

**UJI BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAUN PEPAYA TERHADAP
Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Plutellidae) PADA
TANAMAN KUBIS**

**OLEH :
BRAINAWAN ADHARRU AGBA**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

**UJI BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAUN PEPAYA TERHADAP
Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Plutellidae) PADA
TANAMAN KUBIS**

OLEH :
BRAINAWAN ADHARRU AGBA
115040201111126

**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
2018**



*Skripsi ini kupersembahkan untuk Kedua Orang Tuaku tercinta
dan Kakakku tersayang*



Allah mengangkat orang-orang beriman di antara kamu dan juga orang-orang yang dikaruniai ilmu pengetahuan hingga beberapa derajat (Q. S. Al-Mujadalah: 11)

Engkau tak dapat meraih ilmu kecuali dengan enam hal yaitu cerdas, selalu ingin tahu, tabah, punya bekal dalam menuntut ilmu, bimbingan dari guru dan dalam waktu yang lama
(Ali bin Abi Thalib)

Dengan kecerdasan jiwalah manusia menuju arah kesejahteraan (Ki Hajar Dewantara)

Ilmu pengetahuan tanpa agama lumpuh, agama tanpa ilmu pengetahuan buta (Albert Einstein)

Ilmu pengetahuan itu tidak akan memberikan sebagian dirinya kepadamu sampai engkau memberikan seluruh dirimu kepadanya (Anonim)

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 ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang,

Brainawan Adharru Agba



RINGKASAN

Brainawan Adharru Agba. 115040201111126. Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Pepaya terhadap *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) pada Tanaman Kubis. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Toto Himawan, SU sebagai Dosen Pembimbing Utama dan Rina Rachmawati, SP., MP., MEng. sebagai Dosen Pembimbing Pendamping.

Hama ulat kubis (*Plutella xylostella* L.) (Lepidoptera: Plutellidae) adalah hama utama yang sangat merusak tanaman dari famili Brassicaceae, terutama kubis, sawi, dan caisin di Indonesia. Pada umumnya, petani di Indonesia melakukan pengendalian hama ini dengan menggunakan pestisida sintetik. Pengendalian hama ini perlu dilakukan dengan alternatif lain, salah satunya adalah dengan menggunakan pestisida nabati yang berasal dari berbagai ekstrak tanaman. Salah satu bahan tanaman yang dapat dijadikan pestisida nabati adalah daun pepaya. Daun pepaya ini dapat digunakan sebagai pestisida nabati karena memiliki potensi yang besar apabila dimanfaatkan sebagai pengendalian hama tanaman. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji bioaktivitas ekstrak daun pepaya sebagai pestisida nabati dan dapat digunakan untuk mengendalikan hama *P. xylostella*.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Toksikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dan UPT Pengembangan Usaha dan Agropreneur Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya di Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Maret 2018 sampai dengan bulan Mei 2018. Penelitian ini terdiri dari 5 perlakuan termasuk kontrol dengan 4 ulangan, sehingga terdapat 20 unit percobaan. Konsentrasi yang digunakan yaitu 0 ppm (Kontrol), 10.000 ppm, 50.000 ppm, 100.000 ppm, dan 200.000 ppm. Teknik ekstraksi menggunakan metode maserasi dan larva *P. xylostella* diperoleh dari hasil perbanyakan sendiri. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA pada Microsoft Excel. Apabila terdapat perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji lanjutan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Besarnya mortalitas larva dihitung dengan menggunakan analisis Probit program Hsin Chi (1997) untuk mengetahui Median *Lethal Concentration* (LC_{50}) dan Median *Lethal Time* (LT_{50}).

Hasil penelitian, menunjukkan bahwa ekstrak daun pepaya dapat dijadikan sebagai insektisida nabati dalam mengendalikan hama *P. xylostella* karena bersifat toksik terhadap larva *P. xylostella* dengan persentase mortalitas mencapai 77,50% dan nilai LC_{50} tercapai pada konsentrasi 60.445,92 ppm dan LT_{50} paling efektif terdapat pada konsentrasi 200.000 ppm dengan rentang waktu 63,95 JSA. Aplikasi ekstrak daun pepaya dengan metode celup pakan juga mampu menurunkan aktivitas makan larva *P. xylostella* hingga mencapai 65,93% pada 72 JSA. Ekstrak daun pepaya juga dapat menghambat pembentukan pupa dan imago serta menyebabkan imago *P. xylostella* tidak dapat menghasilkan telur.

SUMMARY

Brainawan Adharru Agba. 115040201111126. Bioactivity Test of Papaya Leaf Extract to *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) on Cabbage. Supervised by Dr. Ir. Toto Himawan, SU and Rina Rachmawati, SP., MP., MEng.

Diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) (Lepidoptera: Plutellidae) is a main pest causing severe damage to Brassicaceae, especially cabbage, mustard and caisin in Indonesia. The farmers usually control the pests using synthetic pesticide. Pest control using botanical pesticide is safe alternative to pest control diamondback moth. Papaya leaf can be used as botanical pesticide, because papaya leaf have a potential to control diamondback moth. The purpose of the research is to test bioactivity of papaya leaf extract as a botanical pesticide and can be used to pest control *P. xylostella*.

This research was conducted at Toxicology Laboratory, Department of Plant Pest and Diseases, Faculty of Agriculture, Brawijaya University and UPT Business Development and Agropreneur, Faculty of Agriculture, Brawijaya University, at Kasembon Sub-District, Malang on March until May 2018. The research consisted of 5 concentration treatments (include control) and 4 repetition, concentration consists of 0 ppm (Control), 10.000 ppm, 50.000 ppm, 100.000 ppm, and 200.000 ppm. The technique of extraction were using maceration method. Larva were obtained from rearing method and each treatment consisted of 20 larva *P. xylostella*. Data analysis were using ANOVA on Microsoft Excel and LSD Test ($p < 0,05$). The value LC_{50} and LT_{50} were estimated using Probit analysis program Hsin Chi (1997).

The results of research showed that application of papaya leaf extract affected larva mortality of *P. xylostella* up to 77,50%. In the LC_{50} value of this extract was 60.445,92 ppm and LT_{50} value most effective on concentration 200.000 ppm on 63,95 hours. Application of this extract reduced feeding activity larva *P. xylostella* up to 65,93% was 72 hours, reduced number of pupa and adult, and causes adult *P. xylostella* can't produce eggs.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Pepaya terhadap *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) pada Tanaman Kubis**” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Ir. Toto Himawan, SU dan Rina Rachmawati, SP., MP., MEng. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar mengarahkan, membimbing, serta memberikan masukan dan solusi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS dan Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran sehingga skripsi ini bisa lebih baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ketua Jurusan HPT, Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. dan seluruh dosen Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas ilmu-ilmu, doa dan arahan yang diberikan, serta kepada karyawan Jurusan HPT, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang diberikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Kepala UPT Pengembangan Usaha dan Agropreneur, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU dan PLP Catur Prabowo Widodo, A. Md., ST. atas fasilitas, bantuan serta dukungan selama melaksanakan penelitian di UPT Pengembangan Usaha dan Agropreneur, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada keluarga tercinta, yang selalu memberikan kasih sayang, perhatian, doa, serta dorongan moral, semangat maupun materil yang tak terhingga dan juga teman-teman Jurusan HPT angkatan 2011, atas segala bantuan, dukungan, semangat dan kebersamaan dalam suka maupun duka selama ini.

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

Malang, Agustus 2018

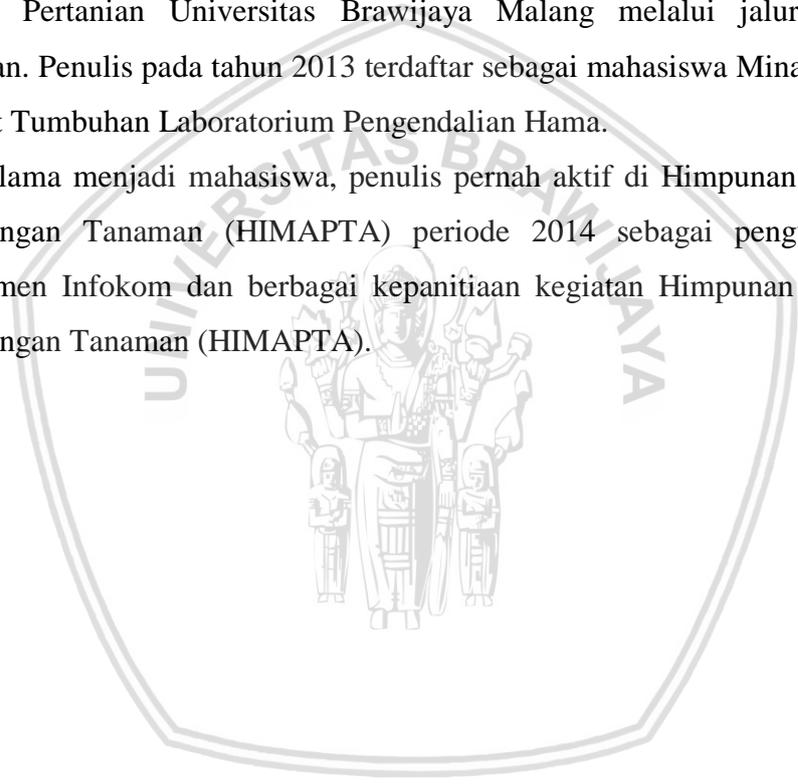
Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Blitar pada tanggal 30 Mei 1993 sebagai anak kedua dari dua bersaudara dari Bapak Drs. Agus Sjaifuddin dan Ibu Dra. Siti Badriyah.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDS Pawyatan Daha 1 Kediri pada tahun 1999 sampai tahun 2005, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 3 Kediri pada tahun 2005 dan lulus pada tahun 2008. Pada tahun 2008, penulis melanjutkan ke SMAN 8 Kediri dan lulus pada tahun 2011, kemudian pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata Satu (S1) Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur SNMPTN Undangan. Penulis pada tahun 2013 terdaftar sebagai mahasiswa Minat Hama dan Penyakit Tumbuhan Laboratorium Pengendalian Hama.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif di Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman (HIMAPTA) periode 2014 sebagai pengurus harian Departemen Infokom dan berbagai kepanitiaan kegiatan Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman (HIMAPTA).



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
RINGKASAN	iv
SUMMARY	v
KATA PENGANTAR	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
I. PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	2
Hipotesis Penelitian	2
Manfaat Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
Bioekologi <i>P. xylostella</i> L.....	3
Gejala, Kerusakan, dan Pengendalian <i>P. xylostella</i> L.....	4
Pestisida Nabati.....	5
Kandungan Kimia Daun Pepaya	6
III. METODE PENELITIAN	
Tempat dan Waktu Penelitian.....	9
Alat dan Bahan.....	9
Metodologi.....	9
Pelaksanaan Penelitian.....	10
Pengujian terhadap Serangga Uji.....	11
Analisa Data.....	13
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
Aktivitas EDP terhadap Mortalitas Larva <i>P. xylostella</i> L.....	14
Aktivitas EDP terhadap Penurunan Makan Larva <i>P. xylostella</i> L.	16
Aktivitas EDP terhadap Pembentukan Pupa, Pembentukan Imago, dan Daya Reproduksi <i>P. xylostella</i> L.....	17
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	21
Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
DAFTAR LAMPIRAN	26

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Pemeriksaan Kimia dari Daun Pepaya	8
2.	Kandungan Biokimia Daun Pepaya	8
3.	Konsentrasi yang digunakan dalam penelitian.....	9
4.	Kriteria penurunan aktivitas makan	12
5.	Mortalitas dan persentase mortalitas larva <i>P. xylostella</i>	15
6.	Estimasi nilai LC ₅₀ EDP terhadap larva <i>P. xylostella</i>	15
7.	Estimasi nilai LT ₅₀ EDP terhadap larva <i>P. xylostella</i>	15
8.	Rata-rata persentase penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> setelah aplikasi.....	17
9.	Rata-rata persentase pembentukan larva <i>P. xylostella</i> menjadi pupa	18
10.	Rata-rata persentase pembentukan pupa <i>P. xylostella</i> menjadi imago	19

Nomor	Lampiran	Halaman
1.	Analisis ragam mortalitas larva <i>P. xylostella</i>	27
2.	Analisis ragam penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i>	27
3.	Analisis ragam rata-rata persentase pembentukan larva <i>P. xylostella</i> menjadi pupa	27
4.	Analisis ragam rata-rata persentase pembentukan pupa <i>P. xylostella</i> menjadi imago	27
5.	Perhitungan kadar air daun pepaya	28

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Larva <i>P. xylostella</i>	3
2.	Imago <i>P. xylostella</i>	4
3.	Kerusakan akibat serangan <i>P. xylostella</i>).....	4
4.	Larva <i>P. xylostella</i> instar 3 setelah aplikasi ekstrak daun pepaya.....	14
5.	Pengaruh konsentrasi terhadap mortalitas larva <i>P. xylostella</i>	16
6.	Pupa <i>P. xylostella</i> setelah aplikasi ekstrak daun pepaya.....	18
7.	Imago <i>P. xylostella</i> setelah aplikasi ekstrak daun pepaya.....	20

Nomor	Lampiran	Halaman
1.	Tanaman kubis berumur + 6 minggu yang digunakan sebagai pakan larva <i>P. xylostella</i>	29
2.	Perbanyakan (Rearing) serangga <i>P. xylostella</i> di UPT PUA di Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang.	29
3.	Proses pembuatan ekstrak daun pepaya..	30
4.	Metode aplikasi ekstrak daun pepaya dengan celup pakan berupa daun kubis.....	30
5.	Ekstrak daun pepaya.....	30

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Hama ulat kubis (*Plutella xylostella* L.) (Lepidoptera: Plutellidae) adalah hama utama yang sangat merusak tanaman dari famili Brassicaceae, terutama kubis, sawi, dan caisin di Indonesia (Kartosuwondo, 1994; Winasa dan Herlinda, 2003). Di Indonesia preferensi dan perkembangan *P. xylostella* terhadap berbagai jenis tumbuhan inang bervariasi (Kartosuwondo dan Sunjaya, 1990) bergantung pada kuantitas maupun kualitas senyawa kimia primer dan sekunder pada tumbuhan inang. Senyawa primer mengandung nutrisi, sedangkan senyawa sekunder bekerja sebagai perangsang makan dan tidak memiliki nilai nutrisi bagi serangga. Dari hasil survei yang dilakukan di Jawa Barat dan Sumatera Selatan ditemukan bahwa *P. xylostella* menyerang jenis tumbuhan, antara lain kanola (*B. campestris oleifera*), sawi tanah atau sawi lemah (*Nasturtium indicum*), kardamin (*Cardamine hirsuta*), caisin (*B. alba*) dan sawi jabung (*B. juncea*) (Winasa dan Herlinda, 2003). Di daerah dataran tinggi Sumatera Selatan, kerusakan oleh hama ini mencapai 22% pada sawi (Herlinda, 2004), sedangkan di dataran rendah kerusakan pada caisin mencapai 38% sehingga hasil panen tidak laku dijual (Herlinda, 2003).

Pada umumnya, petani di Indonesia melakukan pengendalian hama ini dengan menggunakan pestisida sintetis dengan asumsi bahwa pestisida sintetis lebih efektif dan ampuh dalam mengendalikan hama *P. xylostella*. Pestisida sintetis dapat berdampak negatif bagi kehidupan makhluk hidup dan lingkungan sekitar karena pestisida sintetis dapat menimbulkan residu dan mengakibatkan terjadinya pencemaran baik pada tanah, air maupun udara (Lubis, 2002). Oleh karena itu, pengendalian hama ini perlu dilakukan dengan alternatif lain, salah satunya adalah dengan menggunakan pestisida nabati yang berasal dari berbagai ekstrak tanaman. Bagian tanaman yang digunakan bisa berupa daun, akar maupun batang.

Beberapa tanaman dapat dijadikan ekstrak sebagai bahan pestisida nabati, salah satu bahan tanaman yang dapat dijadikan pestisida nabati adalah daun pepaya. Kandungan yang terdapat pada daun pepaya adalah enzim papain, saponin, flavonoid, dan tanin (Priyono, 2007). Ekstrak daun pepaya dapat digunakan sebagai insektisida nabati yang efektif untuk mengendalikan hama ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada tanaman cabai (Ningrum *et al.*, 2015). Selain itu, ekstrak daun pepaya

juga dapat digunakan dalam mengendalikan pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Tuntun, 2016).

Daun pepaya bisa didapatkan dengan mudah pada pertanaman pepaya disekitar kita. Di sisi lain, ekstrak daun pepaya memiliki potensi yang besar apabila dimanfaatkan sebagai pengendalian hama tanaman. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun pepaya terhadap hama *P. xylostella*. agar dapat dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat sebagai pestisida nabati.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

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

Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah :

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

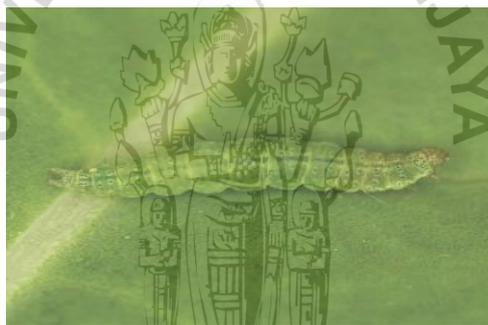
Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi tentang penggunaan tanaman yang efektif sebagai pestisida nabati dalam mengendalikan hama *P. xylostella*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bioekologi *P. xylostella* L.

Telur *P. xylostella* 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. Imago betina dapat menyimpan 250 sampai 300 telur, tetapi rata-rata total produksi telur sekitar 150 telur (Capinera, 2000). Pada fase larva, *P. Xylostella* memiliki empat instar dan setiap instar memiliki waktu sekitar 4 hari, tetapi tahap larva dapat berkisar dari 10-21 hari tergantung pada suhu dan ketersediaan makanan. Sepanjang perkembangan mereka, larva cukup kecil dan aktif. Siklus hidup larva berlangsung 10-14 hari dan membentuk kokon pada daun atau tangkai untuk membentuk pupa (Gambar 3), biasanya terbentuk pada daun yang lebih rendah atau luar. (Knodel, 2016).



Gambar 1. Larva *P. xylostella* (Council, 2017)

Pada kembang kol dan brokoli, pembentukan pupa dapat terjadi dikuntum. Panjang pupa yang kekuningan adalah 7-9 mm. Lama umur pupa sekitar 5-15 hari (Knodel, 2016). Imago memiliki panjang sekitar 8 mm dan berwarna cokelat keabu-abuan. Mereka memiliki pola “berlian” pada punggung mereka yang lebih nyata pada pejuantannya sehingga hama ini disebut *Diamondback moth*. Imago memakan sari bunga. Mereka merupakan penerbang yang lemah dan sering terlihat pada waktu senja. Imago betina menghasilkan feromon, bau, yang membuat pejuantannya tertarik (Kementerian Pertanian, 2010).



Gambar 2. Imago *P. xylostella* (Council, 2017)

Gejala, Kerusakan, dan Pengendalian *P. xylostella* L.

Hama *P. xylostella* dapat menyerang tanaman mulai dari proses pembibitan sampai dengan saat panen. Serangga *P. xylostella* merusak tanaman pada stadium larva. Larva yang baru menetas akan merayap ke permukaan daun dan melubangi epidermis. Pada umumnya larva memakan permukaan daun bagian bawah, sehingga tinggal tulang-tulang daun dan epidermis daun bagian atas. Jika jumlah larva relatif banyak dapat menghabiskan tanaman kubis yang berumur satu bulan dalam waktu 3 – 5 hari. Umumnya larva menyerang tanaman muda, tetapi kadang-kadang dapat pula merusak tanaman yang sedang membentuk bunga (Rukmana, 1994).

Pada saat ini pengendalian hama *P. xylostella* di Indonesia masih ditujukan pada pengendalian secara kimia saja (Sembel, 2010). Serangan hama ini sangat cepat sehingga dalam waktu beberapa hari saja tanaman yang diserang sudah menjadi rusak (Surachman dan Widada, 2007).



Gambar 3. Kerusakan akibat serangan *P. xylostella* (Nunilahwati, 2013)

Pestisida Nabati

Pestisida nabati merupakan pestisida alami yang bahannya diambil langsung dari tanaman (Untung, 2006). Bahan aktif pestisida nabati merupakan 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. Lebih dari 1500 jenis tumbuhan dari berbagai penjuru dunia diketahui dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Di Indonesia, terdapat 50 famili tumbuhan penghasil racun. Famili tumbuhan yang dianggap merupakan sumber potensial pestisida nabati antara lain Meliaceae, Annonaceae, Asteraceae, Piperaceae dan Rutaceae. Selain bersifat sebagai pestisida, jenis-jenis tumbuhan tersebut juga memiliki sifat sebagai fungisida, nematisida, bakterisida, mitisida maupun rodentisida. Pestisida nabati dapat berfungsi sebagai: (1) penghambat nafsu makan (*antifeedant*); (2) penolak (*repellent*); (3) penarik (*atractant*); (4) menghambat perkembangan; (5) menurunkan keperidian; (6) pengaruh langsung sebagai racun dan (7) mencegah peletakkan telur (Setiawati *et al.*, 2008).

Pestisida nabati juga memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari pestisida nabati adalah: (1) Degradasi atau penguraian yang cepat oleh sinar matahari; (2) Memiliki pengaruh yang cepat, yaitu menghentikan nafsu makan serangga walaupun jarang menyebabkan kematian; (3) Toksisitasnya umumnya rendah terhadap hewan dan relatif lebih aman pada manusia dan lingkungan; (4) Memiliki spektrum pengendalian yang luas (racun lambung dan syaraf); (5) Dapat diandalkan untuk mengatasi OPT (Organisme Pengganggu Tumbuhan) yang telah kebal pada pestisida sintetik; (6) Phitotoksitas rendah, yaitu tidak meracuni dan merusak tanaman dan (7) Murah dan mudah dibuat oleh petani. Sedangkan kekurangan dari pestisida nabati adalah: (1) Cepat terurai dan kerjanya relatif lambat sehingga aplikasinya harus lebih sering; (2) Daya racunnya rendah (tidak langsung mematikan serangga); (3) Produksinya belum dapat dilakukan dalam jumlah besar karena keterbatasan bahan baku; (4) Kurang praktis dan (5) Tidak tahan disimpan (Sinaga, 2009).

Cara kerja suatu pestisida nabati dalam tubuh serangga dikenal sebagai *mode of action* dan cara masuk atau *mode of entry*. *Mode of action* adalah cara pestisida

nabati memberikan pengaruh melalui titik tangkap didalam tubuh serangga. Titik tangkap pada serangga biasanya berupa enzim atau protein. Cara kerja pestisida nabati yang digunakan dalam pengendalian hama terbagi lima kelompok yaitu mempengaruhi sistem saraf, menghambat produksi energi, mempengaruhi sistem endokrin, menghambat produksi kutikula, dan menghambat keseimbangan air. *Mode of entry* adalah cara pestisida nabati masuk kedalam tubuh serangga, dapat melalui kutikula (racun kontak), alat pencernaan (racun perut), atau lubang pernafasan (racun pernafasan) (Safirah *et al.*, 2016).

Pada pengujian pestisida nabati dapat menggunakan metode ilmiah atau metode sederhana. Pada dasarnya pengujian pestisida nabati dengan metode sederhana dapat dikelompokkan menjadi: (1) metode residu daun; (2) pengujian efek kontak; (3) metode pencampuran makanan dan (4) pengujian efek sistemik. Pengujian toksisitas pestisida nabati sudah ditentukan dengan toksisitas relatif pestisida yaitu dengan menggunakan konsentrasi *Letal Concentration* (LC₅₀). Nilai LC₅₀ adalah konsentrasi pestisida nabati yang diperlukan untuk mematikan 50% dari serangga uji dalam kondisi percobaan yang ditetapkan (Safirah *et al.*, 2016).

Pengujian tingkat toksisitas terhadap serangga uji dilakukan dengan memberikan melalui makanan (oral), aplikasi kulit (dermal), dan melalui pernafasan (respiratori dan inhalasi). Semakin rendah nilai LC₅₀ maka semakin tinggi toksisitas insektisida tersebut. Efek toksisitas biasanya tercapai bila suatu rangsangan mencapai suatu nilai tertentu sehingga timbul mekanisme biologis yang nyata. Pengujian senyawa toksisitas dibagi menjadi dua golongan yaitu uji toksisitas umum, dan uji toksisitas khusus (Safirah *et al.*, 2016).

Kandungan Kimia Daun Pepaya

Tanaman pepaya merupakan tanaman perdu yang berbatang tegak dan basah. Hampir semua bagian tanaman pepaya dapat dimanfaatkan, seperti daun, batang, buah dan akarnya. Tanaman pepaya juga merupakan salah satu tanaman yang digunakan dalam pengobatan tradisional karena daunnya mengandung enzim *papain*. Daun pepaya juga mengandung senyawa-senyawa kimia yang bersifat antiseptik, antiinflamasi, antifungal, dan antibakteri. Selain itu daun pepaya mengandung zat aktif, seperti *alkaloid carpaine*, asam-asam organik seperti *lauric acid*, *caffeic acid*, *gentisic acid*, dan *ascorbic acid*, serta terdapat juga *β-sitosterol*,

flavonoid, saponin, tannin, dan polifenol (Tuntun, 2016). Senyawa alkaloid dari daun pepaya dapat menghambat pertumbuhan sel mieloma pada mencit (Sukadirman *et al.*, 2006) dan daun pepaya juga digunakan sebagai insektisida nabati terhadap perkembangan *Sitophilus zeamais* (Setiawati, 2009).

Dari beberapa kandungan yang ada pada daun pepaya, beberapa senyawa berpotensi sebagai larvasida yang dimungkinkan dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati (Priyono, 2007), yaitu :

1. Enzim *Papain*, merupakan enzim proteolitik yang berperan dalam pemecahan jaringan ikat. Senyawa *papain* juga bekerja sebagai racun perut yang akan masuk melalui alat mulut pada serangga kemudian cairan tersebut masuk lewat kerongkongan serangga dan selanjutnya masuk saluran pencernaan sehingga akan menyebabkan aktivitas makan serangga akan terganggu. Walaupun dalam dosis yang rendah apabila enzim *papain* masuk ke dalam tubuh larva akan menimbulkan reaksi kimia dalam proses metabolisme tubuh yang dapat menyebabkan terhambatnya hormon pertumbuhan sehingga dapat menyebabkan ketidakmampuan larva untuk tumbuh bahkan menyebabkan kematian pada larva (Rabbani, 2015).
2. Saponin, merupakan senyawa terpenoid yang memiliki aktivitas mengikat sterol bebas dalam sistem pencernaan, sehingga dengan menurunnya jumlah sterol bebas akan mempengaruhi proses pergantian kulit pada serangga. Saponin terdapat pada seluruh bagian tanaman pepaya seperti akar, daun, batang dan bunga. Senyawa aktif pada saponin mampu membentuk busa jika dikocok dengan air dan menghasilkan rasa pahit yang dapat menurunkan tegangan permukaan sehingga dapat merusak membran sel serangga (Mulyana, 2002).
3. Flavonoid, merupakan salah satu senyawa yang bersifat racun yang terkandung di dalam daun pepaya. Beberapa sifat khas flavonoid yaitu memiliki bau yang sangat tajam, rasanya yang pahit, dapat larut dalam air dan juga mudah terurai pada temperatur tinggi. Flavonoid merupakan senyawa yang dapat bersifat menghambat makan serangga. Flavonoid memiliki peran sebagai pengatur kerja antimikroba dan antivirus. Flavonoid berfungsi sebagai inhibitor pernafasan sehingga menghambat sistem pernafasan dan bisa mengakibatkan kematian (Rabbani, 2015).

4. Tanin, merupakan salah satu senyawa yang termasuk ke dalam golongan polifenol yang terdapat dalam tanaman pepaya. Mekanisme kerja senyawa tanin adalah dengan mengaktifkan sistem lisis sel karena aktifnya enzim proteolitik pada sel tubuh serangga yang terpapar tanin. Senyawa kompleks yang dihasilkan dari interaksi tanin dengan protein tersebut bersifat racun atau toksik yang dapat berperan dalam menghambat pertumbuhan dan mengurangi nafsu makan serangga melalui penghambatan aktivitas enzim pencernaan. Tanin mempunyai rasa yang pahit dan pada umumnya tumbuhan yang mengandung tanin dihindari oleh hewan pemakan tumbuhan karena rasanya yang pahit. Salah satu fungsi tanin dalam tumbuhan adalah sebagai penolak hewan herbivor dan sebagai pertahanan diri bagi tumbuhan itu sendiri (Harborne, 1987).

Tabel 1. Pemeriksaan Kimia dari Daun Pepaya

Konstitusi	Bioassay		
	Daun Hijau	Daun Kuning	Daun Coklat
Saponin	+	+	+
Tannin	-	-	-
Cardiac glycoside	+	+	+
Alkaloid	+	+	+

Sumber : Ayoola dan Adeyeye, 2010

Tabel 2. Kandungan Biokimia Daun Pepaya

Bahan Aktif	Kandungan (ppm)
Alkaloid	1300 – 4000
Flavonoid	0 – 2000
Tannin	5000 – 6000
Dehydrocarpaine	1000
Pseudocarpaine	100

Sumber : Cornell, 2009

III. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Toksikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dan UPT Pengembangan Usaha dan Agropreneur Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya di Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Maret 2018 sampai dengan bulan Mei 2018.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan meliputi *orbital shaker*, *rotary evaporator*, pipet, gelas ukur, cawan petri, tabung reaksi, tabung erlenmeyer 250 ml, timbangan, kuas, kain kasa, grinder, corong, kertas saring kasar, kertas putih, kertas label, aluminium foil, *Polybag* untuk tanam kubis, sangkar perkawinan kasa ukuran 40x40x40 cm, toples plastik dan kamera digital.

Bahan-bahan yang digunakan meliputi tanaman kubis, tanah, kompos, larva *Plutella xylostella instar 3*, daun pepaya, aquades, alkohol 50% dan alkohol 80%.

Metodologi

Penelitian ini terdiri dari 5 perlakuan termasuk kontrol dengan 4 ulangan, sehingga terdapat 20 unit percobaan. Penelitian ini menggunakan metode seri, yaitu dengan cara bertahap pada setiap kelompok percobaannya. Untuk menentukan konsentrasi, penelitian ini mengacu pada penelitian dengan bahan yang sama yaitu ekstrak daun pepaya (EDP) pada konsentrasi 0 ppm (kontrol), 125 ppm, 250 ppm, 500 ppm, dan 1000 ppm (Ningsi *et al.*, 2016). Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Konsentrasi yang digunakan dalam penelitian

Konsentrasi	Perlakuan
0 ppm (Kontrol)	Aquades 100 ml
10.000 ppm	1 ml Ekstrak + 99 ml Aquades
50.000 ppm	5 ml Ekstrak + 95 ml Aquades
100.000 ppm	10 ml Ekstrak + 90 ml Aquades
200.000 ppm	20 ml Ekstrak + 80 ml Aquades

Pelaksanaan Penelitian

Penanaman Tanaman Kubis

Tanaman kubis digunakan untuk perbanyak larva *P. xylostella* yang diperlukan dalam pengujian daya racun ekstrak daun pepaya. Tanaman kubis yang digunakan dengan umur bibit 2-3 minggu dipindah tanam ke *polybag* ukuran 1 liter yang telah berisi campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1. Dalam pemeliharaannya tanaman kubis disiram air sesuai kebutuhan. Setelah tanaman kubis berumur \pm 6 minggu sejak pindah tanam ke *polybag*, tanaman kubis siap untuk diinfeksi *P. xylostella*. Tanaman kubis yang digunakan sebanyak 50 tanaman.

Perbanyak Serangga Uji

Serangga uji *P. xylostella* diperoleh dengan mengambil imago dari lapang di Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang dan diperbanyak di UPT Pengembangan Usaha dan Agropreneur Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya di Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang. Pada penelitian ini digunakan larva *P. xylostella* instar 3. Tempat perbanyak berupa kurungan kain kasa berukuran 40x40x40 cm. Dalam kurungan kain kasa imago *P. xylostella* disediakan pakannya yaitu cairan madu 10%. Cairan madu tersebut lalu dioleskan pada kapas dan digantungkan pada atap kurungan kain kasa.

Selanjutnya, memasukkan daun kubis yang dicelupkan pada botol yang berisi air ke dalam kurungan kain kasa sebagai tempat imago bertelur dan sebagai pakan untuk larva *P. xylostella* yang nanti akan menetas dari telurnya. Larva-larva yang baru menetas dipelihara dalam toples yang berisi daun kubis..

Pembuatan Ekstrak Daun Pepaya (EDP)

Pembuatan ekstrak daun pepaya (EDP) dilakukan yaitu dengan cara daun pepaya dicuci bersih dan dikeringanginkan selama 4-5 hari. Daun kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender dan diayak menggunakan ayakan. Kemudian, bahan dibuat ekstrak sesuai dengan konsentrasi yang dibutuhkan (Mulyantana, 2013). Pembuatan EDP dilakukan dengan metode Shu-thong *et al.* (2001), yaitu bubuk halus daun pepaya sebanyak 20 gram ditambahkan dengan alkohol 80% sebanyak 100 ml yang dilanjutkan dengan pengocokan selama 24 jam

pada suhu 30⁰C menggunakan *shaker*, setelah itu EDP disaring menggunakan kertas saring dan disentrifus dengan kecepatan 4.500 rpm selama 10 menit. Supernatan yang diperoleh kemudian dievaporasi dengan kecepatan 150 rpm pada suhu 50⁰C. Hasil evaporasi dilarutkan kembali dengan alkohol 50% sebanyak 10 ml dan dijadikan larutan induk. Larutan tersebut kemudian disimpan di lemari pendingin.

Pengujian terhadap Serangga Uji

Toksisitas

Pengujian toksisitas ekstrak daun pepaya terhadap larva *P. xylostella* dilakukan dengan menggunakan metode celup pakan. Daun kubis dipotong dengan ukuran 6x6 cm, daun yang sudah dipotong ini dicelupkan selama 30 detik ke dalam wadah yang sudah berisi ekstrak daun pepaya. Daun kubis yang sudah dicelup kemudian dikeringanginkan dan dimasukkan ke dalam toples sebagai pakan dari *P. xylostella*. Larva instar 3 kemudian diinfestasikan ke dalam toples sebanyak 20 ekor pada masing masing perlakuan lalu kemudian toples ditutup dan diberi ventilasi kain kasa (Zahro, 2015).

Variabel pengamatan yang digunakan dalam uji toksisitas yaitu mortalitas. Data mortalitas larva diperoleh dengan cara mengamati larva *P. xylostella* yang sudah tidak menunjukkan pergerakan saat disentuh dengan kuas. Pengamatan mortalitas larva dilakukan pada 24, 48, 72, dan 96 JSA. Persentase kematian atau mortalitas *P. xylostella* dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Damayanti *et al.*, 2013) :

$$M = \frac{\sum P. xylostella \text{ yang mati}}{\sum P. xylostella \text{ yang diamati}} \times 100\%$$

Apabila pada kontrol terdapat kematian, maka persentase (%) kematian dapat dihitung dengan menggunakan rumus persentase (%) kematian terkoreksi, dengan syarat persentase (%) kematian tidak lebih dari 20% (Abbott, 1987) :

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

Dimana P adalah persentase kematian terkoreksi, x adalah persentase serangga yang hidup pada kontrol dan y adalah persentase serangga yang hidup pada perlakuan.

Penurunan Aktivitas Makan

Metode yang digunakan sama seperti pada uji toksisitas yaitu dengan pencelupan pakan. Daun kubis dipotong dengan ukuran 6x6 cm, kemudian dicelupkan selama 10 detik ke dalam wadah yang sudah berisi ekstrak daun pepaya. Daun kubis yang sudah dicelup kemudian dikeringanginkan dan dimasukkan ke dalam toples sebagai pakan dari *P. xylostella*. Larva instar 3 diinfestasikan 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 persentase penurunan aktivitas makan larva (*Feeding Deterrent*) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Priyono, 1988 dalam Tohir, 2010) :

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

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

Uji Lanjutan

Larva *P. xylostella* yang berhasil hidup tetap dipelihara hingga fase imago. Variabel yang diamati untuk pengujian lanjutan terdiri dari :

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

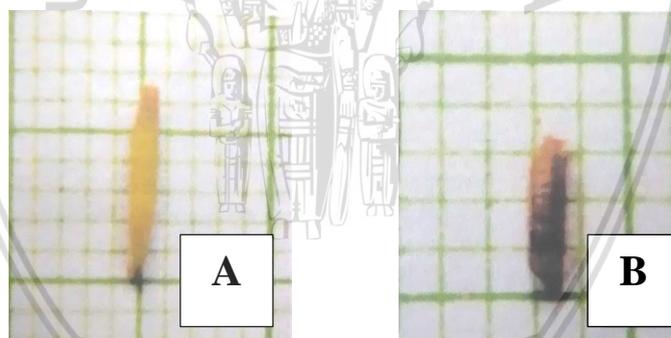
Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) pada Microsoft Excel. Apabila terdapat perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji lanjutan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Besarnya mortalitas larva dihitung dengan menggunakan analisis Probit program Hsin Chi (1997) untuk mengetahui Median *Lethal Concentration* (LC₅₀) dan Median *Lethal Time* (LT₅₀).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas EDP terhadap Mortalitas Larva *P. xylostella* L.

Untuk mengetahui aktivitas EDP terhadap mortalitas *P. xylostella*, dilakukan uji toksisitas dengan variabel pengamatan menghitung mortalitas *P. xylostella* dari akumulasi kematian larva pada setiap perlakuan dari tiap waktu pengamatan. Pengamatan mortalitas *P. xylostella* pada uji toksisitas EDP dilakukan selama 4 hari setelah aplikasi. Gejala kematian larva *P. xylostella* akibat aplikasi EDP dapat dilihat pada Gambar 4B. Ciri-ciri larva yang mengalami kematian setelah aplikasi yaitu tubuh larva menjadi mengkerut dengan panjang tubuh $\pm 0,5$ cm, dengan warna tubuh berubah menjadi kuning kecoklatan. Pada larva normal (Gambar 4A) tubuh memiliki panjang $\pm 1,2$ cm dan berwarna hijau muda. Gejala perubahan muncul diduga akibat senyawa aktif tanin yang terkandung pada daun pepaya mampu mengakibatkan terganggunya proses metabolisme tubuh sehingga aktivitas tubuh menjadi terhambat dan larva *P. xylostella* tidak bergerak atau lemas ketika disentuh dengan kuas (Purba, 2007).



Gambar 4. Larva *P. xylostella* instar 3 (A) Larva normal (B) Larva mati setelah aplikasi ekstrak daun pepaya (96 JSA)

Hasil pengamatan mortalitas larva *P. xylostella* disajikan pada Tabel 5. Pada tabel ditunjukkan bahwa persentase mortalitas mencapai 77,50% pada konsentrasi 200.000 ppm. Pada Tabel 5 ditunjukkan bahwa perlakuan pada range 50.000 – 100.000 ppm mampu menyebabkan mortalitas larva *P. xylostella* sebesar 50% dari seluruh larva yang diaplikasikan EDP.

Tabel 5. Mortalitas dan persentase mortalitas larva *P. xylostella*

Konsentrasi (ppm)	Mortalitas Larva (ekor)	Mortalitas Larva (%)
Kontrol	0	0
10.000	12	15,00
50.000	33	41,25
100.000	51	63,75
200.000	62	77,50

Berdasarkan hasil mortalitas (Tabel 5), hubungan korelasi antara konsentrasi dengan mortalitas dapat dihitung dengan menggunakan analisis Probit. Analisis Probit merupakan metode perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan nilai toksisitas atau daya racun suatu jenis insektisida terhadap serangga percobaan yang dapat diketahui dari jumlah nilai LC_{50} dan LT_{50} . Nilai LC_{50} dan LT_{50} digunakan untuk mengetahui level konsentrasi dan waktu yang efektif untuk mematikan larva *P. xylostella* sebesar 50% dari seluruh larva yang diaplikasikan EDP.

Tabel 6. Estimasi nilai LC_{50} EDP terhadap larva *P. xylostella*

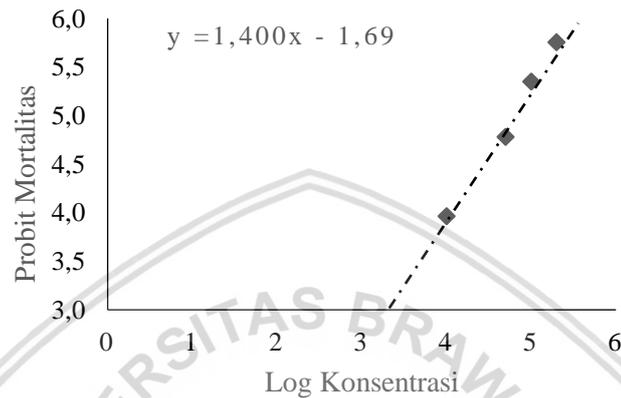
	Estimasi LC_{50} (ppm)	Persamaan Regresi	SE	Batas Acuan	
				Bawah	Atas
EDP	60.445,92	$y = 1,400x - 1,69$	0,17	41.924,14	86.298,63

Berdasarkan analisis Probit (Tabel 6 dan Tabel 7) ditunjukkan bahwa untuk menyebabkan mortalitas larva sebesar 50% (LC_{50}) tercapai pada konsentrasi 60.445,92 ppm, sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk menyebabkan mortalitas larva sebesar 50% (LT_{50}) pada tiap konsentrasi berturut-turut 252,20 JSA, 119,16 JSA, 79,24 JSA, dan 63,95 JSA.

Tabel 7. Estimasi nilai LT_{50} EDP terhadap larva *P. xylostella*

	Estimasi LT_{50} (jam)	Persamaan Regresi	SE	Batas Acuan	
				Bawah	Atas
10.000 ppm	252,20	$y = 2,478x - 0,95$	1,02	199,22	367,69
50.000 ppm	119,16	$y = 2,650x - 0,50$	0,46	103,52	146,39
100.000 ppm	79,24	$y = 2,694x - 0,11$	0,38	59,40	152,36
200.000 ppm	63,95	$y = 2,930x - 0,29$	0,37	32,26	334,27

Berdasarkan persamaan regresi pada Tabel 6, ditunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi sebesar 10.000 ppm dapat menyebabkan mortalitas larva *P. xylostella* sebesar 1,4%. Nilai koefisien regresi variabel konsentrasi (x) sebesar 1,4% menunjukkan bahwa tingkat mortalitas memiliki hubungan positif atau searah dengan garis regresi tersebut (Gambar 5).



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi terhadap mortalitas larva *P. xylostella*

Pengaruh waktu terhadap mortalitas larva *P. xylostella* dapat dilihat pada Tabel 7. Pada tabel ditunjukkan bahwa nilai LT_{50} paling efektif untuk menyebabkan mortalitas larva sebesar 50% terdapat pada konsentrasi 200.000 ppm dengan rentang waktu 63,95 JSA. Nilai koefisien regresi pada tiap konsentrasi dalam rentang waktu 24 JSA – 96 JSA berturut-turut sebesar 2,478%, 2,650%, 2,694%, dan 2,930%.

Aktivitas EDP terhadap Penurunan Makan Larva *P. xylostella* L.

Hasil pengamatan aktivitas EDP terhadap aktivitas penurunan atau penghambatan makan larva *P. xylostella* disajikan dalam Tabel 8. Pengamatan bobot pakan dilakukan dalam setiap 12 jam selama 3 hari setelah aplikasi. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak daun pepaya pada konsentrasi 10.000 ppm, 50.000 ppm, 100.000 ppm, dan 200.000 ppm mampu memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella*. (Tabel Lampiran 2).

Tabel 8. Rata-rata persentase penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* setelah aplikasi

Konsentrasi (ppm)	Penurunan Aktivitas Makan Larva (%)
10.000	57,17a
50.000	60,97b
100.000	62,83c
200.000	65,93d

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5% ; data ditransformasi menggunakan Arcsin untuk keperluan analisis statistik

Nilai penurunan aktivitas makan dihitung berdasarkan jumlah pakan yang dikonsumsi larva per ekornya. Konsentrasi EDP 200.000 ppm memiliki nilai penurunan aktivitas makan pada 72 JSA sebesar 65,93%, sedangkan pada konsentrasi 10.000 ppm memiliki nilai penurunan aktivitas makan pada 72 JSA sebesar 57,17%.

Penurunan aktivitas makan diduga akibat senyawa yang terkandung didalam ekstrak daun pepaya. Senyawa tersebut berupa enzim *papain* yang bekerja sebagai racun perut melalui mulut dan menyerang sistem saraf sehingga dapat mengganggu aktivitas hama. Gangguan metabolisme mungkin juga dapat terjadi akibat enzim *papain* dapat mengganggu aktivitas enzim pencernaan sehingga (Wulandari, 2017).

Hasil penurunan aktivitas makan ini, apabila diukur dengan kriteria persentase penurunan aktivitas makan (Tabel 4), dapat diketahui bahwa konsentrasi 200.000 ppm mampu menurunkan aktivitas makan mencapai lebih dari 60%, dan tergolong ke dalam kriteria sedang.

Aktivitas EDP terhadap Pembentukan Pupa, Pembentukan Imago, dan Daya Reproduksi *P. xylostella* L.

Berdasarkan hasil pengamatan ditunjukkan bahwa larva *P. xylostella* yang tidak mengalami kematian setelah aplikasi EDP, dapat melanjutkan perkembangan hidup hingga fase pupa. Rata-rata persentase pembentukan larva menjadi pupa berkisar antara 21,04 – 90,00% (Tabel 9). Persentase pembentukan pupa pada konsentrasi 10.000 ppm sebesar 65,13%, menurun hingga pada konsentrasi 200.000 ppm sebesar 21,04%.

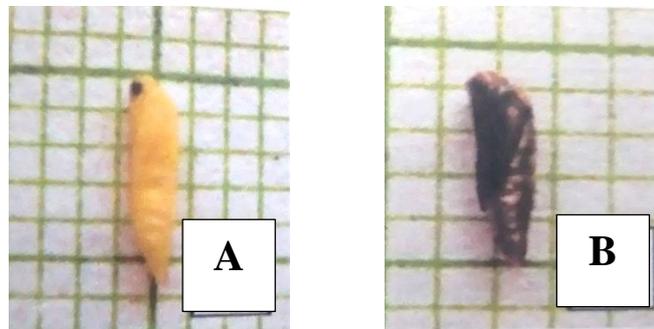
Hal ini menunjukkan bahwa EDP mampu menghambat pembentukan pupa *P. xylostella*. Penurunan persentase pembentukan pupa diduga dapat disebabkan adanya bahan aktif yang masuk ke dalam jaringan tubuh serangga pada masa pra pupa atau fase larva yang mempengaruhi sistem pergantian kulit (*effect chitin inhibitor*) sehingga serangga tidak dapat menyelesaikan siklus hidupnya (Omar dan Zakaria, 1993).

Tabel 9. Rata-rata persentase pembentukan larva *P. xylostella* menjadi pupa

Konsentrasi (ppm)	Persentase Larva menjadi Pupa (%)	Penurunan Persentase Larva menjadi Pupa (%)
Kontrol	90,00c	-
10.000	65,13b	24,87
50.000	51,67b	38,33
100.000	29,36a	60,64
200.000	21,04a	68,96

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5% ; data ditransformasi menggunakan Arcsin untuk keperluan analisis statistik

Berdasarkan hasil pengamatan pembentukan pupa *P. xylostella* setelah aplikasi EDP (Gambar 6), ditunjukkan pupa normal memiliki tubuh dengan ukuran lebih panjang dan berwarna kekuningan (Gambar 6A) dibandingkan pupa yang mati setelah aplikasi EDP (Gambar 6B). Pupa yang mati memiliki ukuran tubuh yang lebih kecil dan warnanya kehitaman. Rendahnya jumlah pupa yang terbentuk diakibatkan karena jumlah pakan yang di konsumsi larva semakin sedikit sehingga proses perubahan dari larva menjadi pupa tidak berjalan sempurna atau bahkan gagal membentuk pupa (Lestari *et al.*, 2005)



Gambar 6. Pupa *P. xylostella* (A) Pupa normal (B) Pupa mati setelah aplikasi ekstrak daun pepaya

Pupa *P. xylostella* yang masih hidup dapat melanjutkan perkembangan hidupnya hingga memasuki fase imago. Rata-rata persentase pembentukan imago *P. xylostella* (Tabel 10) menunjukkan bahwa aplikasi EDP yang efektif terjadi pada konsentrasi 50.000 ppm dalam menekan pembentukan imago karena berdasarkan analisis ragam penambahan konsentrasi tidak menimbulkan pengaruh yang berbeda nyata (Tabel Lampiran 4).

Tabel 10. Rata-rata persentase pembentukan pupa *P. xylostella* menjadi imago

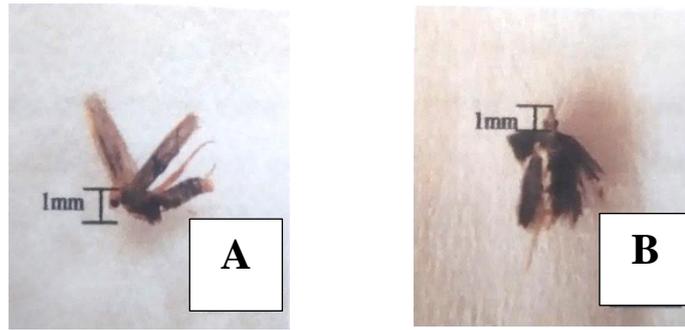
Konsentrasi (ppm)	Persentase Pupa menjadi Imago (%)	Penurunan Persentase Pupa menjadi Imago (%)
Kontrol	90,00d	-
10.000	51,63c	38,37
50.000	42,83b	47,17
100.000	26,25a	63,75
200.000	20,18a	69,82

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5% ; data ditransformasi menggunakan Arcsin untuk keperluan analisis statistik

Hasil pengamatan pembentukan imago *P. xylostella* setelah aplikasi EDP disajikan pada Gambar 7. Pada gambar ditunjukkan bahwa aplikasi EDP mampu menyebabkan malformasi pada imago. Perbandingan imago normal (Gambar 7A) dengan abnormal (Gambar 7B) terlihat pada imago abnormal bentuk sayap yang lebih pendek dan mengkerut, serta antena yang terbentuk tidak sempurna.

Malformasi tersebut diduga diakibatkan karena adanya senyawa yang berpengaruh buruk terhadap fisiologis serangga hama, baik bersifat sementara ataupun tetap. Gejala yang ditimbulkan adalah kematian larva, pengurangan laju pertumbuhan, peningkatan mortalitas pupa, ketidakberhasilan imago keluar dari pupa, dan imago tidak normal (Zahro, 2015).

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 7. Imago *P. xylostella* (A) Imago normal (B) Imago abnormal setelah aplikasi ekstrak daun pepaya

Larva *P. xylostella* yang berhasil jadi imago pada perlakuan control mampu melakukan reproduksi telur dengan jumlah telur rata-rata yang diletakkan 76,60 butir dengan persentase penetasan telur sebesar 95,75%. Hal ini dikarenakan pada perlakuan dengan konsentrasi 10.000 ppm, 50.000 ppm, 100.000 ppm, dan 200.000 ppm imago mengalami malformasi dan mengalami kematian sehingga tidak berhasil dalam memproduksi telur.

Ketidakberhasilan imago dalam reproduksi disebabkan karena 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 telur menjadi berkurang (Zahro, 2015).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa EDP dapat dijadikan sebagai pestisida nabati dalam mengendalikan hama *P. xylostella* karena bersifat toksik terhadap larva *P. xylostella* dengan persentase mortalitas mencapai 77,50% pada konsentrasi 200.000 ppm. Berdasarkan analisis Probit didapatkan nilai LC_{50} tercapai pada konsentrasi 60.445,92 ppm dan LT_{50} paling efektif terdapat pada konsentrasi 200.000 ppm dengan rentang waktu 63,95 JSA. Selain itu, aplikasi EDP dengan metode celup pakan juga mampu menurunkan aktivitas makan larva *P. xylostella* hingga mencapai 65,93% pada 72 JSA. EDP juga dapat menghambat pembentukan pupa dan imago serta menyebabkan imago *P. xylostella* tidak dapat menghasilkan telur.

Saran

Penelitian ini perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk mengetahui pengaruh lain dari EDP terhadap hama *P. xylostella* seperti repelensi dan persistensinya pada tanaman inang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, W. S. 1987. A Method for Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of American Mosquito Control Association* 3 (2): 302-307
- Ayoola, P.B. & Adeyeye, A. 2010. Effect of Heating on the Chemical Composition and Physico - Chemical Properties of *Arachis hypogea* (Groundnut) Seed Flour and Oil. *Pakistan Journal of Nutrition* 9(8): 751-754.
- Capinera, J. L. 2000. Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Insecta: Lepidoptera: Plutellidae). EENY. 119: 1-4.
- Cornell, U. 2009 *Medicinal Plants for Livestock*. Diunduh dari <http://www.ansci.cornell.edu/plants/medicinal/papaya.html> pada tanggal 10 April 2018.
- Council, C. 2017. Diamondback Moth. Canola Encyclopedia. Diunduh dari <https://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia/insects/diamondback-moth/> pada tanggal 10 April 2018.
- Damayanti, R. R., T. Himawan, L.P. Astuti. 2013. Penghambatan Reproduksi *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) menggunakan Fumigan Tablet berbasis Minyak Mimba. *Jurnal HPT* 1 (3): 2338-4336.
- Harborne, J. B. 1987. Metode Fitokimia, Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan terjemahan Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro. Penerbit ITB: Bandung.
- Herlinda, S. 2003. Ecology of Diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) on Mustard (*Brassica juncea* Coss) in Lowland Area of South Sumatera. p. 100-105. In: *Prospectives of Lowland Development in Indonesia towards an Integrated and Multidisciplinary Approach*. Proceedings of International Seminar & Exhibition, Palembang December 8-9, 2003.
- Herlinda, S. 2004. Ekologi Ulat Daun Kubis, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L.), hlm. 97-107. *Di dalam: Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional dalam Menyambut Hari Pendidikan Nasional, Kerjasama DRD Sumsel dengan Balitbangda Sumsel dan Universitas Sriwijaya, Palembang 28-29 April 2004*
- Kartosuwondo, U. 1994. Populasi *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) dan parasitoid *Diadegma semiclausum* Hellen (Hymenoptera: Ichneumonidae) pada kubis dan dua jenis Brassicaceae liar. *Bul HPT* 7:39-49.
- Kartosuwondo, U., dan Sunjaya. 1990. Potetial role of wild crucifers in the preservation of *Diadegma eucerophaga* Horstm. (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of the diamondback moth *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera: Plutellidae). *Biotropika* 4:31-40.

- Kementerian Pertanian. 2010. Diamond Back Moth *Plutella xylostella*. Diunduh dari www.indotani.com. pada tanggal 1 Agustus 2017.
- Knodel, J. 2016. Diamondback Moth in Canola: Biology and Integrated Pest Management. Department of Entomology. North Dakota State University.
- 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.
- Lubis, H. S., 2002. Deteksi Dini Dan Penatalaksanaan Keracunan Pestisida Organofosfat Pada Tenaga Kerja. USU; Medan.
- Mulyana. 2002. Ekstraksi Senyawa Aktif Alkaloid, Kuinone dan Saponin dari Tanaman Kecubung sebagai Larvasida dan Insektisida terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. Skripsi. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mulyantana, A. 2013. Kajian Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle*) terhadap Mortalitas Kumbang Bubuk Beras (*Sitophilus oryzae* L.). Jurnal UNIERA 2(1).
- Nunilahwati, H. 2013. *Plutella xylostella*. Diunduh dari <https://haperidah.wordpress.com/2013/05/> pada tanggal 10 April 2018.
- Ningrum, P. T., S. P. Rahayu, Ellyke, dan D. M. Anita. 2015. Rendaman Daun Pepaya sebagai Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada Tanaman Cabai, hlm. 80-87. Di dalam: Prosiding Seminar Nasional Farmasi Jember *Current Challenges in Drug Use and Development* Tantangan Terkini Perkembangan Obat dan Aplikasi Klinik 28 November 2015.
- Ningsi, E. W, Y. Nani, dan F. F. Andi. 2016. Efektivitas Uji Daya Bunuh Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap Larva Nyamuk *Anopheles aconitus donits* dalam Upaya Pencegahan Penyakit Malaria di Daerah Persawahan Desa Lalonggombu Kecamatan Andoolo Kabupaten Konawe Selatan. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Halu Oleo 1(3): 1-10.
- Omar, D dan 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.
- Priyono. 2007. *Manfaat dan Kandungan Daun Pepaya*. Agromedia Pustaka: Jakarta.

- Purba, S. 2007. Uji Efektifitas Ekstrak Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) di Laboratorium. Skripsi. Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rabbani, S., A.M. Sanyoto, L. N. Shofia, G.S. Muhammad, dan M. A. R. Hakim. 2015. Efikasi Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) sebagai Larvasida pada Larva *Aedes aegypti*. [www.eprints.uns.ac.id/27092/1/G0014226_001027_Efikasi_Ekstrak_Daun_Pepaya_\(C.pdf](http://www.eprints.uns.ac.id/27092/1/G0014226_001027_Efikasi_Ekstrak_Daun_Pepaya_(C.pdf). Diakses pada tanggal 1 Agustus 2017.
- Rukmana, R. 1994. *Budidaya Kubis dan Brokoli*. Kanisius. Yogyakarta.
- Safirah, R., N. Widodo dan M. A. K. Budiyanto. 2016. Uji Efektifitas Insektisida Nabati Buah *Crescencitia cujete* dan Bunga *Syzygium aromaticum* terhadap Mortalitas *Spodoptera litura* secara *In Vitro* sebagai Sumber Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia* 2 (3): 266-276.
- Sembel, T. D. 2010. *Pengendalian Hayati*. Andi. Yogyakarta.
- Setiawati, R. 2009. Kajian Penggunaan Daun Pepaya, Daun Belimbing Wuluh, Daun Cente, Daun Jeruk Purut, dan Bunga Kecombrang sebagai Insektisida Alami terhadap Perkembangan *Sitophilus zeamais* Motsch dan Aplikasinya pada Penyimpanan Beras. *Skripsi*. IPB: Bogor.
- Setiawati, W., R. Martiningsih, N. Gunaeni dan T. Rubiati. 2008. Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati dan Cara Pembuatannya untuk Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.
- Shu-thong, W., L. J. Ling, W. X. Yan dan C. K. Qiang. 2001. Screening of Chienese Herbs for The Fungi Toxicity against *Phytophthora infestans*. *Journal of Agricultural University of Harbei*. China.
- Sinaga, R. 2009. Uji Efektifitas Pestisida Nabati terhadap Hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.). *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara Medan.
- Sukardiman, Ekasari, W dan Hapsari, P.P. 2006. Aktivitas Antikanker dan Induksi Apoptosis Fraksi Kloroform Daun Pepaya (*Carica papaya* L) terhadap Kultur Sel Kanker Mieloma. *Media Kedokteran Hewan* 22 (2): 104-111.
- Surachman, E dan Widada A. 2007. *Hama Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Tohir, A. M. 2010. Teknik Ekstraksi dan Aplikasi beberapa Pestisida Nabati untuk Menurunkan Palatabilitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) di Laboratorium. *Buletin Teknik Pertanian* 15(1): 37-40
- Tuntun, M. 2016. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichis coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Analisis Kesehatan, Politeknik Kesehatan Tanjungkarang* 7(3): 497-502.

- Winasa, I. W, dan Herlinda S. 2003. Population of diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), and its damage and parasitoids on brassicaceous crops. *Di dalam: Prosiding International Seminar on Organic Farming and Sustainable Agriculture in the Tropics and Subtropics*. Palembang Oktober 8-9, 2003. Hal. 310-314.
- Wulandari, T. 2017. Pemanfaatan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) untuk Pengendalian Kutu Daun (*Aphis* sp.) pada Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Zahro, F. A. 2015. Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) terhadap *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.





Tabel Lampiran 1. Analisis ragam mortalitas larva *P. xylostella*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Ulangan	125,00	3	41,67	7,87	3,49
Perlakuan	671,30	4	167,83	31,71	3,26
Error	63,50	12	5,29		
Total	859,80	19			

Tabel Lampiran 2. Analisis ragam penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Ulangan	164,95	5	32,99	43,65	2,90
Perlakuan	241,66	3	80,55	106,58	3,29
Error	11,34	15	0,76		
Total	417,95	23			

Tabel Lampiran 3. Analisis ragam rata-rata persentase pembentukan larva *P. xylostella* menjadi pupa

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Ulangan	316,53	3	105,51	1,10	3,49
Perlakuan	12.345,34	4	3086,33	32,04	3,26
Error	1156,03	12	96,34		
Total	13.817,89	19			

Tabel Lampiran 4. Analisis ragam rata-rata persentase pembentukan pupa *P. xylostella* menjadi imago

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Ulangan	144,11	3	48,04	2,83	3,49
Perlakuan	12.137,63	4	3034,41	178,69	3,26
Error	203,78	12	16,98		
Total	12.485,53	19			

Tabel Lampiran 5. Perhitungan kadar air daun pepaya

Massa Daun Pepaya (DP) Basah	1.500 gram
Massa Daun Pepaya (DP) yang telah dikeringanginkan 4-5 hari	374,31 gram
Perhitungan Kadar Air	$= \frac{\text{Massa DP Basah} - \text{Massa DP Kering}}{\text{Massa DP Basah}} \times 100\%$ $= \frac{1.500 \text{ gram} - 374,31}{374,31} \times 100\%$ $= 75,04\%$

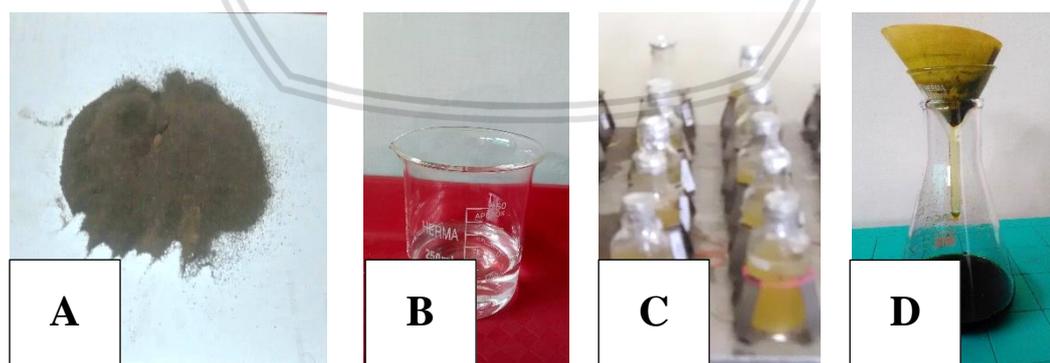


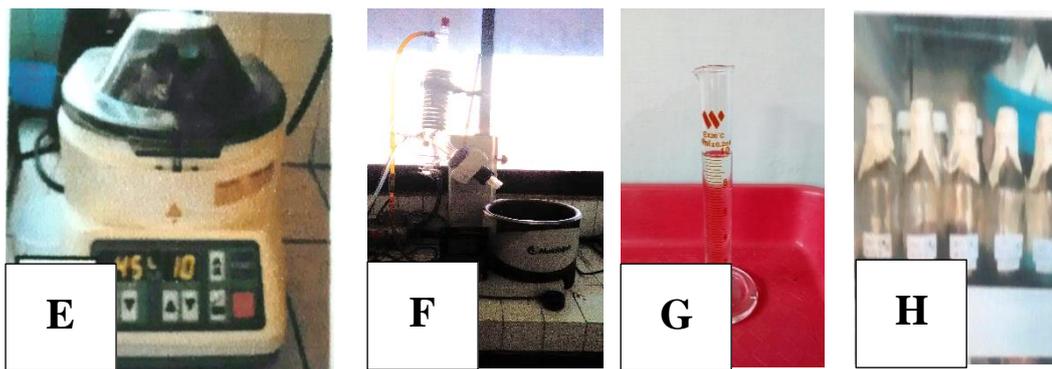


Gambar Lampiran 1. Tanaman kubis berumur \pm 6 minggu yang digunakan sebagai pakan larva *P. xylostella*



Gambar Lampiran 2. Perbanyakan (Rearing) serangga *P. xylostella* di UPT PUA di Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang. (A) Imago *P. xylostella* dari lapang. (B) Sangkar imago, tanaman kubis, dan pakan larutan gula.





Gambar Lampiran 3. Proses pembuatan ekstrak daun pepaya. (A) Serbuk daun pepaya. (B) 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) Ditambahkan alkohol 50% sebanyak 10 ml. (H) Disimpan di lemari pendingin.



Gambar Lampiran 4. Metode aplikasi ekstrak daun pepaya dengan celup pakan berupa daun kubis. (A) Daun dipotong dengan ukuran 6x6 cm. (B) Daun dicelup ke dalam suspense ekstrak selama 30 detik. (C) Daun dikeringanginkan.



Gambar Lampiran 5. Ekstrak daun pepaya