

**UJI BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAUN SERAI WANGI
(*Cymbopogon nardus* L. Rendle) TERHADAP *Plutella xylostella*
Linnaeus (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)**

**OLEH
FRELYTA AINUZ ZAHRO'
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



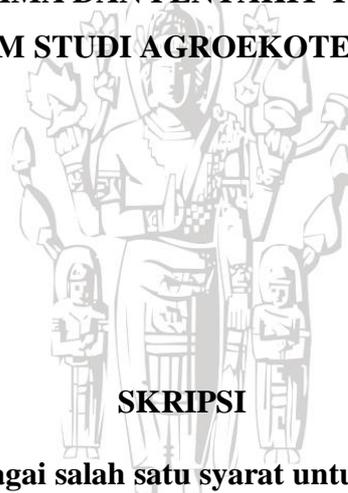
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2015**

UJI BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAUN SERAI WANGI
(*Cymbopogon nardus* L. Rendle) TERHADAP *Plutella xylostella*
Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae)

OLEH
FRELYTA AINUZ ZAHRO'
115040201111290

MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI



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

2015

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,

Frelyta Ainuz Zahro

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) terhadap *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae)

Nama Mahasiswa : Frelyta Ainuz Zahro'

NIM : 115040201111290

Progran Studi : Agroekoteknologi

Minat : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

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

Dr. Ir. Gatot Mudjiono
NIP. 19520125 197903 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

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

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Silvi Ikawati, SP., MP., MSc
NIK. 2013048612102001

Penguji II

Dr. Ir. Gatot Mudjiono
NIP. 19520125 197903 1 001

Penguji III

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

Penguji IV

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

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*Skripsi ini kupersembahkan untuk
Kedua orangtua tercinta serta kakak
dan adikku
tersayang*

RINGKASAN

Frelyta Ainuz Zahro' .11504020111290. Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) terhadap *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae). Di bawah bimbingan Dr. Ir. Toto Himawan, SU dan Dr. Ir. Gatot Mudjiono.

Salah satu hama kubis yang biasanya menimbulkan kerusakan besar adalah *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae). Kerusakan pada tanaman inang disebabkan oleh aktivitas makan larva. Dalam upaya memperkecil kerugian ekonomi usaha tani sayuran akibat serangan OPT, pada umumnya para petani masih sangat menggantungkan pada penggunaan pestisida sintetik. Alternatif dalam menanggulangi dampak negatif terhadap lingkungan akibat pestisida sintesis yaitu dengan mengaplikasikan pestisida botani/nabati. Salah satu jenis tumbuhan yang dapat dijadikan bahan untuk pestisida nabati adalah serai wangi. Hal ini karena pada minyak serai wangi mengandung monoterpen seperti limonen, sitronelal, dan geraniol yang bersifat mampu memberikan pertahanan tanaman terhadap serangan hama. Penelitian ini bertujuan untuk menguji toksisitas ekstrak daun serai wangi (EDSW) dan juga pengaruh aplikasinya terhadap penurunan aktivitas makan, pembentukan pupa maupun imago, peletakan telur, dan penetasan telur *P. xylostella* sehingga dapat dilakukan pengendalian hama yang tepat.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Sub Laboratorium Toksikologi dan ruang Rearing pada bulan Januari sampai Juni 2015. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan, setiap perlakuan terdiri dari 20 larva *P. xylostella*. Perlakuan yang dipakai yaitu EDSW konsentrasi 3000 ppm, 4000 ppm, 5000 ppm, 6000 ppm, 7000 pm, dan 0 ppm (kontrol). Minyak serai wangi diperoleh dari hasil distilasi uap daun serai wangi, sedangkan serangga uji diperoleh dari hasil perbanyakan sendiri. Metode aplikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pencelupan pakan dengan variabel pengamatan meliputi mortalitas larva *P. xylostella*, penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella*, pembentukan larva menjadi pupa, pembentukan pupa menjadi imago, jumlah telur yang diletakkan imago betina, dan penetasan telur. Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA menggunakan SPSS 20 dan dilanjutkan dengan uji Duncan ($P < 0,05$). Nilai LC_{50} dan LT_{50} diestimasi menggunakan analisis probit menggunakan Program Hsin Chi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa EDSW mampu menyebabkan mortalitas larva *P. xylstella* hingga 57,50%, menyebabkan penurunan aktivitas makan larva mencapai 79,25%, menghambat pembentukan pupa dan imago, serta mengganggu sistem reproduksi melalui penghambatan jumlah peletakan telur dan tingkat penetasan telur *P. xylostella*. Konsentrasi mematikan 50% larva *P. xylostella* (LC_{50}) terdapat pada konsentrasi EDSW 6262,447 ppm, dengan waktu mematikan 50% (LT_{50}) yaitu pada 60,00 jam setelah aplikasi (JSA).

SUMMARY

Frelyta Ainuz Zahro' .11504020111290. Bioactivity Analysis of Lemongrass Leave Extract (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) Against *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae). Supervised by Dr. Ir. Toto Himawan, SU and Dr. Ir. Gatot Mudjiono.

One of pests in cabbage that usually cause problem in cultivation is *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae). The damage in host plant is caused by feeding activity of larvae. In order to reduce the loss of yield, farmers are still depend on applying chemical pesticide. The alternative way to reduce negative effect of synthetic pesticide is by applying botanical pesticide. One of plants that potential as matter of botanical pesticides is lemongrass. It because of the lemongrass component that consist of monoterpene such as limonene, citronellal, and geraniol that role as defense of plants against pests. This research aimed at assessing the toxicity effect of lemongrass crude extract against larvae of *P. xylostella*, feeding deterrent, the number of formed pupae and emerged adult, total of laid eggs, and eggs hatchability as a mean to obtain the appropriate management pest method.

This research was conducted in Sub-Laboratory of Toxicology and Rearing, Plant Pest and Disease Department, Agriculture Faculty, Brawijaya University, Malang, on January 2015 until June 2015. The experiment was arranged in Randomized Complete Block Design (RCBD) with four replications. For this experiment, there were 6 different treatments: 3000 pm, 4000 ppm, 5000 ppm, 6000 ppm, 7000 pm, and 0 ppm (control) of lemongrass leaf extract. The essential oil was extracted from lemongrass leaf using steam distillation 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 formed pupae and emerged adult, total of laid egg, and egg hatchability. Data were analyzed using SPSS 20 and followed by Duncan Test ($P < 0.05$). Value of LC_{50} and LT_{50} were estimated using Hsin Chi Probit analysis.

The results of this experiment showed that application of lemongrass leaf extract affected mortality of larvae of *P. xylostella* up to 57,50%, reduced feeding activity up to 79,25%, reduced in number of pupae formation and adults emergence, disrupted reproduction system by reducing laid eggs, and eggs hatchability. The LC_{50} value of this extract was 6262,447 ppm, and LT_{50} value was 60,00 hours.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kesempatan penulis untuk menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) terhadap *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae)**". Maksud dan tujuan penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Program S-1 Program Studi Agroekoteknologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Toto Himawan, SU dan Dr. Ir. Gatot Mudjiono selaku dosen pembimbing yang dengan sabar mengarahkan, membimbing, serta memberi masukan dan solusi kepada penulis sehingga skripsi ini bisa terselesaikan,
2. Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU dan Ibu Silvi Ikawati, SP., MP., MSc selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik maupun saran sehingga skripsi ini bisa lebih baik,
3. Keluarga tercinta ayah, ibu, kakak, dan adik yang selalu memberikan kasih sayang, perhatian, doa, serta dorongan moril maupun materil yang tak terhingga,
4. Semua pihak yang turut membantu, baik terlibat langsung maupun tidak langsung yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Dengan keterbatasan yang penulis miliki, penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat kekurangan. Untuk itu, penulis mengharapkan adanya kritik ataupun saran yang membangun dari berbagai pihak sehingga menjadi bahan masukan bagi penulis untuk memperbaiki kekurangan dalam skripsi ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan semoga Allah SWT membalas semua pihak yang telah berjasa kepada penulis selama menempuh pendidikan dengan pahala yang berlipat ganda.

Malang, Juli 2015
Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Trenggalek pada tanggal 10 April 1993 sebagai putri kedua dari tiga bersaudara dari Bapak Asy'ari dan Ibu Juwariyah. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri IV Sukorame Trenggalek pada tahun 1999-2005, kemudian penulis melanjutkan ke SMP Negeri I Pogalan Trenggalek pada tahun 2005-2008. Pada tahun 2008-2011 penulis melanjutkan studi ke SMA Negeri I Durenan Trenggalek. Pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi dan mengambil Minat Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah mengikuti kepanitiaan PKM MABA sebagai Sie. Konsumsi pada tahun 2012, aktif sebagai asisten praktikum Mata Kuliah Dasar Perlindungan Tanaman (DPT) dan Botani Tumbuhan pada tahun 2012, asisten praktikum Mata Kuliah DPT, Fisiologi Tumbuhan, dan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPPT) pada tahun 2013, asisten Praktikum Manajemen Agroekosistem pada tahun 2014, sebagai asisten praktikum Entomologi dan Ilmu Hama Tanaman pada tahun 2015.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Hama <i>Plutella xylostella</i>	4
2.2 Pestisida Nabati	6
2.3 Minyak Atsiri.....	7
2.4 Metode Ekstraksi Minyak Atsiri.....	7
2.5 Serai Wangi (<i>Cymbopogon nardus</i> L. Rendle)	9
III METODE PENELITIAN	12
3.1 Tempat dan Waktu	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Metode Penelitian	12
3.4 Pelaksanaan Penelitian	13
3.5 Analisis Data.....	16
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Pengaruh EDSW terhadap Aktivitas Penghambatan Makan Larva <i>P. xylostella</i>	17
4.2 Persentase Mortalitas Larva <i>P. xylostella</i>	18
4.3 Pengaruh EDSW terhadap Pembentukan Pupa, Pembentukan Imago, dan Daya Reproduksi <i>P. xylostella</i>	20
4.4 Konsentrasi Mematikan (LC ₅₀) dan Waktu Mematikan (LT ₅₀) Larva <i>P. xylostella</i>	25
V KESIMPULAN DAN SARAN.....	28
5.1 Kesimpulan.....	28
5.2 Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	33

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Komponen dalam minyak serai wangi	10
2.	Perlakuan yang digunakan dalam penelitian	12
3.	Rata-rata persentase penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> setelah aplikasi	17
4.	Kriteria penurunan aktivitas makan	18
5.	Rata-rata persentase mortalitas <i>P. xylostella</i> setelah aplikasi.....	19
6.	Rata-rata persentase <i>P. xylostella</i> dari larva menjadi pupa dan pupa menjadi imago setelah aplikasi.....	21
7.	Rata-rata daya reproduksi per imago betina <i>P. xylostella</i> setelah aplikasi.....	23
8.	Estimasi nilai LC_{50} dan LT_{50} EDSW terhadap larva <i>P. xylostella</i>	25

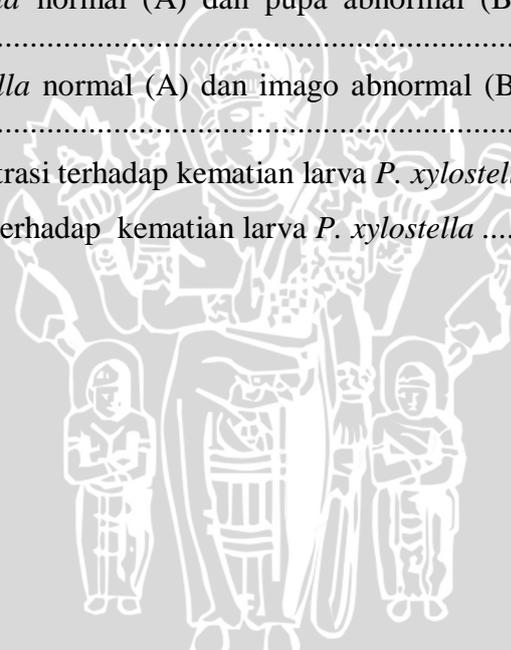
No.	Lampiran	Halaman
1.	Analisis ragam mortalitas larva <i>P. xylostella</i> pada 24 JSA	34
2.	Analisis ragam mortalitas larva <i>P. xylostella</i> pada 48 JSA	34
3.	Analisis ragam mortalitas larva <i>P. xylostella</i> pada 72 JSA	34
4.	Analisis ragam mortalitas larva <i>P. xylostella</i> pada 96 JSA	34
5.	Analisis ragam penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> pada 24 JSA	34
6.	Analisis ragam penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> pada 48 JSA	35
7.	Analisis ragam penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> pada 72 JSA	35
8.	Analisis ragam penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> pada 96 JSA	35
9.	Analisis ragam larva <i>P. xylostella</i> yang menjadi pupa setelah aplikasi.....	35
10.	Analisis ragam pupa <i>P. xylostella</i> yang menjadi imago setelah aplikasi.....	35
11.	Analisis ragam jumlah telur yang diletakkan per imago betina <i>P. xylostella</i> setelah aplikasi.....	36

12.	Analisis ragam jumlah telur per imago betina <i>P. xylostella</i> yang menetas setelah aplikasi	36
13	Perhitungan nilai LC ₅₀ dan LT ₅₀	36



DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Telur <i>P. xylostella</i>	4
2.	Larva <i>P. xylostella</i>	5
3.	Pupa <i>P. xylostella</i>	5
4.	Imago <i>P. xylostella</i>	6
5.	Tanaman serai wangi.	9
6.	Struktur kimia sitronelal (A), geraniol (B), dan sitronelol(C)	11
7.	Larva <i>P. xylostella</i> normal (A) dan larva mati setelah aplikasi (B)	20
8.	Pupa <i>P. xylostella</i> normal (A) dan pupa abnormal (B) setelah aplikasi.....	21
9.	Imago <i>P. xylostella</i> normal (A) dan imago abnormal (B) setelah aplikasi	23
10.	Pengaruh konsentrasi terhadap kematian larva <i>P. xylostella</i>	26
11.	Pengaruh waktu terhadap kematian larva <i>P. xylostella</i>	27



I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kubis merupakan komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Untuk itu, produksi kubis dalam negeri juga harus terus ditingkatkan. Namun perkembangan luas area panen, produksi dan produktivitas kubis di Indonesia cenderung tidak mengalami peningkatan. Misalnya saja pada tahun 2003-2010 belum menunjukkan peningkatan yang memuaskan bahkan ada kecenderungan terus menurun (Hidayati *et al.*, 2013).

Rendahnya tingkat produktivitas kubis di Indonesia diantaranya disebabkan oleh masalah hama. Terdapat beberapa hama kubis yang mampu menimbulkan kerugian bagi petani. Salah satu hama kubis yang biasanya menimbulkan kerusakan besar adalah *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae). Kerusakan pada tanaman inang disebabkan oleh aktivitas makan larva. Meskipun larva ini berukuran kecil, namun populasinya sangat banyak, sehingga mampu memakan semua bagian daun kubis dan hanya meninggalkan tulang daunnya saja. Kemunculan larva akan benar-benar merusak persemaian dan mampu mengganggu pembentukan bagian pucuk tanaman kubis, brokoli, dan bunga kol (Capinera, 2012).

Dalam upaya memperkecil kerugian ekonomi usaha tani sayuran akibat serangan OPT, pada umumnya para petani masih sangat menggantungkan pada penggunaan pestisida sintetik, meskipun PHT sudah menjadi kebijakan pemerintah. Mereka masih mengikuti paradigma perlindungan tanaman konvensional, preventif, dan prinsip asuransi yang cenderung berlebihan. Penggunaan pestisida yang tidak tepat dan tidak benar baik jenis maupun dosis penggunaannya seringkali menimbulkan masalah OPT dan ledakan OPT (Setiawati *et al.*, 2008). Untuk itu, penggunaan pestisida harus diperhatikan. Risiko peracunan akibat pestisida bisa lebih tinggi jika diaplikasikan secara berlebihan atau penggunaannya tidak tepat (Leslie, 1994).

Alternatif dalam menanggulangi dampak negatif terhadap lingkungan akibat pestisida sintesis yaitu dengan mengaplikasikan pestisida botani/nabati. Bahan aktif pestisida nabati adalah produk alam yang berasal dari tanaman yang

mempunyai kelompok metabolit sekunder yang mengandung beribu-ribu senyawa bioaktif seperti alkaloid, terpenoid, fenolik, dan zat-zat kimia sekunder lainnya. Senyawa bioaktif tersebut apabila diaplikasikan ke tanaman yang terserang OPT tidak berpengaruh terhadap fotosintesis pertumbuhan ataupun aspek fisiologis tanaman lainnya, namun berpengaruh terhadap sistem syaraf otot, keseimbangan hormon, reproduksi, perilaku berupa penarik, anti makan, dan sistem pernafasan OPT. Jenis pestisida yang berasal dari tumbuhan tersebut dapat ditemukan di sekitar tempat tinggal petani, dapat disiapkan dengan mudah menggunakan bahan serta peralatan sederhana (Setiawati *et al.*, 2008).

Salah satu jenis tumbuhan yang dapat dijadikan bahan untuk pestisida nabati adalah serai wangi. Dalam penelitian yang sudah pernah dilakukan, minyak serai wangi memiliki sifat insektisidal dan *repellent* terhadap *Helopeltis antonii* (Nurmansyah, 2011) dan penghisap buah lada *Dasynus piperis* China (Rohimatun dan Laba, 2013). Minyak serai wangi juga bersifat insektisidal terhadap lalat rumah *Musca domestica* (Samarasekara *et al.*, 2006). Penggunaan minyak serai pada konsentrasi 3000-5000 ppm yang diaplikasikan pada larva *Helicoverpa armigera* dapat menurunkan laju konsumsi relatif dan laju pertumbuhan relatif, efisiensi konversi makanan yang dimakan larva *H. armigera*, serta dapat menghambat aktivitas makan larva sebesar 50% (Hasyim *et al.*, 2010). Hal ini karena pada minyak serai wangi mengandung monoterpen seperti limonen, sitronelal, dan geraniol yang bersifat mampu memberikan pertahanan tanaman terhadap serangan hama (Pinheiro *et al.*, 2013).

Serai wangi bisa didapatkan dengan mudah di lingkungan masyarakat. Di sisi lain, minyak serai wangi memiliki potensi yang besar dalam pengendalian hama tanaman. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan diujikan pengaruh ekstrak daun serai wangi (EDSW) terhadap *P. xylostella* supaya dapat dimanfaatkan secara lebih luas lagi sebagai tanaman penghasil pestisida nabati yang efektif mengendalikan hama tanaman.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah: a) Bagaimana pengaruh toksisitas EDSW terhadap mortalitas larva *P. xylostella*, b) Bagaimana pengaruh EDSW terhadap penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella*, c) Bagaimana pengaruh aplikasi EDSW terhadap pembentukan pupa, imago, peletakan telur, dan penetasan telur *P. xylostella*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah: a) Untuk menguji pengaruh toksisitas EDSW terhadap mortalitas larva *P. xylostella*, b) Untuk menguji pengaruh EDSW terhadap penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella*, c) Untuk menguji pengaruh aplikasi EDSW terhadap pembentukan pupa, imago, peletakan telur, dan penetasan telur *P. xylostella*.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang dapat diajukan dari penelitian ini adalah: a) EDSW pada semua konsentrasi yang diujikan memiliki efek toksisitas terhadap larva *P. xylostella*, b) EDSW pada semua konsentrasi yang diujikan mampu menurunkan aktivitas makan larva *P. xylostella*, c) Aplikasi EDSW mampu menghambat pembentukan pupa ataupun imago, mengganggu peletakan telur, dan menghambat penetasan telur *P. xylostella*.

1.5 Manfaat Penelitian

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

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hama *Plutella xylostella*

Klasifikasi *P. xylostella*

Ulat daun kubis *P. xylostella* termasuk ke dalam kingdom Animalia, filum Arthropoda, kelas Insecta, bangsa Lepidoptera, suku Plutellidae, marga *Plutella*, jenis *Plutella xylostella* (Borror *et al.*, 2005).

Daur Hidup

Hama *P. xylostella* (tritic) memiliki 4 kali perubahan bentuk dalam hidupnya yaitu stadia telur, larva, pupa, dan imago. Waktu yang dibutuhkan dari telur sampai imago sekitar 32 hari tergantung suhu harian. Ngengat bisa memiliki tiga atau lebih generasi selama satu musim (4 bulan). Imago betina meletakkan telur dengan waktu sekitar 10 hari, dan telur akan menetas setelah 5-6 hari. Stadia larva membutuhkan waktu 21-30 hari, sedangkan stadia pupa membutuhkan waktu 5-15 hari (Knodel dan Ganehiarachchi, 2008).

Morfologi *P. xylostella*

Telur *P. xylostella* berbentuk oval dan rata, memiliki panjang 0,44 mm dan lebar 0,26 mm (Gambar 1). Telur ini berwarna kuning atau hijau pucat dan biasanya diletakkan secara tunggal atau berkelompok dengan jumlah kecil dari dua sampai delapan telur pada permukaan daun, atau adakalanya pada bagian tanaman yang lain (Capinera, 2012).



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

Larva *P. xylostella* (Gambar 2) mengalami 4 instar. Larva yang baru menetas memiliki warna tubuh hijau muda dan akan berubah warna menjadi hijau tua dengan bertambahnya umur larva. Bagian posterior meruncing dan bercabang. Pada bagian tubuh terdapat bulu halus berwarna hitam. Larva memiliki panjang tubuh antara 12-14 mm pada pertumbuhan maksimal. Larva bergerak dengan menggeliat mundur, atau akan membentuk benang-benang sutera saat akan bergerak turun (Knodel dan Ganehiarachchi, 2008).



Gambar 2. Larva *P. xylostella* (Capinerra, 2012)

Pupasi terjadi di dalam kokon yang terbentuk dari benang-benang sutera, biasanya dibentuk pada bagian permukaan daun. Pupa memiliki warna kekuningan dengan panjang 7-9 mm (Capinerra, 2012).



Gambar 3. Pupa *P. xylostella* (Knodel dan Ganehiarachchi, 2008)

Serangga dewasa memiliki bentuk tubuh kecil, ramping, dan berwarna coklat keabuan (Gambar 4). Panjang tubuh sekitar 6 mm dan terdapat garis lebar berwarna coklat muda. Serangga betina meletakkan telurnya sekitar 10 hari dan memiliki keperidian 250-300 telur, tapi rata-rata telur yang diletakkan hanya

sekitar 150 telur. Ngengat tidak mampu terbang tinggi, biasanya hanya terbang pada 2 m dari permukaan tanah, dan tidak bisa terbang pada jarak jauh karena dapat terbawa oleh angin (Capinera, 2012).



Gambar 4. Imago *P. xylostella* (Capinera, 2012)

Kisaran Inang *P. xylostella*

P. xylostella (hama punggung putih) merupakan serangga oligofagus yang hanya menyerang tanaman famili cruciferae. Hampir semua tanaman cruciferae menjadi inang, termasuk sawi-sawian, kubis, brokoli, bunga kol, lobak, dan lobak china (Knodel dan Ganehiarachchi, 2008).

2.2 Pestisida Nabati

Pestisida nabati adalah bahan pengendali hama dan penyakit tanaman yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan. Secara umum, pestisida nabati merupakan suatu pestisida dengan bahan dasar yang berasal dari tumbuhan. Pembuatannya relatif mudah dengan kemampuan dan pengetahuan yang terbatas. Pestisida nabati bersifat mudah terurai (*biodegradable*) di alam serta relatif aman bagi manusia dan ternak (Soenandar dan Tjahjono, 2012).

Menurut Novizan (2002), pestisida botani/nabati merupakan bahan insektisida yang terdapat secara alami di dalam bagian-bagian tertentu dari tanaman seperti akar, daun, batang, atau buah. Bahan-bahan diolah menjadi berbagai bentuk seperti pada uraian berikut ini.

1. Bahan mentah yang berbentuk tepung. Berasal dari bahan tanaman yang telah dikeringkan kemudian dihaluskan. Tepung ini dapat langsung dipakai dengan cara menebarkannya pada biji-bijian di gudang penyimpanan atau diambil ekstraknya.
2. Ekstrak tanaman atau resin yang merupakan hasil pengambilan cairan metabolit sekunder dari bagian tanaman tertentu, melalui beberapa metode ekstraksi. Metode ekstraksi untuk produksi komersial biasanya dilakukan dengan cara merendam bahan tanam yang telah dihancurkan ke dalam pelarut khusus seperti methanol, aseton, atau triton.
3. Bahan kimia murni yang berasal dari tanaman. Resin yang telah diperoleh dimurnikan lagi dan diisolasi untuk diambil senyawa insektisidanya dengan proses penyulingan melalui berbagai proses manufaktur.
4. Bahan tanaman dibakar untuk diambil abunya dan dipakai sebagai insektisida, seperti pada tanaman serai dan tembelean (*Lantana camara*).

2.3 Minyak Atsiri

Minyak atsiri / minyak esensial merupakan zat berbentuk cairan yang mengandung senyawa aromatik dari tumbuhan. Dikatakan esensial dalam artian bahwa minyak ini membawa sifat aromatik atau bau yang khas dari tumbuhan. Meskipun penggunaan tanaman ini sudah ada sejak ribuan tahun, teknik dan metode pertama digunakan untuk memproduksi minyak atsiri dilakukan oleh Ibnal-Baitar (1188-1248), seorang dokter, ahli obat, dan ahli kimia dari Andalusia (*Ministry of Trade of The Republic of Indonesia*, 2011).

2.4 Metode Ekstraksi Minyak Atsiri

Minyak atsiri adalah zat cair yang mudah menguap bercampur dengan persenyawaan padat yang berbeda dalam hal komposisi dan titik cairnya, larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam air. Berdasarkan sifat tersebut, maka minyak atsiri dapat diekstrak dengan 4 macam cara, yaitu penyulingan (*distillation*), pressing (*eks-pression*), ekstraksi dengan pelarut (*solvent extraction*), absorpsi oleh uap lemak padat (*enfleurage*). Cara yang tepat untuk

pengambilan minyak dari daun sereh adalah dengan cara penyulingan (*distillation*) (Ames, 1968 dalam Sebayang, 2011). Dengan menggunakan cara penyulingan uap (*steam distillation*), rata-rata kadar minyak yang dihasilkan daun serai wangi segar sebanyak 0,79-0,942% dengan lama waktu penyulingan 4-7 jam (Feriyanto *et al.*, 2013).

Penyulingan (*destilation*). Prinsip kerja penyulingan yaitu mengalirkan uap yang dihasilkan (di dalam pipa) dialirkan melalui air (pendinginan) sehingga terjadi proses kondensasi, cairan hasil proses kondensasi yang terdiri dari campuran minyak dengan air ditampung dalam suatu tabung. Di dalam tabung tersebut minyak akan berada di bagian atas karena bobot jenisnya lebih ringan daripada air. Selanjutnya, dengan membuka kran pada tabung, air yang ada dalam tabung tersebut dapat dikeluarkan dan yang tertinggal dalam tabung hanya minyak hasil penyulingan (Kardinan, 2005).

Pengepresan (*cold pressing*). Metode ini digunakan untuk mengekstrak minyak atsiri dari kulit jeruk-jerukan seperti jeruk, lemon, anggur, dan jeruk bergamot. Suhu pengepresan yaitu sekitar 120 °F. Kulit dipisahkan dari buahnya, direntangkan, kemudian dipres. Hasilnya yaitu berupa campuran air dan minyak esensial yang akan memisah setelah beberapa saat (Rao dan Pandey, 2006).

Ekstraksi dengan pelarut (*solvent extraction*). Pelarut hidrokarbon diatambahkan pada bagian tanaman untuk membantu melarutkan minyak atsiri. Ketika pelarut disaring dan dipekatkan, substansi akan membentuk resin, atau kombinasi minyak atsiri dan lilin. Dari konsentrat ini, alkohol murni digunakan untuk mengekstrak minyak. Dan saat alkohol dievaporasi, maka minyak akan tertinggal (Rao dan Pandey, 2006).

Enfleurage. Metode ini dapat disamakan dengan penyairan “maserasi dingin dengan lemak padat”. Suatu pelat kaca diberi bingkau (*chassis*), kemudian ditutup dengan lemak hewan yang telah dimurnikan sehingga tidak berbau. Setelah itu, mahkota bunga (biasanya mahkota bunga melati) yang akan diambil minyak atsirinya ditebarkan di atasnya dengan sedikit ditekan. Biasanya, bunga-bunga tersebut dalam keadaan segar baru dipetik. Mahkota bunga itu dibiarkan di atas lempengan lemak selama beberapa hari supaya minyak merembes dari bunga ke

dalam lemak. Setelah itu mahkota bunga yang ditekan di atas lempengan lemak jenuh dengan minyak atsiri tersebut dicuci dengan alkohol. Minyak atsiri akan larut dalam alkohol. Alkohol kemudian diuapkan sehingga diperoleh minyak atsiri yang diinginkan (Koensoemardiyah, 2010).

2.5 Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L. Rendle)

Klasifikasi Serai Wangi

Serai wangi termasuk famili Gramineae (rumput-rumputan). Genus dari rumput-rumputan ini meliputi hampir 80 jenis/spesies. Klasifikasi serai wangi adalah sebagai berikut: divisi Anthophyta, kelas Monocotyledonae, family Gramineae, genus *Cymbopogon*, spesies *Cymbopogon nardus* L. Rendle (Sukanto *et al.*, 2011).

Deskripsi Serai Wangi

Serai wangi (Gambar 5) merupakan herba menahun dengan tinggi 59-100 cm. Tanaman serai wangi tumbuh berumpun. Daun tunggal berjumbai, panjang sampai 1 meter, lebar 1,5 cm, bagian bawahnya agak kasar, tulang daun sejajar. Batang tidak berkayu, berusuk-rusuk pendek, dan berwarna putih (Setiawati *et al.*, 2008).



Gambar 5. Tanaman serai wangi (Wany *et al.*, 2013)

Kandungan Senyawa Serai Wangi

Menurut Yulvianti *et al.* (2014), minyak serai wangi mengandung banyak komponen dan memiliki persentase yang berbeda-beda seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen dalam minyak serai wangi

Komponen	Persentase
Sitronelal	32-45%
Geraniol	12-18%
Sitronelol	11-15%
Geraniol asetat	3-8%
Sitronelil asetat	2-4%
Komponen lain	8-10%

Sumber: Yulvianti *et al.*, 2014

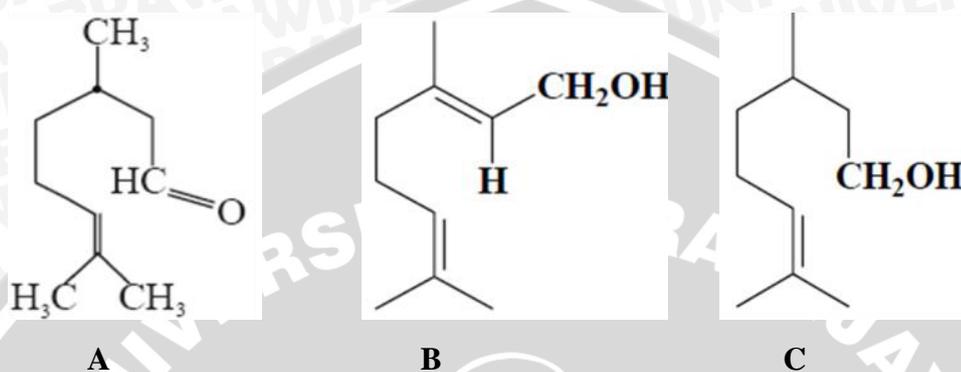
Dari sumber lain disebutkan bahwa minyak atsiri serai terdiri dari senyawa sitral, sitronelal, geraniol, mirsena, nerol, farnesol methyl heptenol, dan dipentana. Kandungan yang paling besar adalah sitronelal yaitu sebesar 35% dan geraniol sebesar 35-40% (Setiawati *et al.*, 2008).

Di dalam minyak atsiri, unsur monoterpen menunjukkan sifat bioaktif. Sebagai contoh, yaitu sitral yang merupakan unsur utama pada minyak atsiri pada sebagian besar spesies *Cymbopogon* menunjukkan sifat antimikrobal pada patogen tanaman maupun manusia, dan juga bersifat insektisidal (Ganjewala, 2009). Minyak serai wangi telah digunakan lebih dari 50 tahun sebagai penolak serangga atau hewan lain. Komposisi minyak serai wangi dapat digunakan sebagai repellent karena kandungan sitronellal, sitronellol, dan geraniol (Wany *et al.*, 2013).

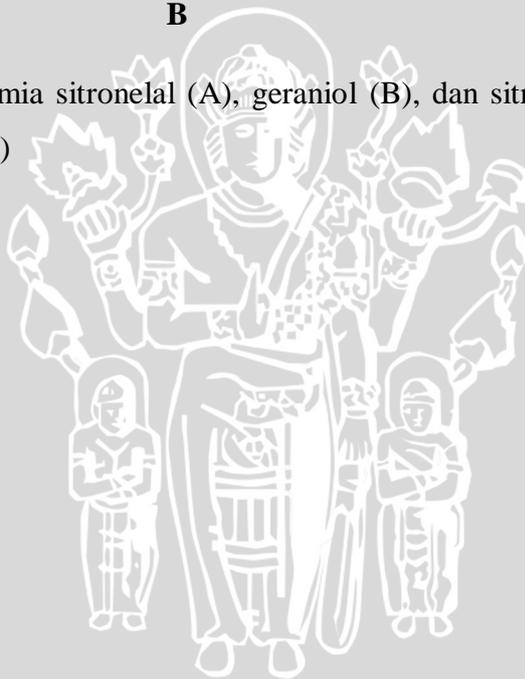
Sitronelal. Sitronelal atau rhodinal atau 3, 7-dimethilocta-6-en-1-al ($C_{10}H_{18}O$) (Gambar 6A) adalah sebuah monoterpenoid, sebagai komponen utama yang memberikan aroma yang khas pada serai wangi (Wany *et al.*, 2013).

Geraniol. Geraniol atau 3, 7,-dimethylocta-2, 6-dien-1-ol ($C_{10}H_{18}O$) (Gambar 6B) adalah monoterpenoid dan alkohol yang merupakan bagian utama dari minyak mawar, minyak palmarosa, dan minyak serai, memiliki warna yang bening sampai kuning pucat, tidak larut dalam air, tetapi larut dalam sebagian besar pelarut organik (Wany *et al.*, 2013).

Sitronelol. Sitronelol memiliki nama ilmiah *d*-sitronelol atau 3,7-dimethyl – 6 octen-1 – ol (Gambar 6C), memiliki karakteristik berbau seperti bunga mawar. *l*-sitronelol memiliki rasa manis seperti buah pich, sedangkan *d*-sitronelol memiliki rasa pahit (Burdock, 2009).



Gambar 6. Struktur kimia sitronelal (A), geraniol (B), dan sitronelol (C) (Wany *et al.*, 2013)



III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Sub-Laboratorium Toksikologi dan Ruang Rearing Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai Juni 2015.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sangkar kasa ukuran 40 x 40 x 40 cm, polybag ukuran 1 kg, sekop, gunting, kuas, penggaris, gelas beaker 1000 ml, gelas ukur ukuran 10 ml dan 100 ml, tabung Erlenmeyer 250 ml, corong, spatula, botol kaca, pinset, pipet, cawan Petri, toples plastik (d=10 cm, t=10 cm), kotak plastik (p=30 cm, l=20 cm, t=10 cm), dan timbangan analitik.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak serai wangi, larva *P. xylostella* instar tiga, tanaman kubis, aquades steril, alkohol 70%, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, tissue, kapas, larutan gula 10%, tanah, pupuk kandang, dan pupuk kimia.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah membandingkan ekstrak daun serai wangi (EDSW) pada beberapa konsentrasi. Untuk menentukan konsentrasi dilakukan uji pendahuluan dengan mengaplikasikan EDSW pada konsentrasi 0 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm, 3000 ppm, 4000 ppm, dan 5000 ppm terhadap serangga uji. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian

Perlakuan	Konsentrasi (ppm)	Komponen
P1	0 (kontrol)	100 ml aquades
P2	3000	0,3 ml EDSW + 99,7 ml aquades
P3	4000	0,4 ml EDSW + 99,6 ml aquades
P4	5000	0,5 ml EDSW + 99,5 ml aquades
P5	6000	0,6 ml EDSW + 99,4 ml aquades
P6	7000	0,7 ml EDSW + 99,3 ml aquades

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penyediaan Tanaman Inang

Bahan yang perlu 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 Malang. Tanaman kubis disiram air sesuai kebutuhan. Setelah tanaman kubis sudah berumur ± 6 minggu setelah dipindah ke polybag, tanaman kubis siap untuk diberi perlakuan.

Perbanyak Serangga Uji *P. xylostella*

Larva *P. xylostella* yang digunakan untuk penelitian merupakan hasil perbanyakan di laboratorium Rearing Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Imago yang digunakan sebagai indukan diperoleh dari lahan pertanaman kubis di daerah Malang. Alat dan bahan yang harus disiapkan terlebih dahulu yaitu sangkar kasa dan larutan gula 10% sebagai pakan imago. Larutan gula dioleskan pada kapas dan digantung pada atap sangkar. Kemudian memasukkan daun kubis ke dalam sangkar sebagai tempat imago bertelur. Daun yang dipakai adalah daun muda yang diletakkan pada botol kaca yang sudah diisi air. Setelah imago bertelur, daun tempat peletakan telur dipindahkan ke dalam kotak plastik sampai menetas. Di dalam kotak, tangkai daun dibungkus dengan kapas basah untuk menjaga kesegaran daun. Setelah terbentuk larva, larva dipelihara secara terpisah, yaitu dikelompokkan sesuai instarnya sampai terbentuk imago. Setelah terbentuk imago, dilakukan perbanyakan seperti pada proses sebelumnya. Perbanyakan larva *P. xylostella* dilakukan sampai diperoleh larva uji yang seragam dan dalam jumlah yang diperlukan.

Cara Memperoleh Minyak Serai Wangi

Minyak atsiri serai wangi diperoleh dari hasil distilasi uap daun serai wangi di Unit Penyulingan milik Universitas Brawijaya di Desa Kesamben Kabupaten

Blitar. Dari hasil penyulingan ini, minyak serai wangi diproses hingga siap digunakan untuk perlakuan.

Pemurnian Minyak Serai Wangi

Minyak atsiri yang masih bercampur dengan sedikit air dihilangkan dengan $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ sampai jenuh kemudian dipisahkan. Minyak atsiri yang diperoleh, digunakan sebagai sampel untuk proses berikutnya.

Saponifikasi Minyak Serai Wangi

Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan untuk saponifikasi minyak serai wangi adalah Teepol yang berperan sebagai surfaktan. Surfaktan memiliki bagian yang mampu menarik media non polar dan bagian lain memiliki kemampuan menarik media polar (Schramm dan Marangoni, 2000). Teepol dicampur dengan minyak serai wangi murni hingga didapatkan campuran yang bisa menyatu, dan saat dicampur dengan air tidak terbentuk lapisan yang memisah.

Pengujian Ke Serangga Uji

1. Uji penghambatan makan (*Feeding deterrent activity*)

Metode yang digunakan dalam uji hambatan makan yaitu metode pencelupan pakan (Packiam *et al.*, 2014). Daun kubis dipotong dengan ukuran 8 cm x 8 cm. Daun yang sudah dipotong ini dicelupkan selama 10 detik ke dalam wadah yang sudah berisi EDSW. Daun kubis yang sudah dicelup kemudian dikeringanginkan dan dimasukkan ke dalam toples sebagai pakan dari *P. xylostella*. Larva instar ketiga dimasukkan ke dalam toples sebanyak 20 ekor pada masing-masing perlakuan, lalu toples ditutup dan diberi ventilasi kain kasa (Tohir, 2010). Pemberian pakan daun perlakuan dilakukan selama 48 jam, kemudian larva diberi pakan daun kubis tanpa perlakuan. Metode ini dilakukan pada setiap ulangan.

Variabel pengamatan yang digunakan adalah bobot pakan pada setiap perlakuan. Uji penghambatan makan diamati dari penurunan aktivitas makan yang diketahui 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 24, 48, 72, 96 jam setelah aplikasi (JSA). Untuk mengetahui persen penghambatan makan larva (FD) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Dadang dan Ohsawa, 2000):

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

2. Uji toksisitas

Untuk menguji toksisitas EDSW terhadap larva *P. xylostella* digunakan metode kontaminasi pakan (Hasnah *et al.*, 2012). Metode ini dilakukan dengan cara yang sama seperti pada uji penghambatan makan yaitu dengan pencelupan pakan. Larva instar ketiga diinfestasikan ke dalam toples perlakuan yang sudah berisi daun yang sudah dicelupkan pada EDSW sesuai perlakuan.

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 4 kali pengamatan yaitu pada 24, 48, 72, 96 JSA. Persentase mortalitas larva dihitung dengan cara membandingkan jumlah larva yang mati setelah perlakuan dengan jumlah larva yang diinvestasikan pada saat awal perlakuan. Persen mortalitas larva dihitung menggunakan rumus (Hidayati *et al.*, 2013):

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

Dimana Po adalah persentase kematian yang diamati, a adalah jumlah larva yang mati dalam setiap kelompok perlakuan, b adalah jumlah seluruh larva dari setiap perlakuan.

Apabila terdapat kematian pada kontrol tidak lebih dari 20%, maka persen kematian larva *P. xylostella* dikoreksi menggunakan rumus Abbott (1987), sebagai berikut:

$$P = \frac{X - Y}{X} \times 100\%$$

Di mana P adalah persentase kematian terkoreksi, X adalah persentase serangga hidup pada kontrol, Y adalah persentase serangga hidup pada perlakuan.

Larva *P. xylostella* yang berhasil hidup tetap dipelihara hingga stadia imago.

Untuk pengujian lanjutan, variabel yang diamati meliputi:

1. Keberhasilan larva menjadi pupa. Persentase terbentuknya pupa dihitung dari banyaknya pupa yang terbentuk dari total larva yang hidup.
2. Keberhasilan pupa menjadi imago. Persentase terbentuknya imago dihitung dari banyaknya imago yang terbentuk dari total pupa yang terbentuk pada setiap perlakuan.
3. Untuk uji daya reproduksi dibagi menjadi dua, yaitu peletakan telur oleh imago betina dan fertilitasnya. Untuk mengetahui banyaknya telur yang diletakkan dihitung dari jumlah telur yang terdapat pada daun kubis perlakuan. Sedangkan fertilitas dihitung dari banyaknya telur yang menetas pada setiap perlakuan.

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA (*Analysis of Variance*) menggunakan SPSS 20. Apabila terdapat perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kebenaran 95%. Persentase mortalitas larva kemudian diolah dengan analisis Probit menggunakan program Hsin Chi (1997), sehingga diperoleh konsentrasi (LC_{50}) dan waktu (LT_{50}) yang paling baik untuk mematikan 50% serangga uji.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh EDSW terhadap Aktivitas Penghambatan Makan Larva *P. xylostella*

Hasil pengamatan pengaruh aplikasi EDSW terhadap penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* disajikan dalam Tabel 4. Pengamatan bobot pakan dilakukan setiap 24 jam selama 4 hari setelah aplikasi. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi EDSW pada konsentrasi 3000 ppm – 7000 ppm mampu memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* (Tabel 4).

Nilai penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* dihitung berdasarkan jumlah pakan yang dikonsumsi larva per ekornya. Sejak pengamatan hari pertama setelah aplikasi (24 JSA), semua aplikasi konsentrasi EDSW mampu menurunkan aktivitas makan *P. xylostella*, dan nilai penurunan aktivitas makan ini terus meningkat hingga hari ke 4 (96 JSA). Hingga pengamatan hari terakhir (96 JSA), konsentrasi EDSW 3000 ppm memiliki nilai penurunan aktivitas makan paling rendah sebesar 33,24%. Sedangkan pada konsentrasi 7000 ppm, larva *P. xylostella* mengalami penurunan aktivitas makan paling tinggi sebesar 79,25%. Hasil ini menunjukkan bahwa dengan semakin tinggi konsentrasi yang diaplikasikan mampu menyebabkan aktivitas makan larva *P. xylostella* menjadi semakin menurun.

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

Aplikasi (ppm)	Penurunan Aktivitas Makan (%)			
	24 JSA	48 JSA	72 JSA	96 JSA
3000	6,70a	20,33a	30,61a	33,24a
4000	15,88b	18,04a	43,72ab	47,57ab
5000	19,68bc	25,27a	45,43ab	62,47bc
6000	25,01cd	32,80ab	57,80b	74,10bc
7000	32,21d	47,8b	58,99b	79,25c

Keterangan: - JSA: jam setelah aplikasi

- Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kebenaran 95%
- Data ditransformasi menggunakan transformasi Arcsin untuk keperluan analisis statistik

Adanya penurunan aktivitas makan pada larva *P. xylostella* diduga karena terganggunya sistem syaraf dan sistem metabolisme tubuh yang disebabkan oleh senyawa metabolit sekunder pada EDSW yang diaplikasikan pada pakan larva. Salah satunya adalah senyawa terpenoid yang merupakan senyawa bersifat penolak serangga (*repellent*), sehingga sering dimanfaatkan sebagai insektisida (Budianto dan Tukiran, 2012).

Dari hasil uji penghambatan makan ini, jika diukur dengan kriteria persentase penurunan aktivitas makan (Park *et al.*, 1997), dapat diketahui bahwa dengan konsentrasi 3000 ppm - 7000 ppm, aplikasi EDSW belum efektif untuk menurunkan aktivitas makan *P. xylostella*. Hal ini karena nilai penurunan aktivitas makan yang diperoleh belum mencapai lebih dari 80%, dan masih tergolong ke dalam kriteria sedang. Kriteria penurunan aktivitas makan ditunjukkan pada tabel berikut ini.

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.

4.2 Persentase Mortalitas Larva *P. xylostella*

Pengamatan persentase mortalitas *P. xylostella* pada uji bioaktivitas EDSW dilakukan setiap 24 jam selama 4 hari setelah aplikasi. Hasil analisis ragam terhadap persentase mortalitas *P. xylostella* menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi EDSW dengan metode pencelupan pakan berpengaruh nyata terhadap mortalitas *P. xylostella* (Tabel 3). Berdasarkan hasil yang diperoleh, EDSW mampu menimbulkan mortalitas larva *P. xylostella* sejak pengamatan hari pertama setelah aplikasi (24 JSA) dengan tingkat mortalitas menjadi semakin tinggi seiring bertambahnya konsentrasi EDSW yang diplikasikan. Hal ini menunjukkan bahwa EDSW memiliki kemampuan yang cepat dalam mematikan larva *P. xylostella*. Aktivitas larvisidal ditunjukkan oleh kandungan monoterpen pada ekstrak serai wangi yaitu sitronelal yang mempunyai sifat racun dehidrasi

(*desiccant*). Racun tersebut dapat mengakibatkan kematian karena kehilangan cairan terus-menerus. Serangga yang terkena racun ini akan mati karena kekurangan cairan (Setiawati *et al.*, 2008).

Tabel 5. Rata-rata persentase mortalitas *P. xylostella* setelah aplikasi

Konsentrasi (ppm)	Mortalitas (%)			
	24 JSA	48 JSA	72 JSA	96 JSA
3000	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
4000	2,50a	6,25ab	16,25ab	16,25ab
5000	7,50ab	13,75b	18,75b	20,00b
6000	18,75bc	43,75c	56,25c	56,25c
7000	25,00c	48,75c	57,50c	57,50c

Keterangan: - JSA: jam setelah aplikasi

- Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kebenaran 95%

- Data ditransformasi menggunakan transformasi $\text{Arcsin } \sqrt{x + 0,5}$ untuk keperluan analisis statistik

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa tingkat mortalitas *P. xylostella* menjadi semakin tinggi seiring dengan penambahan konsentrasi EDSW yang diaplikasikan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi EDSW pada berbagai konsentrasi memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap mortalitas *P. xylostella*. Dari hasil pengamatan selama 96 JSA, mortalitas tertinggi *P. xylostella* didapatkan pada konsentrasi EDSW 7000 ppm sebesar 57,50%, dan tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 6000 ppm. Sedangkan pada konsentrasi paling rendah 3000 ppm belum bisa menimbulkan kematian pada larva *P. xylostella*. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi EDSW 6000 ppm merupakan konsentrasi yang paling baik dalam mematikan larva *P. xylostella*.

Pada pengamatan 96 JSA, rata-rata semua perlakuan yang diujikan menunjukkan pengaruh mortalitas yang hampir sama dengan pengamatan sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa toksik yang terdapat dalam EDSW hanya efektif mematikan larva pada lama pemaparan 72 JSA. Diduga penggantian pakan setelah 48 JSA dengan pakan tanpa perlakuan mampu mempengaruhi daya hidup larva dengan cara menetralkan racun yang terdapat dalam tubuh larva. Dari keterangan di atas menunjukkan bahwa EDSW selain bersifat sebagai racun kontak juga bisa berperan sebagai racun perut. Menurut

Busvin (1971, dalam Dono *et al.*, 2010), perubahan kepekaan larva terhadap insentisida racun perut dapat disebabkan oleh peningkatan ketahanan pada dinding saluran pencernaan terhadap penetrasi insektisida, peningkatan kadar enzim, dan aktivitas enzim-enzim yang dapat mendektoksifikasi insektisida.

Gejala kematian larva *P. xylostella* yang mati akibat aplikasi EDSW dapat dilihat pada Gambar 7B. Larva yang mati setelah aplikasi memiliki ciri-ciri yaitu tubuh larva menjadi mengkerut dengan panjang tubuh ± 3 cm, mengering, dan warna tubuh berubah menjadi coklat kehitaman. Sedangkan larva normal (Gambar 7A) memiliki panjang tubuh ± 7 cm dan berwarna hijau muda. Gejala yang muncul ini, diduga karena senyawa aktif yang ada dalam serai wangi mampu menyebabkan keracunan dan terganggunya metabolisme tubuh sehingga aktivitas tubuh menjadi terhambat yang akhirnya berdampak pada kematian larva *P. xylostella*. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan Arivoli dan Tennyson (2013) yang mengujikan beberapa ekstrak tanaman terhadap larva *Spodoptera litura* bahwa perlakuan ekstrak tanaman mampu menyebabkan larva menjadi berukuran lebih kecil, terjadi kecacatan pada ukuran kepala, dan tubuh menjadi berwarna gelap kecoklatan.



Gambar 7. Larva *P. xylostella* normal (A) dan larva mati setelah aplikasi (B)

4.3 Pengaruh EDSW terhadap Pembentukan Pupa, Pembentukan Imago, dan Daya Reproduksi *P. xylostella*

Persentase pembentukan pupa dan pembentukan imago *P. xylostella* disajikan dalam Tabel 6. Larva *P. xylostella* yang tidak mati setelah diberi aplikasi EDSW dapat melanjutkan perkembangan hingga stadia pupa. Namun jika dibandingkan dengan pupa normal, pupa yang terbentuk setelah aplikasi

mengalami abnormalitas (Gambar 8). Pupa normal memiliki ukuran lebih panjang dan warnanya agak kecoklatan (Gambar 8A). Sedangkan pupa abnormal yang terbentuk setelah aplikasi EDSW memiliki ukuran yang lebih kecil dan warnanya menjadi menghitam (Gambar 8B). Hal ini menunjukkan bahwa sekalipun tidak menyebabkan kematian pada larva *P. xylostella*, kandungan yang ada pada EDSW mampu menyebabkan terjadinya abnormalitas pada pupa. Abnormalitas dapat disebabkan oleh adanya efek penghambatan metamorfosis oleh ekstrak tanaman, sehingga mengganggu aktivitas hormonal. Efek akhirnya akan mempengaruhi perkembangan serangga (Ghosh dan Ravindran, 2014).



Gambar 8. Pupa *P. xylostella* normal (A) dan pupa abnormal (B) setelah aplikasi

Tabel 6. Rata-rata persentase *P. xylstella* dari larva menjadi pupa dan pupa menjadi imago setelah aplikasi

Konsentrasi	Persentase (%)	
	Larva menjadi pupa	Pupa menjadi imago
3000	100b	95,00b
4000	98,44b	82,08ab
5000	98,44b	84,23ab
6000	91,99ab	55,00a
7000	85,28a	58,80a

Keterangan: - Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kebenaran 95%
 - Data ditransformasi menggunakan Arcsin untuk keperluan analisis statistik

Rata-rata persentase pembentukan larva menjadi pupa berkisar antara 85,28% - 100%. Persentase pembentukan pupa mencapai 100% pada konsentrasi EDSW 3000 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut belum

mampu menghambat pembentukan pupa *P. xylostella*. Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa pembentukan pupa terus menurun sampai pada konsentrasi 7000 ppm sebanyak 85,28% 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 serai wangi. Menurut Khater (2012), tanaman aromatik menghasilkan banyak senyawa yang bersifat ovisidal, larvisida, adultisida, dan *repellent* atau merubah aktivitas makan, pertumbuhan dan perkembangan, ecdysis (*molting*), dan perilaku selama kawin atau oviposisi.

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6, persentase pembentukan imago yang muncul paling banyak terdapat pada konsentrasi EDSW 3000 ppm sebesar 95% sedangkan yang terendah yaitu pada konsentrasi 6000 ppm sebesar 55% dan tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 7000 ppm sebesar 58,80%. Dari hasil ini menunjukkan bahwa dari beberapa konsentrasi yang diujikan, aplikasi EDSW konsentrasi 6000 ppm merupakan yang paling efektif dalam menekan pembentukan imago karena dengan penambahan konsentrasi tidak menimbulkan pengaruh yang berbeda nyata.

Hasil pengamatan secara visual pembentukan pupa dan imago *P. xylostella* setelah aplikasi EDSW disajikan dalam Gambar 9. Dari gambar dapat dilihat bahwa aplikasi EDSW terhadap *P. xylostella* mampu menyebabkan adanya malformasi pada imago. Jika dibandingkan dengan imago normal (Gambar 9A), imago abnormal yang terbentuk dari aplikasi EDSW memiliki sayap yang lebih pendek dan mengkerut, antena yang terbentuk tidak sempurna (Gambar 9B). Untung (2006, dalam Hasnah *et al.*, 2012) menyebutkan bahwa senyawa antibiosis berpengaruh buruk terhadap fisiologis serangga hama, baik bersifat sementara ataupun tetap. Gejala yang ditimbulkannya adalah kematian larva, pengurangan laju pertumbuhan, peningkatan mortalitas pupa, ketidakberhasilan imago keluar dari pupa, dan imago tidak normal.



Gambar 9. Imago *P. xylostella* normal (A) dan imago abnormal (B) setelah aplikasi

Larva *P. xylostella* yang berhasil menjadi imago mampu melakukan reproduksi dengan jumlah telur dan persentase penetasan telur yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata daya reproduksi per imago betina *P. xylostella* setelah aplikasi

Konsentrasi (ppm)	Jumlah telur yang diletakkan (butir)	Persentase Penetasan Telur (%)
0 (Kontrol)	59,67c	87,98c
3000	32,00b	80,29c
4000	26,00b	70,91bc
5000	27,33b	67,66bc
6000	21,33b	45,28ab
7000	12,00a	27,78a

Keterangan: - Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kebenaran 95%
 - Data jumlah telur yang diletakkan ditransformasi menggunakan log x, data penetasan telur ditransformasi menggunakan Arcsin untuk keperluan analisis statistik

Dari hasil analisis ragam terhadap jumlah telur yang diletakkan per imago betina *P. xylostella* (Tabel lampiran 11), dapat diketahui bahwa perbedaan konsentrasi EDSW memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap jumlah telur yang diletakkan. Jumlah telur paling yang banyak diletakkan terdapat pada kontrol yaitu 59,67 butir telur per betina, sedangkan pada konsentrasi 7000 ppm, rata-rata telur yang diletakkan hanya 12 butir telur per betina. 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 bahan aktif EDSW mempengaruhi fungsi sel neurosekretori yang bertanggung jawab terhadap perkembangan oosit dan mengganggu saluran ovarium dan alat peletakan telur pada serangga (ovipositor) sehingga dapat mempengaruhi oviposisi saat peletakan telur. Nathan (2013) menyebutkan bahwa komponen toksik selain mampu menyebabkan kematian juga mampu menurunkan kemampuan tumbuh serangga hama. *Made of action* dari senyawa fitokimia tumbuhan dapat mempengaruhi perkembangan serangga melalui repelensi, dan penghambatan makan atau menghambat oviposisi.

Rata – rata persentase penetasan telur *P. xylostella* berkisar antara 27,78% - 87,98%. Hasil analisis ragam (Tabel Lampiran 12) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antar aplikasi. Tabel 7 menunjukkan bahwa aplikasi yang paling baik dalam menghambat peletakan dan penetasan telur terdapat pada konsentrasi 7000 ppm dengan persentase penetasan telur sebesar 27,78%. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi EDSW dapat menghambat penetasan telur *P. xylostella*. Senyawa yang terdapat pada serai wangi seperti geraniol, sitral, dan sitronellal memiliki tingkat penghambatan penetasan telur antara 30 – 100% (Koul *et al.*, 2008).

Dari penjelasan di atas menunjukkan bahwa sekalipun aplikasi EDSW belum mampu menimbulkan kematian pada semua serangga uji, namun mampu menyebabkan daya reproduksi *P. xylostella* menjadi turun. Nilai penghambatan daya tetas telur yang mencapai 72,22% mengindikasikan bahwa EDSW dapat dijadikan alternatif dalam pengendalian hama *P. xylostella* melalui efek antibiosis yang terdapat di dalamnya. Menurut Packiam (2014), saat aktivitas makan larva menurun, bobot pupa juga akan menurun, akibatnya perkembangan oosit juga terganggu. Akibat oosit yang tidak sempurna dapat menyebabkan jumlah telur yang diletakkan imago betina menjadi lebih sedikit dibandingkan dengan imago normal. Peletakan telur dapat terjadi sebelum terjadi kopulasi menyebabkan telur menjadi infertil sehingga penetasan telurpun menjadi berkurang. Efek tersebut dapat disebabkan dari senyawa yang terkandung pada tumbuhan.

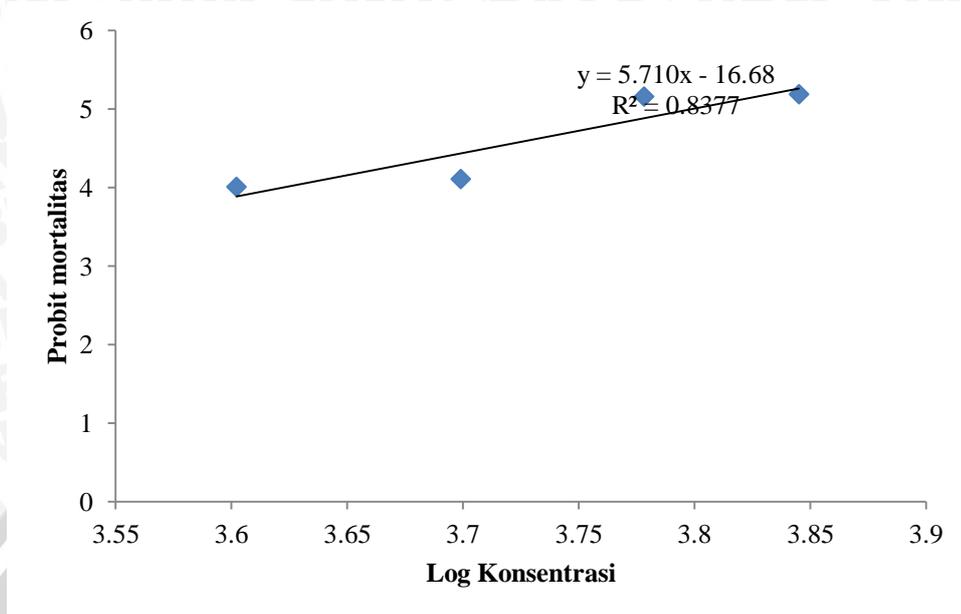
4.4 Konsentrasi Mematikan (LC₅₀) dan Waktu mematikan (LT₅₀) Larva *P. xylostella*

Uji LC₅₀ dan LT₅₀ digunakan untuk mengetahui level konsentrasi dan waktu yang efektif mematikan larva *P. xylostella* sebesar 50% dari seluruh larva yang diaplikasikan EDSW. Berdasarkan hasil analisis probit, pengujian EDSW menunjukkan bahwa untuk menyebabkan mortalitas larva sebesar 50% (LC₅₀) tercapai pada konsentrasi 6262,447 ppm. Sedangkan waktu yang dibutuhkan EDSW untuk menyebabkan mortalitas 50% (LT₅₀) larva *P. xylostella* tercapai pada 60,00 JSA. Untuk mengetahui estimasi nilai LC₅₀ dan LT₅₀ EDSW terhadap larva *P. xylostella* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Estimasi nilai LC₅₀ dan LT₅₀ EDSW terhadap larva *P. xylostella*

	Estimasi	Persamaan regresi
LC ₅₀ (ppm)	6262,447	$y = 5,710x - 16,680$
LT ₅₀ (jam)	60,00	$y = 2,356x + 1,487$

Dari persamaan regresi pada Tabel 8 menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi EDSW maka kematian larva *P. xylostella* juga tinggi. Persamaan regresi pada LC₅₀ menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi EDSW sebanyak 1000 ppm akan menyebabkan kematian larva *P. xylostella* sebesar 5,710%. Nilai koefisien regresi variabel konsentrasi (x) sebesar 5,710% menunjukkan bahwa tingkat kematian memiliki hubungan positif atau searah dengan garis regresi tersebut. Grafik regresi pengaruh EDSW terhadap mortalitas larva *P. xylostella* ditunjukkan pada Gambar 10.

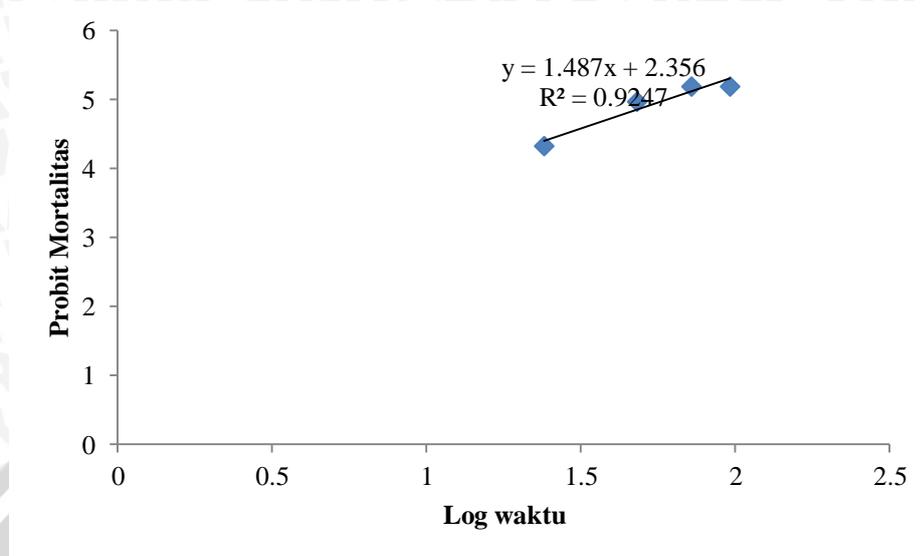


Gambar 10. Pengaruh konsentrasi terhadap kematian larva *P. xylostella*

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8377. Nilai ini menunjukkan bahwa tingkat kematian larva *P. xylostella* dipengaruhi oleh tingkat konsentrasi EDSW dan keduanya saling mempengaruhi sebesar 83,77%.

Nilai LC_{50} ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Isman *et al.*, (2010) yang mengaplikasikan minyak atsiri serai wangi (*Cymbopogon nardus*) terhadap *Tricholupsia ni* yang memberikan hasil LC_{50} sebesar 10,1 mg/ml. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak serai wangi lebih efektif digunakan untuk mengendalikan hama *P. xylostella* karena memiliki nilai LC_{50} yang lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai LC_{50} terhadap *Tricholupsia ni*.

Gambar 11 menunjukkan pengaruh waktu terhadap kematian larva *P. xylostella*. Pada gambar dapat diketahui nilai koefisien regresi pada rentang waktu 24-96 JSA (x) sebesar 2,356. Nilai tersebut memiliki makna, jika ada penambahan rentang waktu 24 jam setelah EDSW diaplikasikan, maka mortalitas larva *P. xylostella* mengalami peningkatan sebesar 2,356%. Koefisien bernilai positif, artinya terjadi hubungan positif antara rentang waktu setelah aplikasi dengan tingkat mortalitas larva *P. xylostella*. Semakin banyak rentang waktu setelah aplikasi akan meningkatkan mortalitas larva *P. xylostella*.



Gambar 11. Pengaruh waktu terhadap kematian larva *P. xylostella*

Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.9247 menunjukkan bahwa tingkat kematian larva *P. xylostella* dipengaruhi oleh tingkat konsentrasi EDSW dan keduanya saling mempengaruhi sebesar 92,47%. Hasil ini menunjukkan bahwa hubungan antara rentang waktu dengan tingkat mortalitas larva *P. xylostella* sangat kuat.

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa EDSW dapat dijadikan sebagai alternatif pengendalian hama *P. xylostella* karena dapat berperan sebagai racun perut yang mampu bersifat toksik terhadap larva *P. xylostella* dengan nilai LC_{50} terdapat pada konsentrasi 6262,447 ppm dan LT_{50} terdapat pada 60 JSA. Aplikasi EDSW dengan metode pencelupan pakan mampu menurunkan aktivitas makan larva *P. xylostella* hingga 79,25%, menghambat pembentukan pupa dan imago, serta mengganggu sistem reproduksi imago *P. xylostella* melalui penghambatan jumlah peletakan telur dan penghambatan tingkat penetasan telur mencapai 72,22%.

5.2 Saran

Dalam upaya pengendalian hama tanaman yang sesuai dengan konsep PHT, maka penelitian ini perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk mengkaji pengaruh lain dari ekstrak daun serai wangi terhadap hama *P. xylostella* seperti aktivitas penurunan laju konsumsi hama, laju pertumbuhan relatif, efek repellensi, dan persistensinya pada tanaman inang. Meskipun demikian, ekstrak daun serai wangi dapat digunakan dalam pengendalian hama *P. xylostella* sebagai tambahan dalam taktik PHT sayuran.

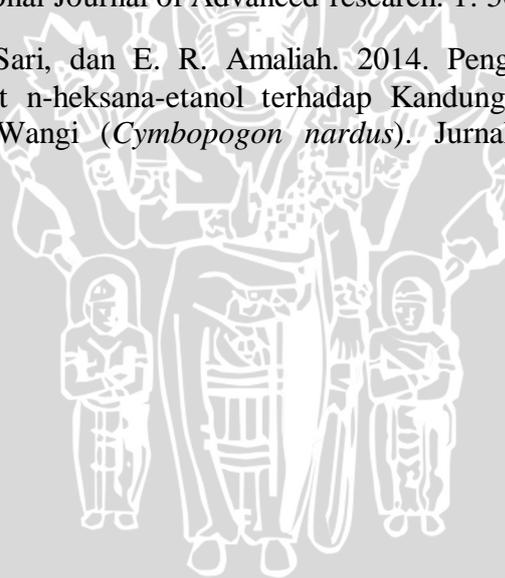
DAFTAR PUSTAKA

- Abbot W.S., 1987. A Method of Computing the Effectiveness of An Insecticide. Journal of The American Mosquito Control Association. 3: 302-307
- Arivoli S. dan S. Tennyson. 2013. Antifeedant Activity, Developmental Indices and Morphogenetic Variations Of Plant Extracts Against *Spodoptera litura* (Fab)(Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Entomology and Zoology Studies. 1: 87-96
- Burdock, G. A. 2009. Feranoli's Handbook of Flavor Ingredients, Sixth Edition. CRC Press. USA. p. 316.
- Borror, D. J., C. A. Triplehom, dan N. F. Johnson. 2005. An Introduction to the Study of Insect. Edisi ketujuh. Thomson Brooks/Cole. Australia, Canada, Singapura, Spain, United Kingdom, United States. pp. 570-608
- Bérubé, C. 2007. Island Crop Management. Canada and British Columbia. Diunduh dari [c779\(at\)frrenet.victoria.bc.ca](mailto:c779(at)frrenet.victoria.bc.ca). Diakses tanggal 13 Jan. 2015.
- Budianto dan Tukiran, F. 2012. Bioinsektisida dari Tumbuhan Bakau Merah (*Rhizophora stylosa*. Griff) (RHIZOPHORACEAE). Journal of Chemistry. UNESA. Surabaya 1: 24
- Capinera, J. L. 2012. Common name: diamondback moth, scientific name: *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Insecta: Lepidoptera: Plutellidae). University of Florida. Diunduh dari <http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures>. Diakses tanggal 13 Januari 2015.
- Dadang dan K. Ohsawa. 2000. Penghambatan Aktivitas Makan Larva *Plutella xylostella* (L).(Lepidoptera: Yponomeutidae) yang Diperlakukan Ekstrak Biji *Swietenia mahogani* Jacq. (Meliaceae). Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan. 12: 27-32
- Dono D., S. Ismayana, Idar, D. Prijono, dan I. Muslikha. 2010. Status Mekanisme Resistensi Biokimia *Crocidolomia pavonana* (F.)(Lepidoptera: Crambidae) terhadap Insektisida Organofosfat serta Kepekaannya terhadap Insektisida Botani Ekstrak Biji *Barringtonia asiatica*. Jurnal Entomologi Indonesia. 7: 9-27
- Feriyanto, Y. K., P. J. Sipahutar, Mahfud, dan P. Prihatini. 2013. Pengambilan Minyak Atsiri Daun dan Batang Serai Wangi (*Cymbopogon winteranus*) Menggunakan Metode Distilasi Uap dan Air dengan Pemanasan Microwave. Jurnal Teknik Pomits. 2: 2337-3539
- Ganjewala, D. 2009. Cymbopogon Essential Oil: Chemical Compositions and Bioactivities. International Journal of Essential Oil Therapeutics. 3: 56-65

- Ghosh S. dan R. Ravindran. 2014. Biopesticides for Control of Arthropods of Veterinary Importance. Progress in the Development of Plant. In: Singh D. (Ed) Advances in Plant Biopesticides India. pp. 207-215
- Hasnah, Husni, dan A. Fardhisa. 2012. Pengaruh Ekstrak Rimpang Jeringau (*Acorus calamus* L.) terhadap Mortalitas Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. Jurnal Floratek. 7:115-124
- Hasyim, A., W. Setiawati, R. Murtiningsih, dan E. Sofiari. 2010. Efikasi dan Persistensi Minyak Serai sebagai Biopestisida terhadap *Helicoverpa armigera* Hubn. (Lepidoptera: Noctuidae). Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung. 20: 377-386
- Hidayati, N. N., Yuliani, N. Kuswanti. 2013. Pengaruh Ekstraak Daun Suren dan Daun Mahoni terhadap mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Daun (*Plutella xylostella*) ada Taman Kubis. LenteraBio. Surabaya. 2: 95-99
- Hsin Chi. 1997. Probit Analysis . National Chung Hsing University. Taichung.
- Isman M. B., Z. Jiang ,Y. Akhtar, X. Zhang, dan R. Bradbury. 2010. Insecticidal and Feeding Deterrent Activities of Essensial Oils in the Cabbage Looper *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Applied Entomology 136: 191-202
- Kalshoven, L. G. E. 1981. The Pest of Crops In Indonesia Revised and Translated by D.A. Van der Laan, Unifrsity of Amsterdam. Ichtiar Baru. Jakarta. pp. 202-203
- Kardinan, A. 2005. Tanaman Penghasil Minyak Atsiri Komoditas Wangi Penuh Potensi. AgroMedia Pustaka. Jakarta. pp. 67-69
- Khater H. F. 2012. Ecosmart Biorational Insecticides: Alternative Insect Control Strategies. Insecticides-Advances in Integrated Pest Management, Dr. Farzana Parveen. Medical and Veterinary Parasitology, Faculty Veterinary Medicine, Benha University. Egypt. pp 21-24
- Koensoemardiyah. 2010. A to Z Minyak Atsiri Untuk Industri Makanan, Kosmetik, dan Aromaterapi. Penerbit Andi. Yogyakarta. pp. 16-17
- Koul O., S. Walia, dan G. S. Dhaliwal. 2008. Essential Oil as Green Pesticide: Potential and Constrains. Biopesticide International. India. 4: 63-84
- Knodel J. J. dan M. Ganehiarachchi. 2008. Diamond Back Moth in Canola. NDSU Extension Service. Diunduh dari <https://www.ag.ndsu.edu/> Diakses tanggal 14 Juli 2015.
- Leslie A. R. 1994. Handbook of integrated Pest Management for Turf and Ornamentals. CRC Press LLC. USA. pp. 17-24

- Ministry of Trade of The Republic of Indonesia. 2011. Indonesian Essential Oil: The Scents of Natural Life. Trade Policy Analysis and Development Agency. Ministry of Trade, Republic of Indonesia. pp. 7-13
- Nathan S. S. 2013. Physiological and biochemical effect of neem and other Meliaceae plants secondary metabolites agaaints Lepidopteran Insect. Journal of Front Fhsiol. 4:359
- Novizan. 2002. Membuat dan memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan. Penerbit PT AgroMedia Pustaka. Depok. pp. 22-23
- Nurmansyah. 2011. Efektifitas Serai Wangi terhadap hama Penghisap Buah Kakao *Helopeltis antonii*. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Solok. 22: 205-213
- Packiam S. M., K. Baskar, dan S. Ignacimuthu. 2014. Feeding Deterrent And Growth Inhibitory Activities Of PONNEEM, A Newly Developed Phytopesticidal Formulation Against *Helicoverpa armigera* (Hubner). Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 4: 323-328
- 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
- Pinheiro P. F., T. Vagner, M. R. Vando, V. C. Adilson, P. M. Tiago, dan P. Dirceu . 2013. Insecticidal Activity of Citronella Grass Essential Oil on *Frankliniella schultzei* and *Myzus persicae*. Ciénc. Agrotec. Lavras.37: 138-144
- Rao V. P. S. dan D. Pandey. 2006. Extraction of Essential Oil and Its Aplications. Departement of Chemical Engineering. National Institute of Technology Rourkela. Orissa.
- Rohimatun dan I. W. Laba. 2013. Efektifitas Serai Wangi dan Cengkeh terhadap Hama Pengisap Buah Lada *Dacus piperis* China. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Rempah. Bogor. 24: 26-34
- Samarasekara, R., K. S. Kalhari, dan I. S. Weerasinghe. 2006. Insecticidal activity of essential oil of Ceylon Cinnamomum and Cymbopogon species against *Musa domestica*. J. Essent Oil Research. 18: 352-354
- Schramm, L. L. dan D. G. Marangoni. 2000. Surfactant and Their Solution: Basic Principles. Cambridge University Press. United Kingdom. pp. 3-5
- Sebayang, E. P. P. 2011. Pengendalian Mutu Minyak Atsiri Sereh Wangi (*Citronella Oil*) di UKM Sari Murni Dusun Pabongan RT 01 RW 05 Desa Berjo Kec. Ngargoyoso Kab. Karanganyar. Tugas Akhir Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Setiawati, W., R. Murtiningsih, N. Gunaeni, dan T. Rubiati. 2008. Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati dan Cara Pembuatannya untuk Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura. Bandung. pp. 165-168
- Soenandar, M. dan R. H. Tjahjono. 2012. Membuat Pestisida Organik. PT. AgroMedia Pustaka. Jakarta. pp. 80-81
- Sukanto, M. Djazuli, dan D. Suheryadi. 2011. Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L.) sebagai Penghasil Minyak Atsiri, Tanaman Konservasi, dan Pakan Ternak. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Bogor. Dalam Prosiding Seminar Nasional Inovasi Perkebunan 2011.
- Tohir, A.M. 2010. Teknik Ekstraksi dan Aplikasi Beberapa Pestisida Nabati untuk Menurunkan Platabilitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabr.) di Laboratorium. Buletin Teknik Pertanian. Bogor. 15: 37-40
- Wany A., S. Jha, V. K. Nigam, and D. M. Pandey. 2013. Chemical Analysis and Therapeutic Uses of Citronella Oil from *Cymbopogon winterianus*: A Short Review. International Journal of Advanced research. 1: 504-521
- Yulvianti M., R. M. Sari, dan E. R. Amaliah. 2014. Pengaruh Perbandingan Campuran Pelarut n-heksana-etanol terhadap Kandungan Sitronelal Hasil Ekstraksi Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*). Jurnal Integrasi Proses. 5: 8-14





LAMPIRAN

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel lampiran 1. Analisis ragam mortalitas larva *P. xylostella* pada 24 JSA

Source	SS	df	MS	F	Sig.
Perlakuan	.074	4	.018	5.810	.008
Ulangan	.020	3	.007	2.075	.157
Error	.038	12	.003		
Total	.132	19			

Tabel lampiran 2. Analisis ragam mortalitas larva *P. xylostella* pada 48 JSA

Source	SS	df	MS	F	Sig.
Perlakuan	.294	4	.073	28.100	.000
Ulangan	.022	3	.007	2.774	.087
Error	.031	12	.003		
Total	.347	19			

Tabel lampiran 3. Analisis ragam mortalitas larva *P. xylostella* pada 72 JSA

Source	SS	df	MS	F	Sig.
Perlakuan	.388	4	.097	19.861	.000
Ulangan	.076	3	.025	5.164	.016
Error	.059	12	.005		
Total	.523	19			

Tabel lampiran 4. Analisis ragam mortalitas larva *P. xylostella* pada 96 JSA

Source	SS	df	MSSquare	F	Sig.
Perlakuan	.385	4	.096	18.858	.000
Ulangan	.073	3	.024	4.749	.021
Error	.061	12	.005		
Total	.519	19			

Tabel lampiran 5. Analisis ragam penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* pada 24 JSA

Source	SS	df	MS	F	Sig.
Perlakuan	.056	4	.014	16.843	.000
Ulangan	.057	3	.019	22.896	.000
Error	.010	12	.001		
Total	.124	19			

Tabel lampiran 6. Analisis ragam penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* pada 48 JSA

Source	SS	df	MS	F	Sig.
Perlakuan	.080	4	.020	5.733	.008
Ulangan	.060	3	.020	5.781	.011
Error	.042	12	.003		
Total	.182	19			

Tabel lampiran 7. Analisis ragam penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* pada 72 JSA

Source	SS	df	MS	F	Sig.
Perlakuan	.073	4	.018	5.280	.011
Ulangan	.100	3	.033	9.624	.002
Error	.042	12	.003		
Total	.215	19			

Tabel lampiran 8. Analisis ragam penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* pada 96 JSA

Source	SS	df	MS	F	Sig.
Perlakuan	.208	4	.052	4.571	.018
Ulangan	.003	3	.001	.079	.970
Error	.136	12	.011		
Total	.347	19			

Tabel lampiran 9. Analisis ragam larva *P. xylostella* yang menjadi pupa setelah aplikasi

Source	SS	df	MS	F	Sig.
Perlakuan	.494	4	.124	2.447	.103
Ulangan	.297	3	.099	1.959	.174
Error	.606	12	.051		
Total	1.397	19			

Tabel lampiran 10. Analisis ragam pupa *P. xylostella* yang menjadi imago setelah aplikasi

Source	SS	df	MS	F	Sig.
Perlakuan	1.886	4	.471	5.101	.012
Ulangan	.473	3	.158	1.705	.219
Error	1.109	12	.092		
Total	3.468	19			

Tabel lampiran 11. Analisis ragam jumlah telur yang diletakkan per imago betina *P. xylostella* setelah aplikasi

Source	SS	df	MS	F	Sig.
Perlakuan	.774	5	.155	10.409	.001
Ulangan	.139	2	.070	4.685	.037
Error	.149	10	.015		
Total	1.062	17			

Tabel lampiran 12. Analisis ragam jumlah telur per imago betina *P. xylostella* yang menetas setelah aplikasi

Source	SS	df	MS	F	Sig.
Perlakuan	.326	5	.065	4.685	.018
Ulangan	.025	2	.012	.882	.444
Error	.139	10	.014		
Total	.490	17			

Tabel ampiran 13. Perhitungan Nilai LC₅₀ dan LT₅₀

Perhitungan LC ₅₀	Perhitungan LT ₅₀
Persamaan regresi: y = 5,710x - 16,68	Persamaan regresi: y = 1,487x + 2,356
5 = 5,710x - 16,68	5 = 1,487x + 2,356
21,68 = 5,710x	2,644 = 1,487x
x = 21,68/5,710	x = 2,644/1,487
x = 3,7967	x = 1,779
Log X = 3,7967	Log X = 1,779
X = 6262,4475	X = 59,99 ~ 60,00