

**UJI BIOAKTIVITAS EKSTRAK BAWANG PUTIH (*Allium sativum* L.) TERHADAP HAMA *Plutella xylostella* Linn.  
(LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)**

**Oleh  
ELSA MASRYANI MALAU**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG  
2018**

**UJI BIOAKTIVITAS EKSTRAK BAWANG PUTIH (*Allium sativum* L.) TERHADAP HAMA *Plutella xylostella* Linn.  
(LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)**



**OLEH  
ELSA MASRYANI MALAU  
145040201111229**

**MINAT STUDI PERLINDUNGAN TANAMAN  
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**

**2018**

## 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 suatu perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Oktober 2018

Elsa Masryani Malau



### LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Uji Bioaktivitas Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum* L.) terhadap Hama *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera: Plutellidae)

Nama Mahasiswa : Elsa Masryani Malau

NIM : 145040201111229

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

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

  
Rina Rachmawati, SP., MP., M. Eng.  
NIP. 19810125 200604 2 002

Diketahui,  
Ketua Jurusan  
Hama dan Penyakit Tumbuhan



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

Tanggal Persetujuan :



**LEMBAR PENGESAHAN**

Mengesahkan

**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I

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

Penguji II

Rina Rachmawati, SP., MP., M. Eng.  
NIP. 19810125 200604 2 002

Penguji III

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

Penguji IV

Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.  
NIP. 19590705 198601 1 003

**Tanggal Lulus : 31 OCT 2018**





*Skripsi ini saya persembahkan untuk orang tuaku,  
kakak dan adik-adikku, dan semua teman-teman  
yang selalu mendukung dan membantuku*

## RINGKASAN

**ELSA MASRYANI MALAU. 145040207111021. Uji Bioaktivitas Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum* L.) terhadap Hama *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera: Plutellidae). Dibawah bimbingan Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. sebagai pembimbing utama dan Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng sebagai pembimbing pendamping.**

---

Ulat daun *Plutella xylostella* L. merupakan hama utama yang merusak tanaman Brassicaceae, terutama kubis, sawi, kembang kol, pakcoy, selada, dan caisim di Indonesia. Gejala serangan yang ditimbulkan oleh hama ini yaitu daun berlubang-lubang kecil, jika terjadi serangan berat yang tersisa hanya tulang-tulang daunnya saja. Serangan berat yang ditimbulkan oleh hama ini dapat menyebabkan daun menjadi habis termakan sehingga dapat menurunkan produksi sampai mematikan tanaman. Salah satu cara pengendalian hama yang aman bagi lingkungan yaitu menggunakan pestisida nabati. Tanaman bawang putih *Allium sativum* merupakan salah satu tumbuhan penghasil pestisida alami karena mengandung senyawa-senyawa metabolik sekunder yang dapat mengendalikan hama. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh ekstrak bawang putih terhadap *P. xylostella* dengan konsentrasi yang berbeda.

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai Agustus 2018 di Laboratorium Hama Tumbuhan Sub Laboratorium Toksikologi dan Laboratorium Hama 2, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan yaitu konsentrasi 0 ppm, 8.000 ppm, 12.000 ppm, 16.000 ppm, dan 20.000 ppm yang diulang sebanyak 4 kali. Variabel pengamatan meliputi mortalitas larva, penurunan aktivitas makan larva, dan keberhasilan pupa menjadi imago. Data kemudian dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kesalahan 5% menggunakan Microsoft Excel dan data persentase mortalitas larva dianalisis menggunakan analisis probit Program Hsin Chi (1997).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak bawang putih dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva, penurunan aktivitas makan larva, dan keberhasilan pupa menjadi imago. Konsentrasi ekstrak bawang putih 20.000 ppm merupakan konsentrasi yang paling efektif dibandingkan dengan konsentrasi lainnya dalam mengendalikan *P. xylostella* di laboratorium dengan nilai mortalitas 70%. Namun secara keseluruhan, semakin tinggi konsentrasi ekstrak bawang putih yang diberikan maka semakin tinggi tingkat mortalitasnya.



## SUMMARY

**ELSA MASRYANI MALAU. 145040201111229. Bioactivity Test of Garlic Extract (*Allium sativum* L.) on *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera: Plutellidae). Supervised by Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. and Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng.**

---

*Plutella xylostella* L. is the main pest that destroys Brassicaceae plants, especially cabbage, mustard greens, cauliflower, pakcoy, lettuce, and caisim in Indonesia. Symptoms that caused by this pest are small holes for few attack and then can cause the leaves run out even cause decrease production. One of pest control that are safe for the environment is by using natural pesticides. Garlic plant *Allium sativum* is one of the natural pesticide because it contains secondary metabolic compounds that can control pests. This research aimed to examine the effect of garlic extract on *P. xylostella* with different concentrations.

The research was conducted in April to August 2018 at the Toxicology Laboratory and Pest Laboratory, Faculty of Agriculture, Brawijaya University, Malang. The research was conducted by using a randomized block design with 5 treatments i.e. 0 ppm, 8,000 ppm, 12,000 ppm, 16,000 ppm, and 20,000 ppm concentrations which were repeated 4 times. Observation variables included larval mortality, decreased feeding activity of larvae, and success of pupae into imago. The data analyzed by using ANOVA (Analysis of Variance) with 5% error level on Microsoft Excel and percentage of larval mortality data were analyzed by using the probit analysis Hsin Chi Program 1997.

Based on the result of this research, garlic extract with different concentrations affected larval mortality significantly, decreased larval feeding activity, and the potentiality of pupa became imago. The most effective concentration in controlling *P. xylostella* was 20.000 ppm on laboratory scale with 70% mortality value. But overall, the higher the concentration of garlic extract given, the higher was the mortality rate.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Bioaktivitas Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*) terhadap Hama *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera: Plutellidae)”. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan oleh berbagai pihak. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan, bimbingan, perhatian, dan nasihatnya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Ibu Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng selaku Pembimbing Pendamping yang juga telah memberikan arahan, bimbingan, perhatian, dan nasihatnya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Ibu Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
4. Kedua orang tua, Bapak U. Malau (alm) dan Ibu Ruliana Turnip, serta kakak dan kedua adik penulis yaitu Desi Ita Sari Malau, S.E, Jhontry Togar Malau, dan Febby Putri Valen Malau atas doa, kasih sayang, dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
5. Sahabat dan orang-orang terdekat penulis Chandra R. Situmorang, Lusi A. Sitorus, Kristi F. Ginting, Jennefer F. Simbolon, Gitta M. Sembiring, Sisca T. Dalimunthe, Boy S. Sihaloho, Ronauli Saragih, Habib M. Hambali, dan teman-teman *Christian Community* yang telah memberikan doa, dukungan, perhatian, dan motivasi kepada penulis, serta
6. Pihak-pihak lain yang ikut membantu dalam pembuatan laporan penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

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

Malang, Juni 2018

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Teluk Betung, Bandar Lampung pada tanggal 29 Oktober 1995 sebagai putri kedua dari Alm. Udin Malau dan Ibu Ruliana Turnip. Penulis mempunyai dua saudari perempuan dan satu saudara laki-laki.

Penulis menempuh pendidikan di Taman Kanak-kanak Xaverius I Teluk Betung pada tahun 2000 sampai 2002, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar Xaverius I Teluk Betung pada tahun 2002 sampai 2008 dan penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 3 Bandar Lampung pada tahun 2008 sampai 2011. Setelah selesai menempuh pendidikan menengah pertama, penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri 4 Bandar Lampung pada tahun 2011 sampai 2014. Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 (S-1) Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur. Penulis masuk sebagai mahasiswa Universitas Brawijaya melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di Organisasi Persekutuan Mahasiswa Kristen (PMK) *Christian Community* sebagai anggota Bidang 2 (Acara) periode 2016/2017. Selain itu penulis pernah aktif di kepanitian PMK *Christian Community*, diantaranya panitia Natal 2014 sebagai anggota divisi humas, Paskah 2015 sebagai anggota divisi musik, Retreat (Penyambutan Mahasiswa Baru) 2015 sebagai anggota divisi musik, dan Paskah 2016 sebagai *Sharing Commite*. Penulis pernah melakukan kegiatan magang kerja selama dua bulan, dari bulan Juli sampai September 2017 di Yayasan Bina Sarana Bakti Agatho Bogor, Jawa Barat.

## DAFTAR ISI

|  |             |
|--|-------------|
| <b>RINGKASAN .....</b>   | <b>i</b>    |
| <b>SUMMARY .....</b>   | <b>ii</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>   | <b>iii</b>  |
| <b>RIWAYAT HIDUP .....</b>   | <b>iv</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>   | <b>v</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>  | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>  | <b>viii</b> |
| <b>I. PENDAHULUAN .....</b>  | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....   | 1           |
| 1.2 Tujuan Penelitian.....   | 2           |
| 1.3 Hipotesis Penelitian.....  | 2           |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....  | 3           |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>  | <b>4</b>    |
| 2.1 Klasifikasi, Biologi, dan Morfologi <i>Plutella xylostella</i> Linneaus<br>(Lepidoptera: Plutellidae)..... | 4           |
| 2.2 Gejala Serangan dan Kerusakan Akibat <i>P. xylostella</i> .....  | 6           |
| 2.3 Pengendalian Hama Menggunakan Pestisida Nabati .....   | 6           |
| 2.4 Ekstraksi Maserasi.....  | 7           |
| 2.5 Bawang Putih .....   | 8           |
| 2.6 Mekanisme Ekstrak Bawang Putih dalam Mengendalikan Hama .....  | 8           |
| 2.7 Kemampuan Ekstrak Bawang Putih dalam Mengendalikan Hama.....   | 11          |
| <b>III. BAHAN DAN METODE .....</b>   | <b>13</b>   |
| 3.1 Waktu dan Tempat .....   | 13          |
| 3.2 Alat dan Bahan .....   | 13          |
| 3.3 Pelaksanaan Penelitian .....   | 13          |
| 3.3.1 Perbanyakkan serangga uji <i>P. xylostella</i> .....   | 14          |
| 3.3.2 Pembuatan Ekstrak Bawang Putih.....  | 14          |



|  |           |
|--|-----------|
| 3.3.3 Pengujian terhadap Serangga Uji.....   | 15        |
| 3.4 Analisis Data .....  | 16        |
| <b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>   | <b>18</b> |
| 4.1 Pengaruh Ekstrak Bawang Putih terhadap Mortalitas Larva <i>P. xylostella</i> ..                                    | 18        |
| 4.2 Konsentrasi Mematikan (LC <sub>50</sub> ) dan Waktu Mematikan (LT <sub>50</sub> ) Larva <i>P. xylostella</i> ..... | 20        |
| 4.3 Pengaruh Ekstrak Bawang Putih terhadap Penurunan Aktivitas Makan Larva <i>P. xylostella</i> .....                  | 23        |
| 4.4 Pengaruh Ekstrak Bawang Putih terhadap Keberhasilan Pupa menjadi Imago <i>P. xylostella</i> .....                  | 24        |
| <b>V. PENUTUP .....</b>  | <b>28</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....  | 28        |
| 5.2 Saran.....   | 28        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>   | <b>29</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>   | <b>32</b> |



## DAFTAR TABEL

| No. | Teks  | Halaman |
|-----|---|---------|
| 1   | Rerata persentase mortalitas larva <i>P. xylostella</i> pada 96 jam setelah aplikasi.....                   | 18      |
| 2   | Hasil analisis probit nilai LC <sub>50</sub> ekstrak bawang putih terhadap larva <i>P. xylostella</i> ..... | 20      |
| 3   | Hasil analisis LT <sub>50</sub> ekstrak bawang putih terhadap larva <i>P. xylostella</i> .....              | 22      |
| 4   | Rerata persentase penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> setelah aplikasi.....                | 23      |
| 5   | Rerata pembentukan imago <i>P. xylostella</i> pada 14 hari setelah aplikasi.....                            | 25      |

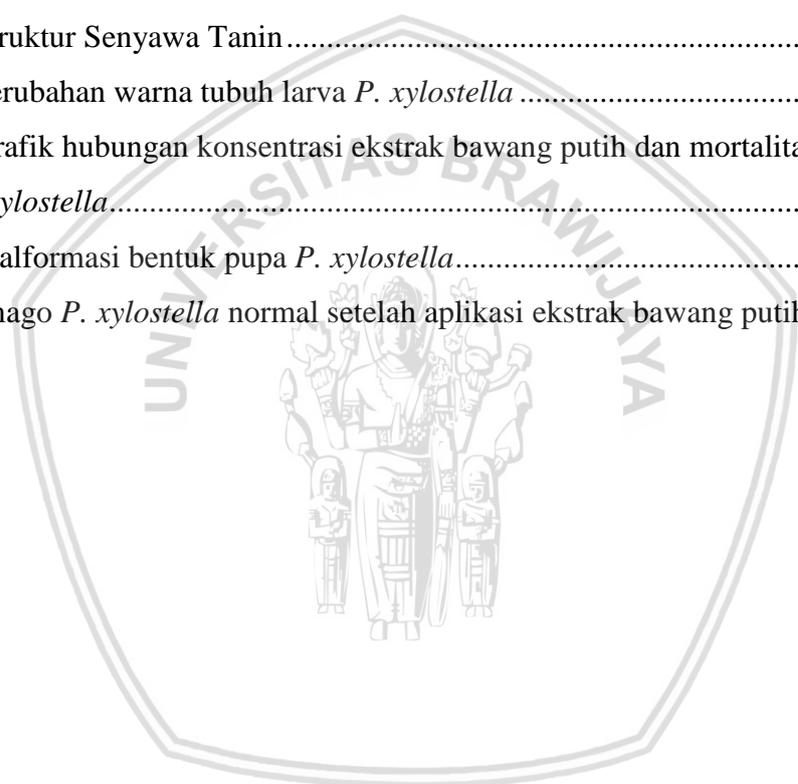
### Lampiran

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | Hasil uji analisis ragam persentase mortalitas larva <i>P. xylostella</i> setelah aplikasi.....                            | 32 |
| 2 | Hasil uji analisis ragam persentase penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> pada 12 jam setelah aplikasi..... | 32 |
| 3 | Hasil uji analisis ragam persentase penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> pada 24 jam setelah aplikasi..... | 32 |
| 4 | Hasil uji analisis ragam persentase penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> pada 36 jam setelah aplikasi..... | 32 |
| 5 | Hasil uji analisis ragam persentase penurunan aktivitas makan larva <i>P. xylostella</i> pada 48 jam setelah aplikasi..... | 33 |
| 6 | Hasil uji analisis ragam persentase pembentukan imago <i>P. xylostella</i> setelah aplikasi.....                           | 33 |



## DAFTAR GAMBAR

| No. | Teks   | Halaman |
|-----|--|---------|
| 1   | Imago <i>P. xylostella</i> .....   | 4       |
| 2   | Telur <i>P. xylostella</i> .....   | 5       |
| 3   | Larva <i>P. xylostella</i> .....   | 5       |
| 4   | Pupa <i>P. xylostella</i> .....  | 6       |
| 5   | Struktur Senyawa Allicin .....   | 9       |
| 6   | Struktur Senyawa Saponin .....   | 9       |
| 7   | Struktur Senyawa Flavonoid .....   | 10      |
| 8   | Struktur Senyawa Tanin.....  | 11      |
| 9   | Perubahan warna tubuh larva <i>P. xylostella</i> .....   | 19      |
| 10  | Grafik hubungan konsentrasi ekstrak bawang putih dan mortalitas larva <i>P. xylostella</i> ..... | 21      |
| 11  | Malformasi bentuk pupa <i>P. xylostella</i> .....  | 26      |
| 12  | Imago <i>P. xylostella</i> normal setelah aplikasi ekstrak bawang putih.....                     | 27      |



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ulat daun *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) merupakan hama utama yang merusak tanaman Brassicaceae, terutama kubis, sawi, kembang kol, pakcoy, dan caisim di Indonesia. *P. xylostella* adalah hama yang mampu hidup di berbagai kondisi lingkungan, seperti di dataran tinggi dan rendah (Herlinda 2004). Serangan berat yang ditimbulkan oleh hama ini menyebabkan daun menjadi rusak atau habis termakan sehingga dapat menurunkan produksi sampai mematikan tanaman. *P. xylostella* dapat menyebabkan kerusakan sekitar 12,5 % (Sriniasuti, 2005). Pengendalian *P. xylostella* yang dilakukan oleh petani masih tergantung pada penggunaan insektisida sintetik karena pengaplikasiannya lebih mudah dan hasil pengendalian jelas terlihat. Namun, petani cenderung menggunakan pestisida dengan takaran yang berlebihan, sehingga dapat menimbulkan resistensi hama dan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, penggunaan insektisida perlu dikelola dan dikendalikan secara efektif dan aman bagi lingkungan (Haryanto, 2003).

Salah satu cara pengendalian hama yang aman bagi lingkungan yaitu menggunakan pestisida nabati. Pestisida nabati adalah pestisida yang berasal dari tumbuhan untuk mengendalikan serangan hama dan penyakit tanaman. Tanaman bawang putih *Allium sativum* merupakan salah satu tumbuhan penghasil pestisida alami. Bahan aktif yang terkandung di dalam bawang putih tidak berbahaya bagi manusia dan hewan. Selain itu, residu dari bawang putih mudah terurai menjadi senyawa yang tidak beracun, sehingga aman atau ramah bagi lingkungan.

Umbi bawang putih mengandung senyawa-senyawa yang bersifat racun bagi hama antara lain, allicin, alkaloid, saponin, minyak atsiri, flavonoid, tanin, dan sulfur (Soetomo, 1987). Minyak atsiri yang terkandung dalam bawang putih mengandung komponen aktif yang bersifat asam (Port, 2002). Ekstrak bawang putih dapat berfungsi sebagai penolak kehadiran serangga (Novizan, 2002) dan efektif untuk mengendalikan beberapa hama pada tanaman pangan dan hortikultura (Subiakto, 2002).

Penelitian mengenai ekstrak bawang putih dalam mengendalikan hama sebelumnya telah dilakukan, seperti kemampuan ekstrak bawang putih dalam

mengendalikan hama *Crocidolomia binotalis* F. yang menunjukkan bahwa pengendalian dengan ekstrak bawang putih menghasilkan mortalitas yang tinggi sebesar 97,5% dengan konsentrasi 70 ml L<sup>-1</sup> (Hasnah dan Abubakar, 2007). Selain itu, ekstrak bawang putih juga mampu mengendalikan hama kutu daun *Myzus persicae* S. pada tanaman cabai. Hasil penelitian menunjukkan tingkat mortalitas yang tinggi sebesar 72,33% dengan konsentrasi 60% (60 ml ekstrak bawang putih + 40 ml aquades).

Bawang putih dapat diperoleh dengan mudah di lingkungan masyarakat dan ekstrak dari umbi bawang putih memiliki potensi yang besar dalam pengendalian hama tanaman. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menguji pengaruh ekstrak bawang putih terhadap *P. xylostella* sehingga dapat membantu masyarakat dalam melakukan pengendalian hama *P. xylostella* secara efektif dan ramah lingkungan.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui dan menguji pengaruh bioaktivitas ekstrak bawang putih pada konsentrasi yang berbeda terhadap mortalitas larva *P. xylostella*,
2. Mengetahui dan menguji pengaruh bioaktivitas ekstrak bawang putih pada konsentrasi yang berbeda terhadap penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella*,
3. Mengetahui pengaruh bioaktivitas ekstrak bawang putih pada konsentrasi yang berbeda terhadap keberhasilan pupa menjadi imago *P. xylostella*.

## 1.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah:

1. Ekstrak bawang putih pada semua konsentrasi yang diujikan memiliki tingkat mortalitas yang tinggi terhadap larva *P. xylostella*,
2. Ekstrak bawang putih pada semua konsentrasi yang diujikan mampu menurunkan aktivitas makan larva *P. xylostella*,
3. Ekstrak bawang putih mampu menghambat pembentukan pupa menjadi imago *P. xylostella*.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang potensi tanaman bawang putih sebagai pestisida nabati dalam mengendalikan hama *P. xylostella* yang efektif dan ramah lingkungan.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klasifikasi, Biologi, dan Morfologi *Plutella xylostella* Linneaus (Lepidoptera: Plutellidae)

*P. xylostella* termasuk dalam Kingdom Animalia, Filum Arthropoda, Kelas Insecta, Ordo Lepidoptera, Famili Plutellidae, Genus *Plutella*, dan Spesies *Plutella xylostella* (Kalshoven, 1981). Ulat daun *P. xylostella* merupakan hama yang bersifat kosmopolitan dan di Indonesia umumnya dapat ditemukan di dataran tinggi pada pertanaman kubis, namun hama ini juga dapat ditemukan di dataran rendah karena penanaman kubis sudah banyak dilakukan di dataran rendah (Sastrosiswojo *et al.*, 2005). *P. xylostella* mengalami 4 kali perubahan bentuk dalam hidupnya, yaitu stadia telur, larva, pupa, imago. Lama proses setiap fase bergantung pada kondisi lingkungan. Siklus hidup *P. xylostella* lebih pendek pada ketinggian 180-250 mdpl dibandingkan dengan ketinggian diatas 1.100 mdpl. Total waktu yang dibutuhkan hama ini dalam perkembangan hidupnya berkisar 25-30 hari (Winarto dan Sebayang, 2015).

**Imago.** Serangga dewasa berupa ngengat kecil, panjangnya sekitar 6 mm, berwarna coklat kelabu, terdapat satu pasang antena, dan aktif pada malam hari. Pada sayap depan terdapat 3 buah lekukan (undulasi) yang berwarna putih menyerupai berlian (Gambar 1). Oleh karena itu serangga ini dalam bahasa Inggris disebut *diamondback moth*. Ngengat *P. xylostella* tidak kuat terbang jauh dan mudah terbawa oleh angin. Jarak terbang horizontal adalah 3-4 m. Masa hidup ngengat betina sekitar 20 hari dan ngengat betina kawin hanya satu kali (Sastrosiswojo *et al.*, 2005).



Gambar 1. Imago *P. xylostella* (Capinera, 2015)

**Telur.** Telur berbentuk oval, ukurannya 0,6 mm x 0,3 mm, warnanya kuning berkilau dan lunak. Ngengat betina meletakkan telur secara tunggal atau

dalam kelompok kecil (3 atau 4 butir), atau dalam gugusan (10-20 butir) di sekitar tulang daun pada permukaan daun kubis sebelah bawah (Gambar 2). Ngegat betina betina bertelur selama 19 hari dan jumlah telur rata-rata sebanyak 244 butir. Lama stadia telur yaitu 3 hari (Sastrosiswojo *et al.*, 2005).



Gambar 2. Telur *P. xylostella* (Sholihati, 2015)

**Larva.** Larva berbentuk silindris, berwarna hijau muda, relatif tidak berbulu, dan mempunyai 5 pasang *proleg*. Larva *P. xylostella* terdiri atas 4 instar. Panjang larva dewasa (instar ke-3 dan 4) sekitar 1 cm (Gambar 3). Larva lincah dan jika tersentuh akan menjatuhkan diri serta menggantungkan diri dengan benang halus. Larva jantan dapat dibedakan dari larva betina karena memiliki calon testis yang berwarna kuning. Rata-rata lama stadia larva instar 1 yaitu sekitar 3-4 hari, larva instar 2 yaitu 2 hari, larva instar ke-3 sekitar 2-3 hari, dan larva instar ke-4 sekitar 3-4 hari (Sastrosiswojo *et al.*, 2005).



Gambar 3. Larva *P. xylostella* (Capinera, 2015)

**Pupa.** Setelah instar ke-4 larva berhenti mengkonsumsi dedaunan dan mulai memasuki tahap prapupa. Antara larva instar ke-4 dengan prapupa tidak terjadi pergantian kulit. Panjang pupa sekitar 6,3-7,0 mm dan lebarnya 1,5 mm. Pupa *P. xylostella* dibungkus kokon (jala sutera) dan diletakkan pada permukaan

bagian bawah daun kubis (Gambar 4). Lama stadia pupa sekitar 6-7 hari (Sastrosiswojo *et al.*, 2005).



Gambar 4. Pupa *P. xylostella* (Capinera, 2015)

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

Hama *P. xylostella* biasanya merusak tanaman kubis muda, namun hama ini seringkali juga merusak tanaman kubis yang sedang membentuk krop. Larva *P. xylostella* instar ke-3 dan ke-4 makan permukaan bawah daun kubis dan meninggalkan lapisan epidermis bagian atas. Setelah jaringan daun membesar, lapisan epidermis pecah sehingga terjadi lubang-lubang pada daun. Apabila tingkat populasi larva tinggi, akan terjadi kerusakan berat pada tanaman kubis dan yang tersisa hanya tulang-tulang daunnya saja. Serangan *P. xylostella* yang berat pada tanaman kubis dapat menggagalkan panen (Sastrosiswojo *et al.*, 2005).

Gejala serangan yang ditimbulkan oleh hama ini yaitu daun berlubang-lubang kecil, jika terjadi serangan berat yang tersisa hanya tulang-tulang daunnya saja. Apabila *P. xylostella* ini tersentuh akan menggeliat dan menjatuhkan diri dengan alat bantu benang sutra yang dibentuknya. Serangan yang berat dan hebat biasanya terjadi pada musim kemarau (Rukmana, 2007).

### 2.3 Pengendalian Hama Menggunakan Pestisida Nabati

Pestisida nabati atau botani merupakan pestisida yang bahan dasarnya berasal dari ekstrak tanaman. Berbagai jenis tanaman memproduksi senyawa kimia untuk melindungi dirinya dari serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Senyawa inilah yang kemudian diambil dan dipakai untuk melindungi tanaman lain (Novizan, 2002).

Penggunaan ekstrak tanaman sebagai pestisida nabati mulai banyak diminati karena ekstrak tanaman memiliki banyak kelebihan dan manfaat dibandingkan jenis pestisida lainnya. Kelebihan dari pestisida nabati diantaranya relatif murah dan aman terhadap lingkungan, relatif cepat terdegradasi sehingga tidak akan mencemari lingkungan, tidak menyebabkan keracunan pada tanaman, sulit menimbulkan kekebalan terhadap hama, kompatibel digabung dengan cara pengendalian lain, mudah dibuat dan diaplikasikan, mampu menghasilkan produk pertanian yang sehat dan bebas residu, dan penggunaan ekstrak tanaman relatif aman terhadap musuh alami hama dan penyakit (predator dan parasitoid). Selain memiliki kelebihan, pestisida nabati juga memiliki kekurangan yaitu daya kerjanya relatif lambat, tidak tahan terhadap sinar matahari, dan terkadang diperlukan penyemprotan yang berulang-ulang (Sudarmo dan Mulyaningsih, 2014).

#### **2.4 Ekstraksi Maserasi**

Ekstraksi merupakan pengambilan senyawa kimia yang berasal dari jaringan tumbuhan dengan menggunakan penyaring tertentu, salah satunya yaitu ekstraksi maserasi. Ekstraksi maserasi merupakan metode dengan memasukkan bagian tanaman yang sudah dihaluskan dengan pelarut yang sesuai kedalam wadah inert yang tertutup rapat pada suhu kamar. Proses ekstraksi dihentikan apabila sudah mencapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah diekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan cara penyaringan. Kerugian dari metode maserasi adalah memakan waktu yang banyak dan kemungkinan beberapa senyawa hilang. Beberapa senyawa juga sulit diekstraksi pada suhu kamar. Namun di satu sisi, metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa yang bersifat termolabil (Seidel V, 2006).

Ekstraksi maserasi biasanya dimulai dengan menggunakan pelarut organik secara berurutan dengan kepolaran yang semakin meningkat. Pelarut heksana dan eter digunakan untuk mengambil senyawa yang kepolarannya rendah. Selanjutnya digunakan pelarut yang lebih polar seperti alkohol dan etil asetat untuk mengambil senyawa-senyawa yang lebih polar. Senyawa polar akan larut dalam pelarut polar dan juga sebaliknya, senyawa non polar akan larut dalam pelarut non

polar. Pada proses maserasi yang dilakukan dengan pelarut organik maka filtrat hasil ekstraksi dikumpulkan menjadi satu kemudian dievaporasi atau didestilasi (Sumadi, 2011).

### 2.5 Bawang Putih

Kedudukan tanaman bawang putih dalam taksonomi tumbuhan adalah Kingdom: Plantae, Divisi: Spermatophyta, Sub divisi: Angiospermae, Kelas: Monocotyledoneae, Ordo: Liliiflorae, Famili: Liliales, Genus: *Allium*, Spesies: *Allium sativum* L. (Samadi, 2000).

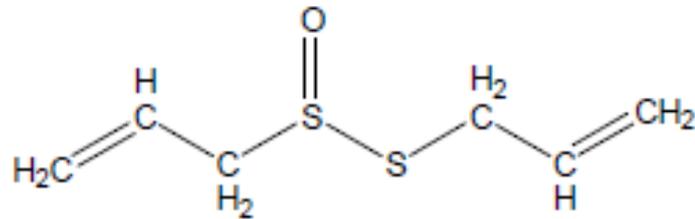
Tanaman bawang putih merupakan tanaman yang tumbuh tegak dengan tinggi dapat mencapai 30-60 cm dan membentuk rumpun. Sistem perakarannya yaitu serabut yang tidak panjang, tidak terlalu dalam berada di dalam tanah. Dengan perakaran yang demikian, bawang putih tidak tahan terhadap kekeringan. Daunnya berbentuk pipih rata dan agak ke dalam ke arah membujur dan terdiri dari sekitar 10 helai. Meskipun kelopak-kelopak daunnya tipis tetapi termasuk kuat dan membungkus kelopak-kelopak daun muda yang ada di dalamnya sehingga membentuk batang semu. Kelopak-kelopak daun inilah yang membalut umbi yang terdapat di bagian bawah tanaman. Bagian dasar atau pangkal umbi berbentuk cakram yang sebenarnya merupakan batang pokok tidak sempurna (*rudimenter*) (Wibowo, 2007).

### 2.6 Mekanisme Ekstrak Bawang Putih dalam Mengendalikan Hama

Bawang putih merupakan tanaman yang memiliki kandungan alkaloid, allicin, flavonoid, saponin, tannin dan sulfur yang bermanfaat dan dapat digunakan sebagai pestisida yang berasal dari bahan alami karena senyawa-senyawa tersebut diduga dapat berfungsi sebagai insektisida (Yenie *et al.*, 2013).

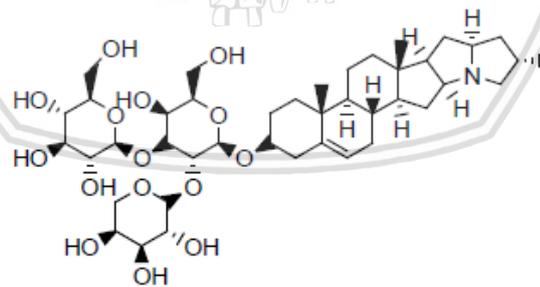
**Allicin.** Allicin merupakan prekursor pembentukan allil sulfida, misalnya diallil disulfida (DADS), diallil trisulfida (DATS), diallil sulfida (DAS), metallil sulfida, dipropil sulfida, dipropil disulfida, allil merkaptan, dan allil metil sulfida. Kelompok allil sulfida memiliki sifat dapat larut dalam minyak (Hernawan dan Setyawan, 2003) (Gambar 5). Allicin merupakan senyawa yang berperan memberi aroma khas pada bawang putih. Senyawa ini mengandung sulfur dengan struktur tidak jenuh yang mudah terurai serta bekerja dengan cara merusak membran sel

parasit sehingga parasit tidak dapat berkembang lebih lanjut. Allicin merupakan zat aktif yang mempunyai daya antibiotik yang cukup ampuh (Hanani, 2013).



Gambar 5. Struktur Senyawa Allicin (Noer *et al.*, 2018)

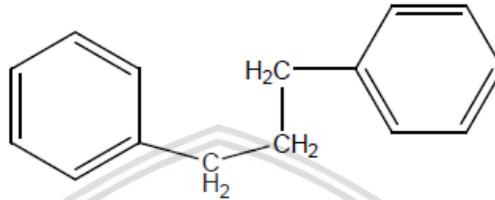
**Saponin.** Saponin terdiri dari Sapogenin yaitu bagian yang bebas dari Glikosida yang disebut juga “*Aglycone*”. Sapogenin mengikat sakarida yang panjangnya bervariasi hingga mencapai 11 unit monosakarida, sakarida yang paling panjang memiliki ukuran antara 2-5 unit (Noer *et al.*, 2018) (Gambar 6). Saponin yang terkandung dalam bawang putih merupakan racun yang dapat menghancurkan butir darah atau hemolisis pada darah, saponin yang bersifat racun biasa disebut saptotoksin (Rachman *et al.*, 2015). Saponin masuk kedalam tubuh vektor penyakit melalui dua cara yaitu melalui sistem pernapasan dan melalui kontak fisik serta bekerja dengan cara menghambat enzim pencernaan sehingga metabolisme vektor penyakit akan terganggu dan mengakibatkan kematian (Muta’ali, 2015).



Gambar 6. Struktur Senyawa Saponin (Noer *et al.*, 2018)

**Flavonoid.** Kandungan flavonoid berperan sebagai antioksidan yang juga memiliki sifat sebagai racun perut (*stomach poisoning*), yang bekerja apabila senyawa tersebut masuk dalam tubuh serangga maka akan mengganggu organ pencernaan (Nisma, 2011). Ekstrak bawang putih dapat berfungsi sebagai penolak kehadiran serangga. Pestisida dari bawang putih juga dapat berfungsi untuk

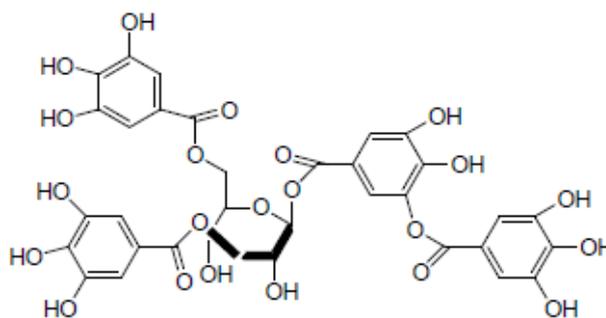
mengusir keong, siput dan bekicot, bahkan mampu membasmi siput dengan merusak sistem saraf (Novizan, 2002). Sebagian besar flavonoid yang terdapat pada tumbuhan terikat pada gula sebagai glikosidanya dan dalam bentuk campuran atau jarang sekali ada sebagai senyawa tunggal. Flavonoid mempunyai kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon. Dimana dua cincin benzena (C6) terikat oleh rantai propane (C3) (Gambar 7) (Noer *et al.*, 2018).



Gambar 7. Struktur Senyawa Flavonoid (Noer *et al.*, 2018)

**Tanin.** Tanin merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman dan disintesis oleh tanaman. Tanin tergolong senyawa polifenol dengan karakteristiknya yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan makromolekul lainnya. Tanin yang mudah terhidrolisis merupakan polimer *gallic* atau *ellagic acid* yang berikatan ester dengan sebuah molekul gula, sedangkan tanin terkondensasi merupakan polimer senyawa flavonoid dengan ikatan karbon-karbon (Waghorn dan McNabb, 2003). Struktur senyawa tanin terdiri dari cincin benzena (C6) yang berikatan dengan gugus hidroksil (-OH) (Gambar 8).

Senyawa tanin dapat memblokir ketersediaan protein dengan membentuk kompleks yang kurang bisa dicerna oleh serangga atau dapat menurunkan kemampuan mencerna bagi serangga. Senyawa tersebut dapat menghambat atau memblokir aktivitas enzim pada saluran pencernaan sehingga akan merobek pencernaan serangga, dan akhirnya menimbulkan efek kematian bagi serangga (Pabbage dan Tenrirawe, 2007).



Gambar 8. Struktur Senyawa Tanin (Noer *et al.*, 2018)

### 2.7 Kemampuan Ekstrak Bawang Putih dalam Mengendalikan Hama

Ekstrak tanaman merupakan salah satu sumber pestisida nabati untuk mengendalikan serangan hama karena terdapat senyawa-senyawa metabolik sekunder yang terkandung di dalam tanaman yang bersifat penolak (*repellent*), penghambat makan, penghambat perkembangan, penolak peneluran, dan sebagai bahan kimia yang dapat mematikan serangga dengan cepat (Hasnah dan Abubakar, 2007). Salah satu tanaman yang dapat dijadikan sebagai pestisida nabati adalah bawang putih. Hal tersebut karena umbi bawang putih mengandung zat-zat yang bersifat racun bagi serangga, seperti allicin, saponin, alkaloid, flavonoid, tannin dan sulfur (Yenie *et al.*, 2013).

Kemampuan ekstrak bawang putih untuk mengendalikan hama sudah banyak diteliti seperti penelitian dalam mengendalikan hama *Crocidolomia pavonana* F. pada tanaman sawi dengan menggunakan ekstrak bawang putih, menunjukkan bahwa pengendalian dengan bawang putih menghasilkan mortalitas yang tinggi (97,5%) dengan konsentrasi 70 ml L<sup>-1</sup> (Hasnah dan Abubakar, 2007). Selain itu, penelitian mengenai pengaruh pemberian ekstrak bawang putih dilakukan terhadap keong mas *Pomacea canaliculata* yang menunjukkan bahwa ekstrak bawang putih dapat digunakan sebagai molusisida nabati yang menghambat aktivitas makan sehingga mengakibatkan kematian pada keong mas (Rusdy, 2010). Ada pula penelitian tentang efektivitas ekstrak bawang putih yang dilakukan terhadap kutu daun *Myzus persicae* S. pada tanaman cabai menunjukkan bahwa pengendalian dengan menggunakan ekstrak bawang putih menghasilkan mortalitas yang tinggi yaitu 72,33% (Tigauw *et al.*, 2015). Ekstrak bawang putih juga dapat digunakan dalam mengendalikan hama gudang

*Sitophilus zeamais* pada jagung di penyimpanan yang menghasilkan tingkat mortalitas tinggi hingga 85% pada konsentrasi 6% (6 ml ekstrak bawang putih + 94 ml aquades) (Hasnah dan Hanif, 2010).



### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai Agustus 2018 di Laboratorium Hama Tumbuhan Sub Laboratorium Toksikologi dan Laboratorium Hama 2, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian yaitu mikroskop, shaker, blender, evaporator, nampan plastik, toples plastik (d=10 cm, t= 12 cm), kain kasa, alumunium foil, plastik wrap, timbangan analitik, botol media, pipet, kuas, pinset, tabung erlenmeyer 250 ml, gelas beaker, botol kaca, gelas ukur 10 ml, corong, kertas saring, kotak plastik (p= 25 cm, l= 18 cm, t= 9 cm) sangkar perbanyakan (d= 21 cm, t= 33 cm).

Bahan-bahan yang digunakan dalam kegiatan penelitian yaitu ekstrak bawang putih, daun sawi, larva *P. xylostella* instar 3, aquades, cairan madu 10% sebagai pakan imago *P. xylostella*, kertas milimeter, ethanol 70%, tisu, kapas.

#### 3.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian terdiri dari 5 perlakuan termasuk kontrol yaitu 0 ppm, 8.000 ppm, 12.000 ppm, 16.000 ppm, dan 20.000 ppm yang diulang sebanyak 4 kali. Perlakuan dilakukan dalam 2 waktu, dengan interval waktu 3 hari antar 2 ulangan. Dalam menentukan konsentrasi, dilakukan uji pendahuluan dengan mengaplikasikan ekstrak bawang putih pada konsentrasi 0 ppm, 2.000 ppm, 4.000 ppm, 6.000 ppm, dan 8.000 ppm terhadap serangga uji. Hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa pada 8.000 ppm ekstrak bawang putih sudah dapat mematikan larva *P. xylostella*.

### 3.3.1 Perbanyak serangga uji *P. xylostella*

Perbanyak larva *P. xylostella* dilakukan di dalam laboratorium. Larva yang digunakan untuk perbanyak didapatkan dari lapang. Larva tersebut kemudian diletakkan dalam wadah berupa kotak plastik (p= 25 cm, l= 18 cm, t= 9 cm) yang ditutup kain kasa. Selanjutnya larva tersebut dipelihara dengan diberi pakan daun sawi setiap 2 hari sekali.

Setelah terbentuk pupa dan sebelum imago *P. xylostella* muncul, terlebih dahulu membuat pakan untuk imago yaitu berupa cairan madu 10%. Cairan madu tersebut lalu dioleskan pada kapas dan menggantungkannya pada atap sangkar perbanyak (d= 21 cm, t= 33 cm). Selanjutnya, memasukkan daun sawi yang baru ke dalam kurungan kain kasa sebagai tempat imago bertelur dan sebagai pakan untuk larva *P. xylostella* yang nanti akan menetas dari telurnya. Larva-larva pada daun sawi dipelihara seperti cara sebelumnya sampai mendapatkan larva uji (instar 3) yang seragam dan dalam jumlah yang diperlukan.

### 3.3.2 Pembuatan Ekstrak Bawang Putih

Bawang putih diekstraksi dengan menggunakan metode maserasi dan evaporasi. Maserasi merupakan metode yang sederhana didalam proses ekstraksi, yaitu merendam bahan ekstraksi dengan larutan yang sesuai. Keuntungan dari penggunaan metode maserasi ini yaitu peralatan dan prosedur yang digunakan sederhana dan mudah dilakukan, tidak menggunakan proses pemanasan sehingga kerusakan bahan alami yang digunakan dapat diminimalisir.

Bawang putih mula-mula dibersihkan, dikupas kulit bagian luarnya, dan kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender. Setelah itu bawang putih yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 25 gram kemudian dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer dan ditambahkan pelarut ethanol 70% sebanyak 100 ml dengan perbandingan 1 : 4, lalu tabung erlenmeyer ditutup dengan menggunakan aluminium foil dan plastik wrap agar tidak terjadi penguapan. Selanjutnya larutan tersebut diaduk atau di *shaker* menggunakan *Orbital Shaker* selama 24 jam. Bawang putih diambil filtratnya dengan cara disaring menggunakan kertas saring dan corong gelas. Setelah itu, filtrat yang telah diperoleh dimasukkan ke dalam *Vacuum Evaporator* selama 2 jam dengan suhu 78°C pada kecepatan putaran 120 rpm yang berfungsi untuk memisahkan ekstrak dengan pelarutnya (Midy, 2016).

Setelah disaring, ekstrak bawang putih yang telah didapat dimasukkan ke dalam botol kaca dan disimpan pada lemari pendingin

### 3.3.3 Pengujian terhadap Serangga Uji

#### a. Daya Racun

Uji daya racun dilakukan dengan metode pencelupan pakan dalam beberapa level konsentrasi yaitu 0 ppm, 8.000 ppm, 12.000 ppm, 16.000 ppm, dan 20.000 ppm. Daun sawi dipotong dengan ukuran 10 cm x 10 cm. Daun yang sudah dipotong dicelupkan selama 1 menit ke dalam wadah yang sudah berisi ekstrak bawang putih. Daun sawi yang sudah dicelupkan kemudian ditiriskan dan dimasukkan ke dalam toples plastik sebagai pakan dari *P. xylostella*. Larva instar 3 diinvestasikan ke dalam toples sebanyak 20 ekor pada masing-masing perlakuan lalu toples tersebut ditutup dan diberi ventilasi dengan kain kasa.

Variabel pengamatan yang digunakan dalam uji daya racun yaitu mortalitas larva. Larva *P. xylostella* yang mati diketahui melalui larva yang sudah tidak menunjukkan pergerakan saat disentuh dengan kuas. Pengamatan mortalitas larva dilakukan pada 24, 48, 72, 96 jam setelah aplikasi (JSA). Persentase mortalitas larva dihitung dengan cara membandingkan jumlah larva yang mati setelah perlakuan dengan jumlah larva awal. Pesentase mortalitas larva dihitung menggunakan rumus (Utami, 2010) :

$$\% \text{ Mortalitas} : \frac{\sum \text{larva yang mati}}{\sum \text{total larva}} \times 100\%$$

Apabila ditemukan larva yang mati pada perlakuan kontrol dengan syarat kurang dari 20%, maka data mortalitas larva *P. xylostella* dikoreksi dengan menggunakan rumus (Abbot, 1987) sebagai berikut:

$$\% \text{Mortalitas} : \frac{x-y}{x} \times 100\%$$

Keterangan :

x: serangga yang hidup pada kontrol

y: serangga yang hidup pada perlakuan

#### b. Penurunan Aktivitas Makan

Metode yang digunakan sama seperti uji daya racun yaitu dengan pencelupan pakan. Daun sawi dipotong dengan ukuran 10 cm x 10 cm. Daun yang

sudah dipotong dicelupkan selama 1 menit ke dalam wadah yang sudah berisi ekstrak bawang putih. Daun sawi yang sudah dicelupkan kemudian ditiriskan dan dimasukkan ke dalam toples plastik sebagai pakan dari *P. xylostella*. Larva instar 3 diinvestasikan ke dalam toples sebanyak 20 ekor pada masing-masing perlakuan lalu toples tersebut ditutup dan diberi ventilasi dengan kain kasa. Pemberian pakan daun perlakuan dilakukan selama 48 jam, kemudian larva diberi pakan daun sawi tanpa perlakuan.

Pengamatan dilakukan terhadap bagian luas daun yang dimakan oleh larva *P. xylostella* pada 12, 24, 36, 48 jam setelah aplikasi. Perhitungan luas daun yang dimakan dilakukan menggunakan kertas milimeter. Persentase penurunan aktivitas makan dihitung dengan menggunakan rumus (Priyono, 2003 dalam Hasnah *et al.*, 2013):

$$P_m : \frac{L_k - L_p}{L_k} \times 100\%$$

Keterangan: P<sub>m</sub>: Persentase penghambatan makan

L<sub>k</sub>: Luas daun yang dimakan pada control (daun yang hanya diberi aquades)

L<sub>p</sub>: Luas daun yang dimakan pada perlakuan

#### c. Keberhasilan pupa menjadi imago *P. xylostella*

Larva yang bertahan hidup diamati hingga menjadi imago. Pengamatan dilaksanakan dengan cara menghitung jumlah imago *P. xylostella* yang terbentuk. Persentase keberhasilan pembentukan imago dihitung dengan menggunakan rumus (Utami, 2010) sebagai berikut:

$$\% \text{ Pembentukan imago} : \frac{\sum \text{imago yang terbentuk}}{\sum \text{pupa yang hidup}} \times 100\%$$

### 3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) menggunakan Microsoft Excel. Apabila terdapat perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Selanjutnya data presentase mortalitas larva yang diperoleh dianalisis dengan

analisis probit menggunakan Program Hsin Chi (1997) untuk mengetahui Median *Lethal Concentration* ( $LC_{50}$ ) dan Median *Lethal Time* ( $LT_{50}$ ).



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengaruh Ekstrak Bawang Putih terhadap Mortalitas Larva *P. xylostella*

Pengamatan persentase mortalitas *P. xylostella* pada uji bioaktivitas ekstrak bawang putih dilakukan setiap 24 jam selama 4 hari setelah aplikasi. Berdasarkan hasil analisis ragam, diketahui pengaruh konsentrasi ekstrak bawang putih dengan metode pencelupan pakan menunjukkan pengaruh nyata terhadap persentase mortalitas larva *P. xylostella* (Tabel lampiran 1). Rerata persentase mortalitas larva *P. xylostella* disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Rerata persentase mortalitas larva *P. xylostella* pada 96 jam setelah aplikasi

| Perlakuan | Konsentrasi (ppm) | Rerata Mortalitas (%) $\pm$ SB |
|-----------|-------------------|--------------------------------|
| P1        | 8000              | 49,34 $\pm$ 6,58 a             |
| P2        | 12000             | 55,85 $\pm$ 6,59 a             |
| P3        | 16000             | 63,55 $\pm$ 9,92 b             |
| P4        | 20000             | 68,68 $\pm$ 10,00 b            |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata berdasarkan uji lanjut beda nyata terkecil (BNT) dengan taraf kesalahan 5%; SB: Simpangan Baku

Berdasarkan tabel 1, dapat diketahui bahwa nilai mortalitas P1 sama dengan P2, P3 sama dengan P4, kecuali perlakuan P1 berbeda nyata dengan P3 dan P4. Menurut Rusdy (2010) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak bawang putih yang diaplikasikan maka semakin tinggi bahan aktif yang dikandungnya serta semakin tinggi pula daya bunuhnya. Larva *P. xylostella* yang mati akibat aplikasi ekstrak bawang putih dengan metode pencelupan pakan diduga mengalami keracunan karena memakan daun yang telah direndam dengan ekstrak bawang putih. Hal tersebut karena bawang putih dapat berperan sebagai insektisida nabati yang memiliki kandungan alkaloid, allicin, flavonoid, saponin, tannin dan sulfur (Yenie *et al.*, 2013).

Sinaga (2009) menyatakan bahwa kandungan metabolik sekunder dalam tanaman yaitu flavonoid yang bekerja merusak organ pencernaan apabila senyawa tersebut masuk dalam tubuh serangga. Selain itu, menurut Hanani *et al.* (2013) senyawa allicin yang terkandung dalam bawang putih merupakan senyawa yang berperan dalam memberi aroma yang khas pada bawang putih. Allicin bekerja dengan cara merusak membran sel parasit sehingga parasit tidak dapat

berkembang lebih lanjut. Selain senyawa flavonoid dan allicin yang bersifat racun dalam membunuh larva *P. xylostella*, di dalam bawang putih juga terdapat senyawa saponin yang dapat mengakibatkan kematian pada larva *P. xylostella*. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Rachman *et al.* (2015), yang menyatakan bahwa saponin merupakan racun yang dapat menghancurkan butir darah atau hemalosis dan bersifat racun pada hewan berdarah dingin.

Larva *P. xylostella* yang mati akibat setelah aplikasi ekstrak bawang putih memiliki ciri-ciri yaitu tubuh larva menjadi mengkerut, mengering, dan warna tubuh berubah menjadi coklat kehitaman, serta membusuk (Gambar 9a), sedangkan larva normal memiliki warna tubuh hijau muda hingga hijau tua (Gambar 9b).



Gambar 9. Perubahan warna tubuh larva *P. xylostella*: (a) larva *P. xylostella* pada 3 hari setelah aplikasi; (b) larva *P. xylostella* normal

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat perubahan perilaku larva *P. xylostella* setelah diberi pakan yang telah diaplikasikan ekstrak bawang putih yaitu pergerakan larva yang pasif. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Sasmilati *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa senyawa alkaloid yang terkandung dalam bawang putih dapat bersifat toksik terutama melalui penghambatan sistem saraf bagi larva. Gejala yang muncul bila larva mengalami keracunan adalah melalui 4 fase, yaitu perangsangan, kejang-kejang, kelumpuhan, dan diakhiri dengan kematian. Periode perangsangan ditunjukkan oleh gejala perubahan tabiat dari tingkah laku larva dari keadaan biasa, kemudian menjalar sampai bagian mulut. Gejala ini dilanjutkan pada tingkat kelumpuhan dan berlanjut pada organ respirasi, dan akhirnya mengalami kematian.

Gejala yang muncul tersebut diduga karena senyawa aktif yang terdapat dalam bawang putih mampu menyebabkan keracunan dan metabolisme tubuh terganggu sehingga aktivitas tubuh menjadi terhambat yang berdampak pada kematian larva *P. xylostella*. Sesuai dengan penelitian Arivoli dan Tennyson (2013) tentang pengujian beberapa ekstrak tanaman terhadap larva *Spodoptera litura* yang menyatakan bahwa perlakuan setiap ekstrak tanaman yang diaplikasikan mampu menyebabkan ukuran larva menjadi lebih kecil, terjadi kecacatan bentuk tubuh, dan warna tubuh menjadi gelap kecoklatan.

#### 4.2 Konsentrasi Mematikan Daya Racun (LC<sub>50</sub>) dan Waktu Mematikan (LT<sub>50</sub>) Larva *P. xylostella*

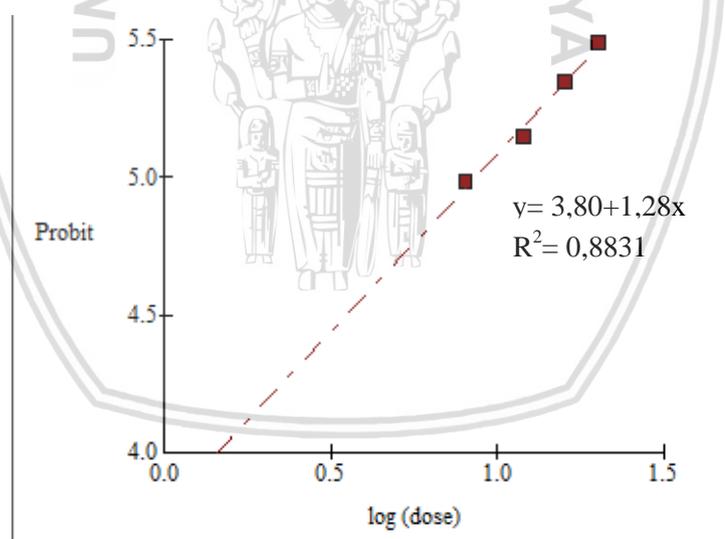
Konsentrasi mematikan atau *Median Lethal Concentration* (LC<sub>50</sub>) merupakan istilah yang digunakan untuk menguji suatu jenis pestisida terhadap mortalitas hama. Uji LC<sub>50</sub> digunakan untuk mengetahui level konsentrasi yang efektif dalam membunuh atau mematikan 50% serangga uji dari seluruh serangga yang diaplikasikan. Analisa LC<sub>50</sub> menggunakan aplikasi analisis probit Hsin Chi 1997. Hasil analisis probit nilai LC<sub>50</sub> ekstrak bawang putih terhadap larva *P. xylostella* disajikan dalam tabel 3.

Tabel 2. Hasil analisis probit nilai LC<sub>50</sub> ekstrak bawang putih terhadap larva *P. xylostella*

| Perlakuan    | Persamaan Regresi  | SE   | LC <sub>50</sub> (ppm) | LC <sub>90</sub> (ppm) | Batas Acuan LC <sub>50</sub> (ppm) |        |
|--------------|--------------------|------|------------------------|------------------------|------------------------------------|--------|
|              |                    |      |                        |                        | Bawah                              | Atas   |
| Bawang putih | $y = 3,80 + 1,28x$ | 0,49 | 8.570                  | 85.270                 | 6.130                              | 10.170 |

Persamaan LC<sub>50</sub> pada Tabel 2 menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi ekstrak bawang putih yang diaplikasikan, maka kematian larva *P. xylostella* juga tinggi. Persamaan regresi pada LC<sub>50</sub> menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi ekstrak bawang putih sebanyak 1000 ppm akan menyebabkan kematian larva *P. xylostella* sebesar 1,28%. Nilai dari koefisien regresi variabel konsentrasi (x) bernilai 1,28%, hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat kematian memiliki hubungan positif atau searah dengan garis regresi.

Berdasarkan hasil analisis probit, nilai  $LC_{50}$  atau konsentrasi yang menyebabkan kematian larva *P. xylostella* sebesar 50% terdapat pada konsentrasi 8.570 ppm. Sedangkan untuk nilai  $LC_{90}$  sebesar 85.270 ppm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara konsentrasi ekstrak bawang putih yang diaplikasikan dengan mortalitas larva *P. xylostella* (Gambar 10). Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Hasnah dan Hanif (2010) bahwa ekstrak bawang putih yang diaplikasikan dalam peningkatan mortalitas *Sitophilus zeamais* dapat berperan aktif dari satu sampai delapan hari setelah aplikasi. Hal ini terjadi karena peningkatan konsentrasi ekstrak bawang putih menyebabkan peningkatan senyawa aktif yang berperan terhadap kematian *S. zeamais*. Dari beberapa penelitian diketahui bahwa senyawa aktif sulfur (dialil sulfida) yang terkandung di dalam umbi bawang putih menimbulkan kematian pada serangga, karena senyawa aktif ini dapat berperan sebagai racun kontak dan racun pernafasan bagi serangga sehingga dapat merusak sistem saraf dari serangga yang pada akhirnya mengakibatkan kematian.



Gambar 10. Grafik hubungan konsentrasi ekstrak bawang putih dan mortalitas larva *P. xylostella*

Berdasarkan gambar 10 dapat diketahui bahwa nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,8831. Nilai ini menunjukkan bahwa tingkat kematian larva *P. xylostella* dipengaruhi oleh tingkat konsentrasi ekstrak bawang putih dan keduanya saling mempengaruhi sebesar 88,31%.

Nilai  $LC_{50}$  ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil Sasmitati *et al.* (2017) yang mengaplikasikan minyak atsiri bawang putih (*Allium sativum*) terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti* yang menunjukkan hasil  $LC_{50}$  sebesar 88.132 ppm dan  $LC_{90}$  sebesar 144.694 ppm. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak bawang putih lebih efektif digunakan untuk mengendalikan hama *P. xylostella* karena memiliki nilai  $LC_{50}$  yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai  $LC_{50}$  terhadap larva nyamuk *A. aegypti*. Penelitian lain terkait dengan pengaruh ekstrak air bawang putih terhadap mortalitas larva *Crocidolomia binotalis* yang dilakukan oleh Moniharopon dan Nindatu (2015) didapatkan nilai  $LC_{50}$  sebesar 4,63%, yang berarti pada konsentrasi 4,63% ekstrak air bawang putih mampu mematikan 50% larva *C. binotalis*.

Berdasarkan hasil pengamatan mortalitas larva *P. xylostella*, maka dapat diketahui nilai median *lethal time* ( $LT_{50}$ ). Median *Lethal Time* atau waktu mematikan ( $LT_{50}$ ) merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mematikan atau membunuh 50% serangga uji dari seluruh serangga yang diaplikasikan. Hasil analisa  $LT_{50}$  menunjukkan bahwa nilai  $LT_{50}$  tertinggi (terlama) terdapat pada konsentrasi 8.000 ppm yaitu 106 jam, sedangkan nilai  $LT_{50}$  terendah (tercepat) terdapat pada konsentrasi 20.000 ppm yaitu 55 jam (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil analisis  $LT_{50}$  ekstrak bawang putih terhadap larva *P. xylostella*

| Perlakuan | Konsentrasi (ppm) | Nilai $LT_{50}$ (jam) |
|-----------|-------------------|-----------------------|
| 1         | 8000              | 106                   |
| 2         | 12000             | 77                    |
| 3         | 16000             | 72                    |
| 4         | 20000             | 55                    |

Berdasarkan hasil analisa  $LT_{50}$  diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak bawang putih yang diaplikasikan, maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk mematikan atau membunuh larva *P. xylostella*. Nilai  $LC_{50}$  terdapat pada konsentrasi 8.570 ppm dan waktu yang dibutuhkan dalam mematikan atau membunuh larva *P. xylostella* pada konsentrasi tersebut sebesar 101,86 jam. Menurut penelitian Hasnah dan Hanif (2010) mengenai pengaruh ekstrak bawang putih terhadap rata-rata waktu kematian *Sitophilus zeamais* bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak bawang putih, maka semakin cepat waktu yang

dibutuhkan untuk menimbulkan kematian *S. zeamais*. Selain itu menurut Gassa (2011), pemberian konsentrasi ekstrak yang tinggi maka pengaruh yang akan ditimbulkan juga akan semakin tinggi.

#### 4.3 Pengaruh Ekstrak Bawang Putih terhadap Penurunan Aktivitas Makan Larva *P. xylostella*

Penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* diamati dengan cara menghitung luas daun yang dimakan oleh larva. Penurunan dapat dilihat dari berkurangnya daya makan dan kemampuan larva mengonsumsi makanan. Pengamatan luas daun dilakukan setiap 12 jam selama 2 hari setelah aplikasi. Berdasarkan hasil analisis ragam, diketahui bahwa aplikasi ekstrak bawang putih pada berbagai konsentrasi menunjukkan pengaruh nyata terhadap rerata penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* (Tabel lampiran 2,3,4,dan 5). Rerata penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* disajikan dalam tabel 4.

Tabel 4. Rerata persentase penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* setelah aplikasi

| Perlakuan | Konsentrasi (ppm) | Rerata Penurunan Aktivitas Makan (%) |                                |                                |                                |
|-----------|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|           |                   | 12 JSA<br>( $\bar{x} \pm SB$ )       | 24 JSA<br>( $\bar{x} \pm SB$ ) | 36 JSA<br>( $\bar{x} \pm SB$ ) | 48 JSA<br>( $\bar{x} \pm SB$ ) |
| P1        | 8000              | 12,69 ± 0,68a                        | 25,85 ± 2,66a                  | 37,34 ± 6,77a                  | 37,88 ± 3,8a                   |
| P2        | 12000             | 13,06 ± 0,66a                        | 34,12 ± 1,80b                  | 41,71 ± 1,52ab                 | 43,04 ± 12,96a                 |
| P3        | 16000             | 13,67 ± 1,03a                        | 36,67 ± 2,20b                  | 48,22 ± 5,68b                  | 47,22 ± 16,90a                 |
| P4        | 20000             | 13,82 ± 2,04a                        | 40,33 ± 0,52c                  | 68,36 ± 5,43c                  | 71,60 ± 2,31b                  |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata berdasarkan uji lanjut beda nyata terkecil (BNT) dengan taraf kesalahan 5%; SB: Simpangan Baku

Pada hasil pengamatan 12 jam setelah aplikasi (JSA), menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan P1 hingga P4. Hal tersebut disebabkan karena racun yang bersifat toksik dalam bawang putih belum bereaksi pada saat 12 jam setelah aplikasi.

Berbeda halnya pada pengamatan 24 hingga 48 JSA menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Persentase penurunan aktivitas makan tertinggi pada pengamatan 24 hingga 48 JSA yaitu pada aplikasi ekstrak bawang putih dengan konsentrasi 20.000 ppm. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak bawang putih yang diberikan, maka tingkat penurunan aktivitas makan larva *P. xylostella* akan semakin tinggi. Menurut Utomo *et al.* (2017), serangga

dapat mengenali senyawa-senyawa asing dalam makanannya dalam konsentrasi tertentu dan akan merespon atas kehadiran senyawa tersebut dalam makanannya dan salah satu senyawa yang dihasilkan oleh tumbuhan yaitu senyawa metabolik sekunder yaitu yang bersifat penolak (*repellent*), penghambat makan (*antifeedant/feeding deterrent*), penghambat perkembangan dan penghambat peneluran (*oviposition repellent/deterrent*) dan sebagai bahan kimia yang mematikan serangga dengan cepat.

Menurut Sasmilati *et al.* (2017) senyawa terpenoid adalah salah satu penyusun minyak atsiri yang dihasilkan oleh tumbuhan. Terpenoid yang terkandung dalam bawang putih merupakan senyawa yang bersifat *antifeedant*. Senyawa *antifeedant* tidak membunuh, tetapi menghambat selera makan pada larva dikarenakan terpenoid ini memiliki rasa pahit dan tajam yang menyebabkan larva tidak mau makan sehingga kelaparan dan mati. Hal tersebut diperkuat oleh pernyataan Budianto dan Tukiran (2012), yang menjelaskan bahwa sifat serangga yang menolak makan dapat disebabkan oleh senyawa pengganggu proses fisiologi yang terjadi pada sel reseptor kimiawi.

#### **4.4 Pengaruh Ekstrak Bawang Putih terhadap Keberhasilan Pupa menjadi Imago *P. xylostella***

Larva *P. xylostella* yang tidak mati setelah diberi aplikasi ekstrak bawang putih dapat melanjutkan perkembangan hingga stadia pupa. Pembentukan pupa berhubungan dengan mortalitas larva *P. xylostella*. Semakin tinggi mortalitas maka semakin rendah pupa yang terbentuk dan begitu juga sebaliknya. Hasil pengamatan pada ekstrak bawang putih terhadap larva *P. xylostella* menunjukkan bahwa ekstrak bawang putih mampu menekan pembentukan imago. Berdasarkan hasil analisis ragam, diketahui bahwa ekstrak bawang putih pada berbagai konsentrasi menunjukkan pengaruh nyata terhadap presentase pembentukan imago *P. xylostella* (Tabel lampiran 6). Rerata persentase pembentukan imago *P. xylostella* disajikan dalam tabel 5.

Tabel 5. Rerata pembentukan imago *P. xylostella* pada 14 hari setelah aplikasi

| Perlakuan | Konsentrasi (ppm) | Rerata Pembentukan Imago (%) $\pm$ SB |
|-----------|-------------------|---------------------------------------|
| P1        | 8000              | 76,70 $\pm$ 5,32 a                    |
| P2        | 12000             | 76,05 $\pm$ 3,70 a                    |
| P3        | 16000             | 56,67 $\pm$ 8,16 b                    |
| P4        | 20000             | 52,41 $\pm$ 17,41 b                   |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata berdasarkan uji lanjut beda nyata terkecil (BNT) dengan taraf kesalahan 5%; SB: Simpangan Baku

Tabel 5 menunjukkan bahwa persentase pembentukam imago yang muncul paling banyak terdapat pada konsentrasi ekstrak bawang putih 8.000 ppm sebesar 76,70%, sedangkan yang paling sedikit yaitu pada konsentrasi 20.000 ppm sebesar 52,41% dan tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 16.000 ppm sebesar 56,67%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa dari beberapa konsentrasi yang diaplikasikan, konsentrasi ekstrak bawang putih 16.000 ppm dan 20.000 ppm merupakan konsentrasi yang paling efektif dalam menekan pembentukan imago *P. xylostella*. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Utami dan Haneda (2012) bahwa konsentrasi ekstrak tanaman yang lebih tinggi mengandung senyawa aktif yang lebih banyak, sehingga keberhasilan terbentuknya pupa dan imago menjadi lebih sedikit. Menurut Khater (2012), tanaman aromatik menghasilkan banyak senyawa yang bersifat ovisidal, larvasida, adultisida, dan *repellent* atau merubah aktivitas makan, pertumbuhan dan perkembangan, ecdysis (*molting*), dan perilaku selama kawin atau oviposisi.

Hasil pengamatan secara visual pada 7 hari setelah aplikasi ditemukan beberapa malformasi bentuk pupa *P. xylosetlla*. Bentuk pupa *P. xylostella* setelah aplikasi ekstrak bawang putih yaitu apabila dilihat secara lateral pupa berbentuk pipih, kering, berwarna hitam pekat dan membusuk (Gambar 11a). Sedangkan bentuk pupa *P. xylostella* normal yaitu pada fase prapupa berwarna seperti larva dan lama kelamaan akan berwarna coklat terang hingga kegelapan (Gambar 11b).

Malformasi pupa tersebut diduga karena senyawa yang bersifat racun pada bawang putih membutuhkan waktu yang lebih lama dalam menginfeksi tubuh larva sehingga larva dapat bertahan pada fase berikutnya yaitu pupa. Malformasi pupa yang terjadi diduga karena terganggunya proses metabolisme dari larva

akibat senyawa yang terkandung pada bawang putih. Senyawa yang berperan dalam terjadinya malformasi pupa yaitu senyawa flavonoid. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sasmilati *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa senyawa flavonoid, yang terkandung dalam ekstrak bawang putih diduga mengganggu metabolisme energi di dalam mitokondria dengan menghambat sistem pengangkutan elektron. Pada fase pupa, senyawa aktif tersebut masih terus bekerja hingga yang ditandai dengan tidak normalnya pertumbuhan pupa *P. xylostella*. Hal ini sesuai dengan penelitian Hasnah dan Nasril (2009), yang menyatakan bahwa serangga yang peka terhadap senyawa aktif tersebut tidak langsung mati, melainkan serangga tersebut masih dapat bertahan dengan cara memaksimalkan pemanfaatan sumber energi di dalam tubuhnya tetapi tidak berkembang secara sempurna



Gambar 11. Malformasi bentuk pupa *P. xylostella*: (a) pupa *P. xylostella* 7 hari setelah aplikasi; (b) pupa *P. xylostella* normal

Pupa yang masih bertahan hidup akan melanjutkan fase hidup berikutnya yaitu imago. Larva *P. xylostella* yang berhasil menjadi pupa dan imago setelah aplikasi ekstrak bawang putih diduga karena sistem kekebalan tubuh dari masing-masing larva berbeda-beda dan senyawa yang bersifat racun dalam bawang putih tersebut tidak bekerja secara optimal di dalam tubuh larva. Hasnah dan Nasril (2009), menyatakan bahwa serangga yang tidak tahan terhadap senyawa aktif yang bersifat racun akan mengalami kematian, sebaliknya serangga yang bersifat toleran akan tetap bertahan sampai memasuki stadia berikutnya.

Berdasarkan hasil pengamatan, menunjukkan imago yang muncul setelah aplikasi ekstrak bawang putih memiliki bentuk yang normal yaitu terdapat satu

pasang antena, memiliki 3 pasang kaki, berwarna coklat kelabu, dan pada sayap terdapat gambaran atau profil berwarna putih (Gambar 12).



Gambar 12 . Imago *P. xylostella* normal setelah aplikasi ekstrak bawang putih



## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ekstrak bawang putih dengan metode pencelupan pakan pada konsentrasi 16.000 ppm dan 20.000 ppm lebih baik dalam meningkatkan mortalitas larva, menurunkan aktivitas makan larva, serta menekan pembentukan pupa menjadi imago *P. xylostella*. Ekstrak bawang putih dapat dijadikan sebagai alternatif dalam pengendalian hama *P. xylostella* karena senyawa yang terkandung dalam bawang putih mampu bersifat toksik terhadap larva *P. xylostella*.

### 5.2 Saran

Dalam upaya pengendalian hama tanaman sesuai dengan konsep pengendalian hama terpadu PHT, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang pengaruh lain dari ekstrak bawang putih terhadap hama *P. xylostella* seperti laju pertumbuhan relatif, efek repellensi, persistensinya pada tanaman inang, dan mengidentifikasi senyawa aktif yang berperan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbot, W. S. 1987. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of The American Mosquito Control Association* 3.
- 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
- Budianto, F. dan Tukiran. 2012. Biointeksida dari Tumbuhan Bakau Merah (*Rhizophora stylosa*. Griff) (Rhizophoraceae). UNESA. Surabaya. *Journal of Chemistry*. 1:24.
- Capinera, J.L. 2015. Diamondback moth scientific name: *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Insecta: Lepidoptera: Plutellidae). Diunduh dari [http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/diamondback\\_moth.htm#life](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/diamondback_moth.htm#life). Pada tanggal 26 Juni 2018.
- Gassa, A. Pengaruh Buah Pinang (*Areca catechu*) terhadap Mortalitas Keong Mas (*Pomacea canaliculata*) pada Berbagai Stadia. Fakultas Pertanian Universitas Hasanudin Makasar. *Jurnal Fitomedika* 7(3): 171-174.
- Hanani, S.J., R.P Hiola, dan L. Amalia. 2013. Uji Efektivitas Larutan Bawang Putih sebagai Insektisida Nabati untuk Membunuh Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. Skripsi. Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan dan Keolahragaan Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Haryanto, E. 2003. Sawi dan Selada. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hasnah dan I. Abubakar. 2007. Efektivitas Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum* L.) untuk Mengendalikan Hama *Crociodomia pavonana* F. *Jurnal Agrista* 11(2): 108-113.
- Hasnah dan Nasril. 2009. Efektivitas Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) terhadap Mortalitas *Plutella xylostella* L. pada Tanaman Sawi. *Jurnal Floratek* 4:29-40.
- Hasnah dan U. Hanif. 2010. Efektivitas Bawang Putih terhadap Mortalitas *Sitophilus zeamais* M. pada Jagung di Penyimpanan. Fakultas Pertanian Unsyiah, Darussalam Banda Aceh. *Jurnal Floratek* 5:1-10.
- Hasnah, H., dan N. N. Purnama. 2013. Keefektifan Ekstrak Daun Pare (*Momordica Charantia*) dalam Mengendalikan *Crociodomia pavonana* F. pada Tanaman Sawi. *Jurnal Floratek* 8:52-63.
- Herlinda, S. 2004. Dinamika Interaksi antara Parasitoid dengan Inangnya, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) pada Sayuran Brassicaceae. *Agria* 1 (1):10-17.
- Hernawan, U.E. dan A.D. Setyawan. 2003. Senyawa Organosulfur Bawang Putih (*Allium sativum*) dan Aktivitas Biologinya. *Jurnal Biofarmasi* 1(2): 65-76.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. Pest of Crops in Indonesia. Revised and Translate by Van der Laan. PT. Ichtar Baru Ban Hoeve. Jakarta.

- 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 21-24.
- Moniharapon, D.D. dan M. Nindatu. 2015. Pengaruh Ekstrak Air Bawang Putih (*Allium sativum*) terhadap Mortalitas Larva *Crocidolomia binotalis* pada Tanaman Kubis. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pattimura Ambon. *Jurnal Biopendix* 2(1): 1-7.
- Muta'ali, R. 2015. Pengaruh Ekstraksi Daun Beluntas (*Plucea indica*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura* F. *Jurnal Sains dan Seni*. 4(2):56-57.
- Nisma, U.N. 2011. Isolasi Senyawa Flavonoid dari Ekstrak Air Serbuk Daun Gamal (*Gliricidia maculata*) dan Uji Toksisitasnya terhadap Hama Kutu Putih Pepaya (*Paracoccus marginatus*). Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Noer, S., R.D. Pratiwi., dan E. Gresinta. 2018. Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin, dan Flavonoid sebagai Kuersetin) pada Ekstrak Daun Inggu (*Ruta angustifolia* L.). *Jurnal Ilmu-ilmu MIPA* 7(1): 19-29.
- Novizan. 2002. Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Pabbage dan Tenrirawe. 2007. Pengendalian Penggerek Batang Jagung (*Ostrinia furnacalis* G.) dengan Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.). *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVIII Komda Sul-Sel*, 2007.
- Rachman, A., Wardatun, S., dan Weandarlina, I.Y. 2015. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Saponin Ekstrak Metanol Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Stennis). Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan. Bogor.
- Rukmana. 2007. Budidaya Kubis. Kanisius. Yogyakarta.
- Rusdy, A. 2010. Pengaruh Pemberian Ekstrak Bawang Putih terhadap Mortalitas Keong Mas. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Unsyiah Banda Aceh. *Jurnal Floratek* 5:172-180.
- Samadi, B. 2000. Usaha Tani Bawang Putih. Kanisius. Yogyakarta.
- Sasmilati, U., A.D. Pratiwi., dan L.O.A. Saktiansyah. 2017. Efektivitas Larutan Bawang Putih (*Allium sativum* Linn) sebagai Larvasida terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti* di Kota Kendari Tahun 2016. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Halu Oleo. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat* 2(6):250-731.
- Sastrosiswojo, S., T. S. Uhan., dan R. Sutarya. 2005. Penerapan Teknolog PHT pada Tanaman Kubis. Bali Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.
- Seidel V., 2006. Initial and bulk extraction. In: Sarker SD, Latif Z, & Gray AI, editors. *Natural Products Isolation*. 2nd ed. Totowa (New Jersey). Humana Press Inc. hal. 31-5.

- Sholihati, H. 2015. Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap Mortalitas Ulat Tritisip (*Plutella xylostella*) pada Tanaman Kubis. Thesis. Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Purwokerto.
- Sinaga, R. 2009. Uji Efektivitas Pestisida Nabati terhadap Hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Soetomo. 1987. Bertanam Bawang. Bali Pustaka Karya Baru.
- Sriniastuti. 2005. Efektifitas Penggunaan *Bacillus thuringiensis* terhadap Serangan Ulat Daun *Plutella xylostella* pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea*) di Sungai Selamat. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Subiakto, S. 2002. Pestisida Nabati Pembuatan dan Pemanfaatan. Balai Penelitian Tanaman Hortikultura.
- Sudarmo, S. dan S. Mulyaningsih. 2014. Mudah Membuat Pestisida Nabati Ampuh. PT Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Sumadi, R.S. 2011. Identifikasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Teraktif Daun Sirih Merah (*P. crocatum* Ruiz dan Pav.). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Utami, S. 2010. Aktivitas Insektisida Bintaro (*Cerbera odollam* Garetn) terhadap Hama *Eurema* spp. pada Skala Laboratorium. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman 7 (4):211-220.
- Utami, S. dan N.F. Haneda. 2012. Bioaktivitas Ekstrak Umbi Gadung dan Minyak Nyamplung sebagai Pengendali Hama Ulat kantong (*Pteroma plagiophleps* Hampson). 9(4):209-218.
- Utomo, I.S., M. Hoesain., dan M.W. Jadmiko. 2017. Uji Efektivitas Ekstrak Akar Tuba (*Derris elliptica* B.) dan Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* D.) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Hama *Plutella xylostella* L. di Laboratorium. Fakultas Pertanian Universitas Jember. Gontor AGROTECH Science Journal 3:1.
- Waghorn, G.C., dan W.C. McNabb. 2003. Consequences of Plant Phenolic Compounds for Productivity and Health of Ruminants. Proc.Nutr.Soc. 62:383-392
- Wibowo, S. 2007. Budidaya Bawang Putih, Merah, dan Bombay. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Yennie, E., S. Elystia, A. Calvin, dan M. Irfhan. 2013. Pembuatan Pestisida Organik Menggunakan Metode Ekstraksi dari Sampah Daun Pepaya dan Umbi Bawang Putih. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Riau. Jurnal Teknik Lingkungan UNAND 10 (1):46-59.