama yang sesuai dengan konsep PHT, maka penelitian ini perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk mengkaji pengaruh lain dari ekstrak daun sirih merah terhadap hama *P. xylostella* seperti efek repelensi, dan persistensinya pada tanaman inang. Untuk itu, ekstrak daun sirih merah dapat digunakan dalam pengendalian hama *P. xylostella* sebagai tambahan bahan baku insektisida nabati dalam taktik PHT sayuran.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, W. S. 1987. A method of Computing The effectiveness of an insecticide. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 3(2).
- Adnan, A.Z., Z. Noer, and Zulzannah. 2011. Analysis of Essential Oil Components from Fresh Leaves of *Piper crocatum* Ruiz & Pav. And *Curcuma domestica* Val. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. 15(1):17-22.
- Budianto, F., dan Tukiran. 2012. Bioinsektisida dari Tumbuhan Bakau Merah. *UNESA Journal of Chemistry*. 1(1).
- Capinera, J.L. 2000. Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Insecta: Lepidoptera: Plutellidae). *EENY*. 119: 1-4.
- Finney, D. J. 1971. Probit analysis. London. Cambridge at University Press.
- Harborne, J. B. 1987. Metode Fitokimia. Bandung. Institut Teknologi Bandung.
- Hasnah, dan Nasril. 2009. Efektivitas Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) Terhadap Mortalitas *Plutella xylostella* pada Tanaman Sawi. *Jurnal Floratek* 4: 29-40.
- Herlinda, S. 2004. Dinamika Interaksi antara Parasitoid dengan Inangnya, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) pada Sayuran Brassicaceae. *Agria* 1(1):10- 17.
- Hidayati, N.H., Yuliani dan N. Kuswanti. 2013. Pengaruh Ekstrak Daun Suren dan Daun Mahoni terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Daun (*P. xylostella*) pada Tanaman Kubis. *Lentera Bio* 2(1) :95-99.
- Holopainen, J. 2007. Gambar Telur *P. xylostella* Diunduh dari <http://m6.i.pbbase.com/g3/01/12401/2/88893916.7Pe83dQN.jpg>. pada 17 September 2015.
- Juliantina, R., Farida, D.A. Citra, B. Nirwani, T. Nurmasitoh, dan E.T. Bowo. 2009. Manfaat Sirih Merah (*Piper crocatum*) Sebagai Agen Anti Bakterial Terhadap Bakteri Gram positif dan Gram Negatif. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. Pest of Crops in Indonesia. Revised and Translated by Van der Laan. PT. Ictiar Baru Van Hoeve. Jakarta.
- Karimah L.N., 2006. Uji Aktivitas Larvasida Ekstrak Etanol 96% Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni jacq*) terhadap Larva Nyamuk *Anopheles aconitus* Instar III serta Profil Kromatografi Lapis Tipis. Surakarta: Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Knodel, J. 2016. Diamondback Moth in Canola: Biology and Integrated Pest Management. Departemen of Entomology. North Dakota State University.
- Kusnaedi. 2003. Pengendalian Hama Tanpa Pestisida. Jakarta. PT. Penebar Swadaya.

- Kwon, M., S.B. Lee, Y. J. Ahn, N.P. Park and K.Y. Cho. 1994. Insecticidal and acaricidal activities of plant extract. *Agric. Chem. Biotechnol.* 37: 492-497.
- Lestari, M.S., E. Martono, dan Y.A. Trisyono. 2005. Bioaktivitas Ekstrak Daun Zodia *Euodia suaveolens* Terhadap Hama *Crocidolomia binotalis*. *Jurnal Agrosains* 18(4): 435-446.
- Mulyantana, A. 2013. Kajian Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle*) Terhadap Mortalitas Kumbang Bubuk Beras (*Sitophilus oryzae* L.). *Jurnal UNIERA* 2(1).
- Ningsih, D. H. 2012. Efektifitas Daun Sirsak *Annona muricata* L. sebagai Biopestisida Terhadap Hama Thrips pada Tanaman Kacang Hijau *Vigna radiata* L. Seminar Nasional Kedaulatan Pangan dan Energi. Madura. Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo.
- Novizan. 2002. Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan. Jakarta. Agro Media Pustaka.
- Oka, I. N. 1995. Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Omar, D. and Z. Zakaria. 1993. Effect of droplet spectra from cone nozzle on the effectiveness of cypermethrin and deltamethrin. *International Journal of Pest Management.* 39(1).
- Park, J. S., S. C. Lee, B. Y. Shin, Lee, dan Y. J. Ahn. 1997. Larvicidal and Antifeeding of Oriental Medicinal Plant Extract Four Species of Forest Insect Pest. *Appl Entomol Zool.* 32: 601-608.
- Phillips, P. A., F. Laemmlen, and J. Newman. 2005. Diamondback Moth: A Key Pest of Cruciferous Crops. Cal/EPA, Department of Pesticide Regulation, Pest Management Analysis and Planning Program, and the U.S. Environmental Protection Agency.
- Prawidiasti, G. A. 2016. Uji Bioaktivitas Ekstrak Kulit Buah Jeruk Siam Pontianak *Citrus nobilis* pada *Spodoptera litura*. Malang. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Purba, S. Uji Efektifitas Ekstrak Daun Mengkudu *Morinda citrifolia* terhadap *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) di Laboratorium. Medan. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Rowell, B. 2015. Gambar Kerusakan Kubis Akibat Serangan *P. xylostella* Diunduh dari [http://www.thailand.ipm\\_info.org/images/natural\\_enemies/cabbage/s Figure2e. jpg](http://www.thailand.ipm_info.org/images/natural_enemies/cabbage/s Figure2e. jpg). Pada tanggal 2 Maret 2015.
- Shahabuddin dan F. Pasaru. 2009. Pengujian Efek Penghambatan Ekstrak Daun Widuri terhadap Pertumbuhan Larva *Spodoptera exigua* Hubn. (Lepidoptera: Noctuidae) dengan Menggunakan Indeks Pertumbuhan Relatif. *Jurnal Agroland* 16(2):148-158.
- Sehatlink. 2014. Gambar Daun Sirih Merah. Diunduh dari <http://sehat.link/wp-content/uploads/Sirih-Merah.jpg> . Pada 17 September 2015.

- Setyawati, D. 2002. Studi Pengaruh Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* Linn) dalam Pelarut Aquades, Etanol, dan Metanol terhadap Perkembangan Larva Nyamuk *Culex quinquefasciatus*. Bogor. Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor.
- Sholikhah, A. 2009. Sirih Merah Menurunkan Glukosa Darah Diunduh dari <http://www.pustakatani>. Pada tanggal 2 Maret 2015.
- Shu-Tong, W.,L.J. Ling, W.X. Yan dan C.K. Qiang. 2001. Screening of Chinese Herbs For The Fungi Toxicity Against *Phytophora infestans*. Journal Of Agricultural University Of Harbei. China.
- Sofyan, A., dan A. Jayanegara. 2008. Penentuan Aktivitas Biologis Tanin Beberapa Hijauan Secara In Vitro Menggunakan Hohenheim Gas Tesdengn Polietilen Glikon Sebagai Determinan. Jurnal Media Peternakan 31(1).
- Sukorini, H. 2010. Pengaruh Pestisida Organik dan Interval Penyemprotan terhadap Hama *Plutella xylostella* pada Tanaman Kubis Organik. Malang. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Malang.
- Sumadi, R. S. 2011. Identifikasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Teraktif Daun Sirih Merah (*P. crocatum* Ruiz & Pav.). Surakarta. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.
- Talekar, N.S. dan Shelton. 1993. Biology, Ecology, and Management of the Diamondback Moth. Annual Review Entomology 38(92):275-301.
- Tohir, A. M. 2010. Teknik Ekstraksi dan Aplikasi Beberapa Pestisida Nabati Untuk Menurunkan Palatabilitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabr.) di Laboratorium. Buletin Teknik Pertanian 15(1):37-40.
- Untung, K. 1996. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Utami, S., L. Syaufina dan N. F. Haneda. Daya Racun Ekstrak Kasar Daun Bintaro (*Cerbera odollam* Gaertn.) terhadap Larva *Spodoptera litura* Fabricius. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia. 15(2):96-100.
- Voight, R. 1994. Buku Pelajaran Teknologi Farmasi. Terjemahan : S. Noerono. Gadjah Mada University Press. Indonesia.
- Werdhani, W. I., A. Marton, dan W. Setyorini. 2008. Sirih Merah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Yogyakarta. Primatani.
- Widodo W., 2005. Tanaman Beracun Dalam Kehidupan Ternak. Malang. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Wudianto, R. 1997. Petunjuk Penggunaan Pestisida. Jakarta. PT Penebar Swadaya.
- Zahro, F. A. 2015. Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) terhadap *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae). Malang. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA

## LAMPIRAN



Tabel Lampiran 1. Komponen Kimia Sirih Merah

Komponen	Jumlah (%)
3-Cyclohexenol	0.09
(-)- $\alpha$ -Terpineol	0.33
Trans-Geraniol	0.09
Geraniol	0.63
4-Vinyl-2-methoxy-phenol	0.13
Geranyl acetate	0.43
$\beta$ -elemene	0.32
Tetradecane	0.39
$\alpha$ -Bergamotene	0.35
Trans-Caryophyllene	1.08
$\beta$ -Sesquiphellandrene	0.14
$\alpha$ -Humulene	0.29
trans- $\beta$ -Farnesene	3.61
$\gamma$ -Curcumene	1.99
ar-Curcumene	0.56
Tricycloheptane	0.45
Pentadecane	0.56
$\alpha$ -Cedrene	3.70
Torreyol	0.33
$\beta$ -Sesquiphellandrene	1.32
Lily aldehyde	0.24
Cis- $\gamma$ -Bisabolene	0.27
$\beta$ -Bisabolene	0.97
1,6,10-Dodecatrienol	1.47
Trans-Caryophyllene	2.37
Sesquisabinene hydrate	22.83
$\alpha$ -Cedrol	2.33
$\gamma$ -Curcumene	11.16
$\delta$ -Cadinene	0.49
$\gamma$ -Curcumene	2.96
Dihydro methyl jasmonate	2.61
(+)-(4S, 8R)-8-epi- $\beta$ -Bisabolol	17.24
(-)-Anymol	3.90
Farnesol	0.48
Trans Farnesol	0.23
$\alpha$ -Hexyl cinnamicaldehyde	0.47
Benzyl benzoate	0.20
Hecadecane	0.25
Octadecane	0.36
Isopropyl myristate	0.40
7-Acetyl-6-Etyl-Tetralin	0.88
7,12-dihydro-7-Benz(a)anthracene	0.10
2-dihydroxy-phenylmethyl Benzoic Acid	0.16
2,3-dimethyl-nonadecane	0.09
Eicosane	0.22
Ethylene errassylate	0.12
Phytol	1.08
1,2-Benzendicarboxylic	0.53

Sumber : Adnan *et al.* (2011)

Tabel Lampiran 2. Analisis Ragam Mortalitas Larva *P. xylostella*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	1162,69	5	232,54	47,27	2,49
Ulangan	355,85	7	50,84	10,33	2,29
Error	172,17	35	4,92		
Total	1690,72	47			

Tabel Lampiran 3. Analisis Ragam Penurunan Aktivitas Makan larva *P. xylostella*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	14298,24	4	3574,56	78,47	2,67
Ulangan	6742,24	5	1348,45	29,60	2,71
Error	911,10	20	45,56		
Total	21951,58	29			

Tabel Lampiran 4. Analisis Ragam Rata-rata Persentase *P. xylostella* dari Larva menjadi Pupa setelah Aplikasi

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	27130,21	5	5426,04	160,44	2,96
Ulangan	511,46	3	170,49	5,04	3,29
Error	507,29	15	33,82		
Total	28148,96	23			

Tabel Lampiran 5. Analisis Ragam Rata-rata Persentase *P. xylostella* dari Pupa menjadi Imago setelah Aplikasi

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	24583,83	5	4916,77	22,78	2,96
Ulangan	814	3	271,33	1,26	3,29
Error	3237,5	15	215,83		
Total	28635,33	23			

Tabel Lampiran 6. Analisis Ragam Jumlah Telur yang diletakkan per Imago Betina *P. xylostella* setelah Aplikasi

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	8148,50	6	1358,08	192,23	2,66
Ulangan	10,83	3	3,61	0,51	3,16
Error	127,17	18	7,06		
Total	8286,50	27			

Tabel Lampiran 7. Analisis Ragam Jumlah Telur yang diletakkan per Imago Betina *P. xylostella* yang menetas setelah Aplikasi

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	33362,88	6	5560,48	422,61	2,66
Ulangan	29,55	3	9,85	0,75	3,16
Error	236,83	18	13,16		
Total	33629,27	27			

Tabel Lampiran 8. Perhitungan Kadar Air dalam Sirih Merah

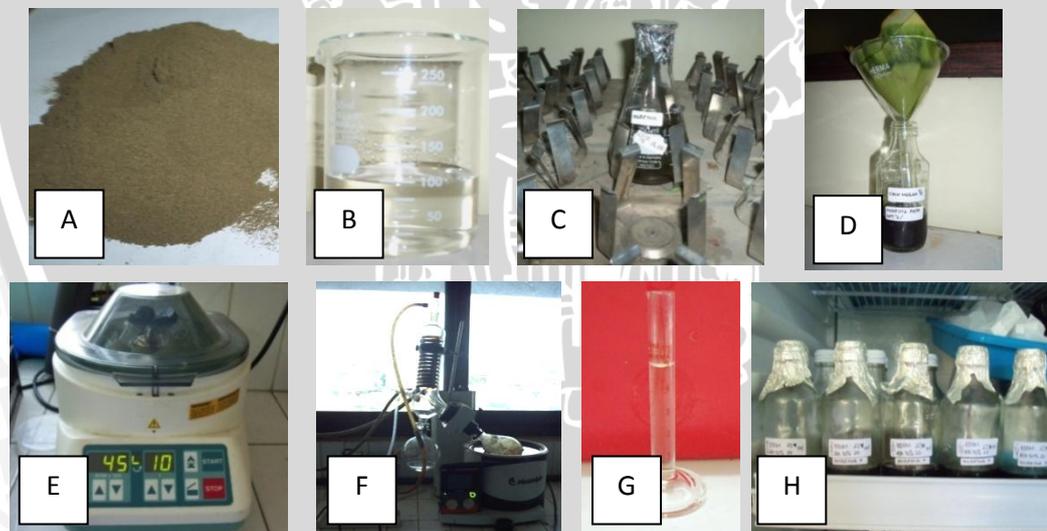
Massa Daun Sirih Merah (DSM) Basah	1.500 gram
Massa Daun Sirih Merah (DSM) yang telah dikeringanginkan 4-5 hari	407,31 gram
Perhitungan Kadar Air	$= \frac{\text{Massa DSM basah} - \text{Massa DSM kering}}{\text{Massa DSM basah}} \times 100\%$ $= \frac{1500 \text{ gram} - 407,31 \text{ gram}}{1500 \text{ gram}} \times 100\%$ $= 72,85\%$



Gambar Lampiran 1. Tanaman Kubis berumur  $\pm$  6 minggu yang digunakan sebagai pakan larva *P. xylostella*



Gambar Lampiran 2. Perbanyak (*Rearing*) serangga (*Rearing*) *P. xylostella* di Laboratorium *Rearing* FPUB. (a) Imago atau dewasa *P. xylostella* dari lapangan. (b) Sangkar imago, tanaman kubis, dan pakan larutan air gula. (c) Dan kubis segar sebagai pakan larva.



Gambar Lampiran 3. Proses Pembuatan Ekstrak Daun Sirih Merah. (a) Serbuk daun sirih merah (b) Ethanol atau Alkohol 80% 100 ml (c) Dikocok menggunakan *orbital shaker* selama 24 jam (d) Disaring dengan kertas saring. (e) Disentrifus selama 10 menit. (f) Dievaporasi menggunakan *Rotary evaporator*. (g) Tambahkan alkohol 50% sebanyak 10 ml (h) Disimpan dalam lemari pendingin.



Gambar Lampiran 4. Metode aplikasi ekstrak daun sirih merah dengan celup daun kubis. (a) Daun dipotong dengan ukuran 6 cm x 6 cm. (b) Daun dicelup ke dalam suspensi ekstrak selama 30 detik. (c) Daun dikeringanginkan.



Gambar Lampiran 5. Ekstrak Daun Sirih Merah

