

PENGARUH PEMBERIAN EKSTRAK BATANG KAYU KUNING (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) SEBAGAI BIOPESTISIDA PENGENDALIAN HAMA *Plutella xylostella* PADA TANAMAN SAWI (*Brassica juncea* (L.))

THE EFFECT OF YELLOW WOOD STEM (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) EXTRACT AS BIOPESTICIDE TO CONTROL *Plutella xylostella* PESTSON THE MUSTARD GREENS PLANTS (*Brassica juncea* (L.))

Oleh: Rizka Budiasti¹, Biologi, FMIPA, UNY
rizkabudiasti21@rocketmail.com
Prof. Dr. IGP Suryadarma², Dr. Ir. Suhartini, M.S.³
¹ mahasiswa Biologi UNY
^{2,3} dosen pendidikan biologi UNY

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis optimal ekstrak batang kayu kuning sebagai pengendali hama *Plutella xylostella* pada tanaman sawi caisim, persentase mortalitas hama *Plutella xylostella*, pemendekan siklus hidup hama *Plutella xylostella* menjadi pupa, dan ada tidaknya pengaruh terhadap morfologi tanaman sawi caisim setelah pemberian ekstrak batang kayu kuning. Penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas lima perlakuan variasi dosis ekstrak batang kayu kuning dengan lima ulangan yaitu L0 (kontrol), L1 (ekstrak batang kayu kuning 5%), L2 (ekstrak batang kayu kuning 10%), L3 (ekstrak batang kayu kuning 15%), dan L4 (ekstrak batang kayu kuning 20%). Hasil penelitian menunjukkan dosis optimal ekstrak batang kayu kuning yang menyebabkan terjadinya mortalitas hama *Plutella xylostella* tertinggi yaitu pada dosis 20%. Hasil uji Anova Satu Arah menunjukkan terdapat perbedaan sangat signifikan rata-rata persentase mortalitas hama *Plutella xylostella* menurut dosis ekstrak batang kayu kuning. Hasil penelitian juga menunjukkan ekstrak batang kayu menyebabkan terjadinya pemendekan siklus hidup hama *Plutella xylostella*, dengan persentase terjadinya pupa tertinggi pada dosis 15% dan terjadi penurunan rata-rata persentase pupa pada dosis 20%. Hasil uji Anova Satu Arah menunjukkan tidak terdapat perbedaan rata-rata persentase terjadinya pupa hama *Plutella xylostella*. Setelah aplikasi ekstrak terhadap tanaman sawi caisim, menunjukkan tanaman sawi caisim tetap hidup dan tidak ada perubahan secara morfologinya.

Kata kunci: Ekstrak batang kayu kuning, sawi caisim, mortalitas, hama *Plutella xylostella*.

Abstract

This research aimed to find out the optimal dose of yellow wood stem extract to control Plutella xylostella pests on mustard greens plants, the mortality percentage of Plutella xylostella pests, accelerate the life cycle of Plutella xylostella pests become cocoon, and as well as the effect on the morphology of mustard greens plants after given yellow wood stem extract. This research used experimental research design with Completely Randomized Design (CRD) consisted of five treatments with the variation on the doses of yellow wood stem extract with five repetitions. They were L0 (control), L1 (5% of yellow wood stem extract), L2 (10% of yellow wood stem extract), L3 (15% of yellow wood stem extract), and L4 (20% of yellow wood stem extract). The results showed that the optimal dose of yellow wood stem extract causing the highest mortality of Plutella xylostella pests was at a dose of 20%. From the results of One Way Anova test, it showed that there was a very significant difference on the average percentage of Plutella xylostella pests mortality caused by the yellow wood stem extract doses. The results of this research also showed that yellow wood stem extract leads to accelerate the life cycle of Plutella xylostella pests become cocoon with the highest percentage of cocoon occurrence was at a dose of 15% and there was a decline on the average percentage of cocoon at a dose of 20%. Based on the results of One Way Anova test, it showed that there was no difference on the average percentage of Plutella xylostella pests on the cocoon occurrence. After giving the treatment to the mustard greens plants, it showed that the mustard greens plants still alive and there was no changes on its morphology.

Keywords: Yellow wood stem extract, mustard greens plants, mortality, *Plutella xylostella* pests.

PENDAHULUAN

Salahsatu tantangan terbesar yang dihadapi dunia saat ini adalah masalah produksi bahan pangan yang cukup untuk mengimbangi pertumbuhan populasi penduduk dunia yang cepat. Menurut biro Statistik Amerika Serikat, penduduk dunia akan melampaui 5,5 – 6,0 milyar menjelang tahun 2000 dan 10 – 14 milyar menjelang tahun 2045. Dari data tersebut diketahui bahwa usaha peningkatan produksi pangan menjadi masalah yang mendesak untuk ditangani. Oleh sebab itu, berbagai cara ditempuh untuk mengatasi hal ini. Salah satu solusi yang ditawarkan adalah penggunaan pestisida sintesis yang dapat meminimalkan kehilangan hasil produksi pertanian akibat serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) (Kardinan, 2000: 1).

Menurut Kardinan (2000: 2), kehilangan hasil pertanian akibat OPT pada saat prapanen diperkirakan sebesar 30 – 35%, sedangkan pada pascapanen diperkirakan sebesar 10 – 20 %. Dengan demikian, kehilangan hasil keseluruhan yang diakibatkan OPT ini dapat mencapai 40 – 55%. Dalam beberapa kasus, OPT dapat mengakibatkan gagal panen. Dengan demikian, diharapkan dengan penggunaan pestisida sintesis dapat menekan keberadaan OPT dan mampu meningkatkan hasil produksi pertanian.

Penggunaan pestisida sintesis di lingkungan pertanian menjadi masalah yang sangat dilematis. Di satu pihak dengan digunakannya pestisida sintesis maka kehilangan hasil pertanian yang diakibatkan organisme pengganggu tanaman (OPT) dapat ditekan, tetapi dengan penggunaan pestisida sintesis yang kurang bijaksana sering menimbulkan dampak

Penggunaan pestisida yang kurang bijaksana (khususnya yang bersifat sintesis) sering merugikan terhadap lingkungan. Beberapa kasus yang merugikan tersebut di antaranya: 1) kasus keracunan (lebih dari 400.000 kasus dilaporkan per tahunnya, 1,50% di antaranya fatal); 2) polusi lingkungan (kontaminasi air, tanah, udara, hasil pertanian, dan dalam jangka panjang terjadi kontaminasi terhadap manusia dan kehidupan lainnya); 3) perkembangan serangga menjadi resisten, resurgen, ataupun toleran terhadap pestisida; 4) serta dampak negatif lainnya (Kardinan, 2000: 2).

Dampak residu dari pestisida sintesis yang berkepanjangan dapat terakumulasi pada produk pertanian seperti buah, sayuran, dan telur bebek yang digembalakan di sawah. Penelitian yang telah dilakukan di daerah Lembang dan Pangalengan (Jawa Barat) ditemukan cemaran residu pestisida DDT pada air susu ibu (ASI) mencapai 0,277736ppm (Suwahyono, 2010: 22). Data-data di atas memberikan gambaran bahwa penggunaan pestisida sintesis yang semena-mena telah memberikan dampak risiko yang berkepanjangan dan kondisi kritis terhadap keselamatan hayati serta lingkungan (Suwahyono, 2010: 22-23).

Negara Indonesia merupakan salah satu negara agraris, karena sektor pertanian di Indonesia masih menjadi prioritas pembangunan. Di Indonesia, dengan perkembangan populasi penduduk yang tergolong cepat, pangan merupakan masalah yang ditangani pemerintah secara serius (Kardinan, 2000: 2). Menurut Haryanto, dkk(2003: 1-2), ditinjau dari aspek

agroklimatologis, Indonesia sangat potensial untuk pembudidayaan sayur-sayuran, selain itu aspek teknis, ekonomis, dan sosial juga sangat mendukung pengusahaan sayuran di negeri kita.

Di antara bermacam-macam jenis sayuran yang dapat dibudidayakan tersebut, salah satunya adalah sawi (*Brassica juncea*(L.)). Sawi (*Brassica juncea*(L.)) sudah sangat dikenal baik dikalangan masyarakat Indonesia. Haryanto dkk (2003: iii), menyebutkan bahwa hasrat masyarakat untuk mengkonsumsi sawi (*Brassica juncea*(L.)) akhir-akhir ini menunjukkan peningkatan, sesuai dengan pertumbuhan penduduk, meningkatnya daya beli, gampangnya sayuran sawi (*Brassica juncea*(L.)) ditemukan di pasar, serta peningkatan gizi masyarakat.

Banyak faktor yang berpengaruh dalam bidang pertanian, antara lain iklim, tanah, dan teknik budidaya (Haryanto dkk, 2003: iii). Salah satu faktor penting dalam budidaya adalah cara pengelolaan tanaman itu sendiri baik melalui pemupukan atau penggunaan pestisida untuk mengendalikan hama penyakit. Masalah cara pengelolaan tanaman terutama untuk mengendalikan hama pada tanaman dengan menggunakan pestisida sintetis sebenarnya sudah bukan menjadi hal yang asing bagi petani. Namun, yang menjadi permasalahannya belum semua petani mengetahui cara penggunaan pestisida sintetis yang benar dan sesuai dengan takaran (dosis) dan memilih pestisida yang tepat, sehingga dalam penggunaan pestisida sintetis tersebut biasanya petani tidak memperhatikan cara penggunaan dan dosis yang tepat yang tertera pada label, melainkan menitikberatkan pada pemikiran mereka sendiri yang mana

dengan penggunaan takaran pestisida sintetis yang banyak maka hama tersebut akan lebih cepat mati dan tanaman mereka tidak rusak.

Hal tersebut sangat membahayakan bagi kesehatan manusia yang mengkonsumsi hasil pertanian mereka. Apabila sayuran sawi (*Brassica juncea*(L.)) yang dikonsumsi tersebut masih ada residu pestisida sintetis maka kandungan-kandungankimia dari pestisida sintetis tersebut akan ikut masuk ke dalam tubuh orang yang mengkonsumsinya. Jika hal tersebut dibiarkan, maka lama-kelamaan kandungan-kandungan kimia dari pestisida sintetis tersebut akan terakumulasi di dalam tubuh dan akan menyebabkan timbulnya berbagai macam penyakit di dalam tubuh karena pestisida sintetis yang terakumulasi di dalam tubuh manusia tersebut sangat sulit untuk didegradasi di dalam tubuh.

Untuk menghadapi berbagai tantangan pembangunan pertanian, peneliti tertantang untuk mampu membuat terobosan-terobosan dengan suatu alternatif yang dapat memberikan jalan keluar dari permasalahan dengan tidak melupakan kepedulian terhadap lingkungan dan mengutamakan keberpihakan kepada petani. Suatu alternatif pengendalian hama penyakit yang murah, mudah, praktis, dan relatif aman terhadap lingkungan sangat diperlukan oleh negara berkembang seperti Indonesia dengan kondisi petaninya yang memiliki modal terbatas untuk membeli pestisida sintetis yang harganya relatif mahal. Oleh sebab itu, sudah tiba saatnya untuk memasyarakatkan biopestisida yang ramah lingkungan yang terbuat dari ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) untuk mengendalikan hama yang sangat

merugikan petani karena dapat menurunkan mutu dan produksi pertanian. Salah satu hama yang sering menyerang tanaman sawi adalah *Plutella xylostella* atau ulat tritip (Rukmana, 1994). Dengan dikembangkan pemanfaatan biopestisida berbahan dasar batang tanaman kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) diharapkan petani atau pengguna dapat mempersiapkan sendiri cara pengendalian hama terpadu yang ramah lingkungan dengan cara sederhana, yaitu dilakukan dengan teknik penggerusan dan perendaman dengan air keran selama 24 jam untuk menghasilkan produk ekstrak. Penggunaan ekstrak dilakukan sesegera mungkin setelah pembuatan ekstrak dilakukan (Kardinan, 2000: 7).

Ekstrak batang tanaman kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) dapat digunakan sebagai biopestisida karena di dalam batang kayu kuning mengandung senyawa saponin, flavonoida dan terpen, di samping itu kayunya juga mengandung glikosida dan alkaloid (Sitepu dan Sutikno, 2001). Menurut Endah dan Heri (2000) bahwa fungsi senyawa alkaloid, saponin, flavonoid, glikosida dan terpen dapat menghambat daya makan larva (*antifeedant*). Cara kerja senyawa-senyawa tersebut adalah dengan bertindak sebagai *stomach poisoning* atau racun perut. Oleh karena itu, apabila senyawa-senyawa tersebut masuk dalam tubuh serangga, alat pencernaannya akan terganggu. Senyawa-senyawa yang terkandung dalam ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) tersebut juga menghambat indera perasa pada daerah mulut larva. Hal ini mengakibatkan larva gagal mendapatkan stimulus rasa sehingga tidak mampu mengenali

makanannya. Akhirnya larva akan mati kelaparan (Ahmed dkk, 2009).

Oleh karena itu, penulis tertarik melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Pemberian Ekstrak Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) sebagai Biopestisida Pengendalian Hama *Plutella xylostella* pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* (L.))”. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) yang berpengaruh optimal sebagai pengendali hama *Plutella xylostella* pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* (L.)), persentase mortalitas hama *Plutella xylostella*, pemendekan siklus hidup hama *Plutella xylostella* dan untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) terhadap morfologi tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* (L.)). Selain itu juga untuk mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan pestisida sintesis untuk pengendalian hama *Plutella xylostella* pada tanaman sawi karena pestisida sintesis termasuk salah satu faktor yang dapat membahayakan keselamatan hayati, termasuk manusia dan keseimbangan ekosistem.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen satu faktor.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di *Green House Kebun Biologi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri

Yogyakarta. Penelitian ini berlangsung selama \pm 2 bulan yaitu bulan Februari – April 2016.

Variabel penelitian

Variabel penelitian ini antara lain sebagai berikut. Variabel bebas yang meliputi variasi dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.)), yaitu dosis 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Variabel terikat yang meliputi persentase mortalitas hama *Plutella xylostella*, pemendekan siklus hidup hama *Plutella xylostella*, dan ada tidaknya perubahan morfologi tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* (L.)). Variabel kontrol yang meliputi cara pengekstrakan, umur hama *Plutella xylostella*, umur bibit sawi, dan tempat pembiakan.

Prosedur

Rancangan penelitian ini disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas lima perlakuan variasi dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.)) dan masing-masing dosis perlakuan terdiri dari lima ulangan. Lima perlakuan variasi dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.)), yaitu sebagai berikut: dosis 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%.

Prosedur penelitian ini antara lain sebagai berikut:

Penyemaian Benih Sawi

Benih sawi direndam dalam bak berisi air, kemudian dipilah antara benih yang tenggelam dan mengapung. Benih yang tenggelam adalah benih yang terbaik untuk dilakukan penyemaian. Media semai yang digunakan adalah tanah. Tanah dimasukkan ke dalam tray penyemaian diisi penuh, kemudian

benih ditebar di permukaan tanah. Penyemaian dilakukan selama 14 hari dengan penyiraman setiap pagi dan sore hari.

Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan berupa tanah, pupuk kandang, dan sekam padi mentah dengan campuran perbandingan 2:1:1. Campuran media tanam tersebut dimasukkan ke dalam polibag yang berukuran 20x30 cm.

Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman Sawi

Benih yang telah mempunyai 3-4 helai daun, tidak terinfeksi hama dan penyakit (daunnya berwarna hijau, tidak layu, tidak melipat, dan tangkai daunnya panjang, ramping, berwarna hijau keputihan), dipindahkan ke dalam polibag yang berjumlah 25 buah. Masing-masing polibag berisi satu benih sawi. Kemudian setelah 7 hari usia tanam diberikan pupuk urea sebanyak 3 gram diencerkan dengan air keran sampai volume 1000 ml lalu disemprotkan ke tanaman sawi sebanyak 25 polibag. Selanjutnya setiap 3 hari sekali disemprot pupuk urea lagi dengan formulasi yang sama. Pemeliharaan juga meliputi penyiraman yang dilakukan 2 kali sehari pagi dan sore hari, serta pengendalian gulma dilakukan secara manual.

Pengumpulan Hama *Plutella xylostella*

Larva *Plutella xylostella* (ciri-ciri: berwarna hijau, panjang: 4-6 mm, dan lebar 0,5-1 mm) dikumpulkan dari perkebunan sawi caisim di Jalan Kaliurang km 16, Sempu, Pakembinangun, Sleman, Yogyakarta dengan cara mengambil larva *Plutella xylostella* dengan menggunakan kuas kecil dan memasukkannya ke dalam toples yang di dalamnya telah diisi dengan daun sawi caisim segar sebagai makanannya.

Toples tersebut ditutup dengan kain kassa agar sirkulasi udara di dalam toples tetap terjaga. Setelah memperoleh jumlah larva yang dibutuhkan, peneliti mensortir larva *Plutella xylostella*. Peneliti memilih larva yang sudah menginjak usia instar III berdasarkan ciri morfologi larva (yaitu: ukuran panjang, lebar, dan warna larva *Plutella xylostella*). Selanjutnya larva diadaptasikan selama satu hari di dalam wadah toples yang di dalamnya telah diberi daun sawi caisim segar. Setelah diadaptasikan selama satu hari, kemudian larva instar III *Plutella xylostella* diinfeksi ke tanaman sawi caisim yang sudah berumur 21 hari.

Pelepasan Hama *Plutella xylostella*

Pelepasan hama dilakukan pada saat sawi caisim berumur 21 hari setelah penanaman. Sebanyak lima hama (larva instar III *Plutella xylostella*) diinfeksi ke setiap sawi yang tumbuh dalam polibag.

Pembuatan Ekstrak Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.)

a. pembuatan Starter Ekstrak Batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.)

Ekstrak Batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) segar ditimbang sebanyak 100 g. Kemudian dihaluskan dan dilarutkan dalam 1000 ml air. Setelah itu diaduk secara merata selama 15 menit. Campuran tersebut kemudian didiamkan selama 24 jam, selanjutnya disaring dengan menggunakan saringan yang telah dilapisi dengan kain kassa berlapis. Campuran hasil saringan tersebut yang digunakan sebagai starter ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.).

Biopestisida yang berbahan dasar batang tanaman kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) dibuat dengan cara sederhana (jangka pendek). Cara sederhana yaitu dilakukan dengan teknik penggerusan dan perendaman dengan air keran selama 24 jam untuk menghasilkan produk ekstrak. Penggunaan ekstrak biasanya dilakukan sesegera mungkin setelah pembuatan ekstrak dilakukan, karena penggunaan biopestisida biasanya hanya untuk luasan terbatas dan dalam jangka waktu penyimpanan terbatas (langsung pakai) (Kardinan, 2000: 7).

b.

embuat Konsentrasi Ekstrak Batang Kayu Kuning dari Starter (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.)

Pembuatan variasi konsentrasi ekstrak batang kayu kuning dari starter yaitu sebagai berikut:

- 1) Ekstrak batang kayu kuning 5% (50 ml ekstrak batang kayu kuning dicampur dengan 950 ml air).
- 2) Ekstrak batang kayu kuning 10% (100 ml ekstrak batang kayu kuning dicampur dengan 900 ml air).
- 3) Ekstrak batang kayu kuning 15% (150 ml ekstrak batang kayu kuning dicampur dengan 850 ml air).
- 4) Ekstrak batang kayu kuning 20% (200 ml ekstrak batang kayu kuning dicampur dengan 800 ml air).

Aplikasi Perlakuan

Aplikasi dilakukan satu hari setelah infeksi hama uji (Rahayu, 2009). Aplikasi penyemprotan menggunakan handsprayer dan waktu penyemprotan dilakukan pada sore hari pukul 15.00-17.00 WIB. Penyemprotan

dilakukan pada sore hari karena larva instar III *Plutella xylostella* paling aktif memakan daun pada saat sore hari hingga matahari akan terbit kembali. Penyemprotan dilakukan secara teratur yaitu setiap 2 hari sekali.

Peubah Amatan

a.

ersentase	Mortalitas	Larva	<i>Plutella xylostella</i>
-----------	------------	-------	----------------------------

Larva yang mati adalah larva yang tidak bergerak lagi. Pengamatan dilakukan 1 hari setelah aplikasi ekstrak dengan cara disemprotkan. Penyemprotan biopestisida berupa ekstrak batang tanaman kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) dilakukan sebanyak dua kali yaitu setiap 2 hari sekali. Penyemprotan pertama dilakukan pada hari Kamis, 07 April 2016 dan penyemprotan ke dua dilakukan pada hari Sabtu, 09 April 2016. Pengamatan juga dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada hari Jumat, 08 April 2016 dan hari Minggu, 10 April 2016.

Persentase mortalitas larva dihitung dengan rumus:

$$M = \frac{a}{N} \times 100\%$$

Keterangan: M = Persentase mortalitas
a = Jumlah hama yang mati
N = Jumlah hama yang diinfeksi

b.

ersentase	Larva	<i>Plutella xylostella</i>	yang	Menjadi Pupa
-----------	-------	----------------------------	------	--------------

Pengamatan dilakukan 1 hari setelah aplikasi ekstrak yang dilakukan dengan cara disemprotkan. Penyemprotan dilakukan sebanyak dua kali yaitu setiap 2 hari sekali. Penyemprotan pertama dilakukan pada hari

Kamis, 07 April 2016 dan penyemprotan kedua dilakukan pada hari Sabtu, 09 April 2016. Pengamatan juga dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada hari Jumat, 08 April 2016 dan hari Minggu, 10 April 2016. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah pupa yang normal, ditandai dengan pertumbuhan sempurna.

Persentase larva yang menjadi pupa dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{p}{N} \times 100\%$$

Keterangan: P = Persentase pupa
p = Jumlah larva instar III yang menjadi pupa
N = Jumlah hama yang diinfeksi

Instrumen Penelitian

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: batang kayu kuning, hama *Plutella xylostella* (larva instar III), air keran, biji sawi, pupuk kandang, sekam padi, tanah, pupuk urea, blender, saringan, toples, pisau, polibag, sekop, ember, erlenmeyer, gelas ukur, kuas kecil, gunting, handsprayer, pipet tetes, kain kassa, kelambu, bambu.

Teknik Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah analisis *One Way ANOVA* (*Analysis of Variance*) untuk mengetahui perbedaan kontrol dengan perlakuan. Apabila hasil uji ANOVA menunjukkan adanya pengaruh atau berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf nyata 5% untuk mengetahui perbedaan dari masing-masing kelompok perlakuan (Suhandoyo, 2010: 6).

Persentase mortalitas larva dihitung dengan rumus :

$$M = \frac{a}{N} \times 100\%$$

Keterangan: M = Persentase mortalitas
 a = Jumlah hama yang mati
 N = Jumlah hama yang

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Dosis Ekstrak Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) terhadap Mortalitas Larva Instar III *Plutella xylostella*

1. Data Hasil Pengamatan Jumlah

Jumlah Total Hama	Dosis	Jumlah Total Mortalitas	Persentase Mortalitas (%)
25	0%	0	0
25	5%	11	44
25	10%	16	64
25	15%	19	76
25	20%	23	92

Mortalitas Larva Instar III *Plutella xylostella*

Tabel 1. Data Hasil Pengamatan Jumlah Mortalitas Larva Instar III *Plutella xylostella*

Dosis Ekstrak Batang Kayu Kuning	Rata-rata persentase mortalitas ± SD
0%	0,00 ± 0,00
5%	4,40 ± 2,27 ^a
10%	6,00 ± 2,11 ^{ab}
15%	7,60 ± 2,27 ^{bc}
20%	9,20 ± 1,93 ^c
Total	5,44 ± 3,68

B

erda
sark
an
data
di
atas
dapa
t

dilihat bahwa jumlah mortalitas (kematian) larva instar III *Plutella xylostella* mengalami peningkatan sejalan dengan kenaikan dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.), hal tersebut terlihat mulai dari perlakuan dosis 0% (kontrol) sampai dengan dosis 20%. Persentase mortalitas larva instar III *Plutella xylostella* tertinggi ditunjukkan pada kelompok dosis 20% yaitu sebesar 92%.

2. Data Hasil Analisis Statistik Mortalitas Larva Instar III *Plutella xylostella*

Tabel 2. Rata-rata Persentase Mortalitas Larva Instar III *Plutella xylostella*

Keterangan:

Keterangan: huruf yang sama menunjukkan rata-rata persentase mortalitas sama.

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan rata-rata persentase mortalitas larva instar III *Plutella xylostella* yang paling rendah setelah aplikasi ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) yaitu pada kelompok perlakuan dengan dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) 5% yaitu sebesar 4,40% dengan standar deviasi sebesar 2,27%. Sedangkan rata-rata persentase mortalitas larva instar III *Plutella xylostella* yang paling tinggi pada kelompok perlakuan dengan dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) 20% sebesar 9,20% dengan standar deviasi sebesar 1,93%. Hal ini menunjukkan peningkatan persentase mortalitas pada larva instar III *Plutella xylostella* sejalan dengan kenaikan dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.). Karena semakin tinggi dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.), maka semakin besar pula bahan racun yang ada di dalam ekstrak tersebut.

Berdasarkan data hasil analisis statistik yang tertera pada Tabel 2 mengenai rata-rata persentase mortalitas larva instar III *Plutella xylostella*, menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) yang diaplikasikan terhadap larva instar III *Plutella xylostella* maka semakin tinggi persentase mortalitas larva instar III *Plutella xylostella*. Hal ini berarti kenaikan dosis

ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) berbanding lurus dengan peningkatan bahan racun yang ada di dalam ekstrak tersebut, sehingga daya bunuh yang ditimbulkan semakin tinggi untuk membunuh larva instar III *Plutella xylostella*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) sebagai pengendali hama *Plutella xylostella* pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* (L.)) telah menyebabkan terjadinya mortalitas hama *Plutella xylostella* paling tinggi yaitu pada dosis 20%.

Kematian larva instar III *Plutella xylostella* ini disebabkan oleh racun yang terkandung dalam ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) terutama kandungan alkaloid, saponin, flavonoid, glikosida dan terpen. Senyawa-senyawa yang terkandung di dalam batang kayu kuning tersebut memang tidak membunuh hama larva instar III *Plutella xylostella* secara cepat, tetapi berpengaruh terhadap daya makan larva instar III *Plutella xylostella*. Dengan perlakuan aplikasi ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) lebih efektif mengurangi intensitas serangan larva instar III *Plutella xylostella*. Hal ini terjadi karena pengaruh senyawa-senyawa yang terdapat pada batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) yang mampu mengurangi bahkan menghambat daya makan larva *Plutella xylostella*. Menurut Endah dan Heri (2000) bahwa fungsi senyawa alkaloid, saponin, flavonoid, glikosida dan terpen dapat menghambat daya makan larva (*antifeedant*). Daya makan larva menjadi terhambat karena kandungan-kandungan yang terdapat dalam ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava*

(L.) Merr.) tersebut menghambat indera perasa pada daerah mulut larva. Hal ini mengakibatkan larva *Plutella xylostella* gagal mendapatkan stimulus rasa sehingga tidak mampu mengenali makanannya (Ahmed dkk, 2009). Akhirnya larva *Plutella xylostella* akan mati kelaparan. Hal tersebut juga sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa, cara kerja (*mode of action*) dari molekul biopestisida tersebut dapat sebagai biotoksin (beracun), pencegah makan (*antifeedant, feeding deterrent*) (EPA, 1989 dalam Suryaningsih, 2004: 3).

Sitepu dan Sutikno (2001) menyebutkan bahwa dalam batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) mengandung senyawa saponin, flavonoida dan tanin, di samping itu kayunya juga mengandung glikosida dan alkaloid. Bahan aktif saponin, flavonoida, glikosida, dan alkaloid juga merupakan racun perut (*stomach poisoning*) terhadap serangga (Kardinan, 2004). Oleh karena itu, apabila senyawa-senyawa tersebut masuk dalam tubuh larva *Plutella xylostella*, alat pencernaannya akan terganggu.

Setelah ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) diaplikasikan terhadap larva instar III *Plutella xylostella*, juga terjadi perubahan perilaku larva instar III *Plutella xylostella*. Larva instar III *Plutella xylostella* yang tadinya gerakannya pasif dan bergerak lambat hanya untuk memakan daun sawi (*Brassica juncea* (L.)), setelah aplikasi ekstrak gerakannya menjadi aktif dan mencari sisi daun yang tidak terkena aplikasi ekstrak. Hal ini sesuai dengan pendapat Surtikanti (1981), yang menyatakan peracunan pada serangga dapat mengakibatkan gangguan syaraf yang menyebabkan perilaku serangga menjadi

abnormal, sehingga dapat mati dan dapat pula sembuh dari kelumpuhan. Namun, setelah \pm 2 menit, larva instar III *Plutella xylostella* tersebut kemudian tidak bergerak lagi, tetapi masih tetap menempel pada daun sawi (*Brassica juncea* (L.)) meskipun sudah tidak ada aktivitas memakan daun lagi. Hal tersebut terjadi karena senyawa-senyawa yang terkandung dalam ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) seperti kandungan senyawa alkaloid, saponin, flavonoid, glikosida dan terpen menghambat indera perasa pada daerah mulut larva seperti yang telah dijelaskan di atas.

Dari penjelasan di atas berarti dapat disimpulkan bahwa biopestisida yang berbahan dasar dari ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr) merupakan biopestisida nonsistemik, karena setelah diaplikasikan dengan cara disemprotkan pada tanaman sasaran, biopestisida yang berbahan dasar dari ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr) tidak diserap oleh jaringan tanaman, tetapi hanya menempel di bagian luar tanaman sehingga larva instar III *Plutella xylostella* tersebut menghentikan aktivitas memakannya. Djojsumarto, (2008: 42) menyatakan bahwa, biopestisida nonsistemik bekerja dengan cara mencegah makan (*antifeedant, feeding deterrent*), penolak (*repellent*) dan atau pengganggu alami. Biopestisida nonsistemik sering disebut biopestisida kontak.

Menurut cara masuk biopestisida ke dalam tubuh serangga sasaran, racun kontak adalah biopestisida yang masuk ke dalam tubuh serangga lewat kulit (bersinggungan langsung). Serangga hama akan mati bila bersinggungan

(kontak langsung) dengan biopestisida tersebut. Kebanyakan racun kontak juga berperan sebagai racun perut (Djojsumarto, 2008: 43). Racun

lambun
g
(racun
perut,
stomac
h
poison)

Dosis	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0%	10	.00			
5%	10		4.40		
10%	10		6.00	6.00	
15%	10			7.60	7.60
20%	10				9.20
Sig.		1.000	.069	.069	.069

adalah biopestisida-biopestisida yang membunuh serangga sasaran bila biopestisida tersebut masuk ke dalam organ pencernaan serangga dan diserap oleh dinding saluran pencernaan. Selanjutnya, biopestisida tersebut dibawa oleh cairan tubuh serangga ke tempat sasaran yang mematikan (misalnya ke susunan syaraf serangga) (Djojsumarto, 2008: 42).

3. Uji Anova Satu Arah Pengaruh Dosis Ekstrak Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) terhadap Mortalitas Larva Instar III *Plutella xylostella*

Tabel 3. Uji Anova Satu Arah Pengaruh Dosis Ekstrak Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) terhadap Mortalitas Larva Instar III *Plutella xylostella*

Keterangan: $\alpha = 0,05$ (taraf kepercayaan 95%).

Berdasarkan hasil Uji Anova Satu Arah mengenai pengaruh dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) terhadap mortalitas larva instar III *Plutella xylostella* yang tertera pada Tabel 3, menunjukkan terdapat perbedaan sangatsignifikan rata-rata persentase mortalitas larva instar III *Plutella xylostella* menurut dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh

dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) terhadap mortalitas larva instar III *Plutella xylostella*.

4. Uji Duncan Pengaruh Dosis Ekstrak Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) terhadap Mortalitas Larva Instar III *Plutella xylostella*

Tabel 4. Uji Duncan Pengaruh Dosis Ekstrak Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) terhadap Mortalitas Larva Instar III *Plutella xylostella*

Berdasarkan hasil uji Duncan menunjukkan ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) sebagai pengendali hama *Plutella xylostella* pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* (L.)) pada dosis 5% dan dosis 10%, dosis 10% dan dosis 15%, serta dosis 15% dan dosis 20% mempunyai pengaruh yang sama terhadap tingkat mortalitas hama *Plutella xylostella*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan pengaruh tingkat mortalitas pada penggunaan dosis 5% dan dosis 15%, dosis 5% dan dosis 20%, serta dosis 10% dan dosis 20% ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) sebagai pengendali hama *Plutella xylostella* pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* (L.)).

B. Pengaruh Dosis Ekstrak Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) terhadap Pemendekan Siklus Hidup Larva Instar III *Plutella xylostella* yang

	SS	df	MS	F	Sig.
Between Groups	497,92	4	124,48	33,66	0,000
Within Groups	166,40	45	3,70		
Total	664,32	49			

Menjadi Pupa

1. Data Hasil Pengamatan Jumlah Larva Instar III *Plutella xylostella* yang Menjadi Pupa

N = Jumlah hama yang diinfeksi

Tabel 5. Data Hasil Pengamatan Jumlah Larva Instar III *Plutella xylostella* yang Menjadi Pupa

Jumlah Total Hama	Dosis	Jumlah Total Pupa	Persentase Pupa (%)
-------------------	-------	-------------------	---------------------

Berdasarkan data di atas dapat dilihat bahwa persentase larva instar III *Plutella xylostella* yang menjadi pupa mengalami peningkatan sampai dengan kelompok dosis 15% kemudian mengalami penurunan pada kelompok dosis 20%.

2. Data Hasil Analisis Statistik Pemendekan Siklus Hidup Larva Instar III menjadi Pupa

Tabel 6. Rata-rata Persentase Pemendekan Siklus Hidup Larva Instar III *Plutella xylostella* yang menjadi Pupa

Dosis Ekstrak Batang Kayu Kuning	Rata-rata pemendekan siklus hidup larva instar III <i>Plutella xylostella</i> yang menjadi pupa ± SD
0%	0,00 ± 0,00 ^a
5%	0,40 ± 1,26 ^a
10%	0,80 ± 1,69 ^a
15%	1,20 ± 1,93 ^a
20%	0,80 ± 1,69 ^a
Total	0,64 ± 1,48

25	0%	0	0
25	5%	1	4
25	10%	2	8
25	15%	3	12
25	20%	2	8

Keterangan: Penyemprotan biopestisida dilakukan sebanyak dua kali yaitu setiap 2 hari sekali. Penyemprotan pertama dilakukan pada hari Kamis, 07 April 2016 dan penyemprotan kedua dilakukan pada hari Sabtu, 09 April 2016. Pengamatan Ke-1= Jumat, 08 April 2016 Pengamatan Ke-2 = Minggu, 10 April 2016 Persentase larva yang menjadi pupa dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{p}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

- P = Persentase pupa
- p = Jumlah larva instar III yang menjadi pupa

Keterangan: huruf yang sama menunjukkan rata-rata persentase pupa sama.

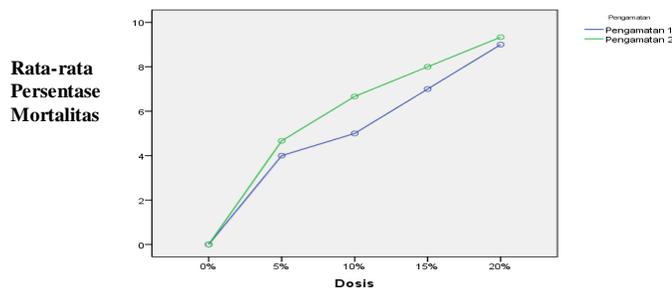
Berdasarkan hasil analisis statistik yang tertera pada Tabel 6 menunjukkan terjadinya peningkatan rata-rata persentase terbentuknya pupa sampai pada kenaikan dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) 15% dan terjadi penurunan rata-rata persentase terbentuknya pupa pada dosis 20%. Hasil penelitian ini menunjukkan ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) sebagai pengendali hama *Plutella xylostella* pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* (L.)) menyebabkan terjadinya pemendekan siklus hidup hama *Plutella xylostella*, dengan

persentase terjadinya pupa tertinggi pada kelompok dosis 15%.

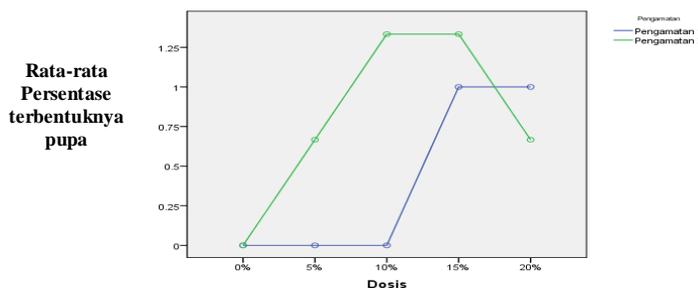
Rukmana (1994) menyebutkan bahwa siklus hidup larva instar III *Plutella xylostella* untuk menjadi pupa membutuhkan waktu 6 hari. Karena sebelum menjadi pupa, larva instar III larva *Plutella xylostella* yang berlangsung selama 3 hari harus melalui Instar IV terlebih dahulu yang berlangsung selama 3 hari baru

	SS	Df	MS	F	Sig.
Between Groups	8.320	4	2.080	.944	.448
Within Groups	99.200	45	2.204		
Total	107.520	49			

setelah itu menjadi pupa. Namun, dalam penelitian ini belum ada 6 hari, larva *Plutella xylostella* sudah berubah menjadi pupa. Hal tersebut menunjukkan bahwa larva *Plutella xylostella* memendekkan siklus hidupnya karena berada dalam kondisi lingkungan yang tertekan yang disebabkan oleh aplikasi penyemprotan ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.).



Gambar 1. Rata-rata Persentase Mortalitas Larva Instar III menurut Dosis Ekstrak Batang Kayu Kuning dan Waktu Pengamatan



Gambar 2. Rata-rata Pemendekan Siklus Hidup Larva Instar III *Plutella xylostella* yang Menjadi Pupa Menurut Dosis Ekstrak Batang Kayu Kuning dan Waktu Pengamatan

3. Uji Anova Satu Arah Pengaruh Dosis Ekstrak Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) terhadap Pemendekan Siklus Hidup Larva Instar III *Plutella xylostella* yang Menjadi Pupa

Tabel 7. Uji Anova Satu Arah Pengaruh Dosis Ekstrak Batang Kayu Kuning terhadap Pemendekan Siklus Hidup Larva Instar III *Plutella xylostella* yang Menjadi Pupa

Keterangan: $\alpha = 0,05$ (taraf kepercayaan 95%).

Berdasarkan hasil uji Anova Satu Arah yang tertera pada Tabel 7 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata persentase terbentuknya pupa larva instar III *Plutella xylostella* menurut dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) terhadap terbentuknya pupa larva instar III *Plutella xylostella*.

daun lonjong, halus, tidak berbulu, tidak berkrop, tangkai daunnya panjang, langsing, dan berwarna putih kehijauan, serta daunnya lebar memanjang, tipis, dan berwarna hijau. Selama waktu pengamatan daun sawi caisim (*Brassica juncea* (L.)) menjadi berlubang karena akibat dari serangan larva instar III *Plutella xylostella*.

C. Ada Tidaknya Perubahan Morfologi Tanaman Sawi Caisim (*Brassica juncea* (L.)) setelah Aplikasi Ekstrak Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.)

Tabel 8. Ada Tidaknya Perubahan Morfologi pada Tanaman Sawi Caisim (*Brassica juncea* (L.)) setelah Aplikasi Ekstrak Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.)

Keterangan: Tidak ada perubahan morfologi pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* (L.)) yang dimaksud yaitu sebagai berikut: daun dan batangnya tetap segar (tidak layu). Tangkai daunnya panjang, langsing, dan berwarna putih kehijauan. Daunnya lebar memanjang, tipis, dan berwarna hijau. Daun berlubang akibat dari serangan larva instar III *Plutella xylostella*.

Pestisida sintetis yang sering digunakan untuk membasmi hama pada tanaman sering kali menyebabkan perubahan morfologi pada tanaman yang terkena paparan dari pestisida sintetis tersebut, misalnya daun menjadi keriput atau melipat. Sedangkan berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian mengenai ada tidaknya perubahan morfologi pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* (L.)) setelah aplikasi ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) yang tertera pada Tabel 8, menunjukkan tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* (L.)) tidak ada perubahan secara morfologinya, yaitu daun dan batangnya tetap segar (tidak layu). Tangkai daunnya panjang, langsing, dan berwarna putih kehijauan. Daunnya lebar memanjang, tipis, dan berwarna hijau. Hal tersebut sesuai dengan teori yang disebutkan oleh Haryanto, dkk (2003: 9-11), secara umum tanaman sawi biasanya mempunyai

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan

Dosis / Ulangan	Ada Tidaknya Perubahan Morfologi pada Tanaman Sawi Caisim (<i>Brassica juncea</i> (L.))				
	I	II	III	IV	V
0%	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
5%	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
10%	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
15%	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
20%	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada

pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) berpotensi sebagai bahan aktif biopestisida pengendalian hama *Plutella xylostella*. Dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) yang menunjukkan pengaruh paling

signifikan terhadap mortalitas hama *Plutella xylostella* yaitu pada dosis 20%.

2. Kenaikan dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) berbanding lurus dengan rata-rata persentase mortalitas hama *Plutella xylostella*. Rata-rata persentase mortalitas larva instar III *Plutella xylostella* yang paling tinggi pada kelompok perlakuan dengan dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) 20% sebesar 9,20% dengan standar deviasi sebesar 1,93%.
3. Berdasarkan data yang diperoleh dari pengamatan, ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) memberi pengaruh terhadap pemendekan siklus hidup larva instar III *Plutella xylostella* menjadi pupa. Sedangkan berdasarkan analisis hasil uji Anova Satu Arah menunjukkan tidak terdapat pengaruh dosis ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) terhadap terjadinya pemendekan siklus hidup larva instar III *Plutella xylostella* menjadi pupa.
4. Aplikasi ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) tidak berpengaruh terhadap morfologi tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* (L.)) yang ditunjukkan dengan tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* (L.)) tetap hidup, daunnya berwarna hijau, daun tetap segar atau tidak layu dan tidak melipat, tangkai daunnya panjang, langsing, dan berwarna hijau keputihan. Daun menjadi berlubang akibat serangan larva instar III *Plutella xylostella*

yang memakan daun sawi caisim (*Brassica juncea* (L.)).

Saran

Bagi Saintis di Bidang Pertanian

1. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut di lapangan untuk mengetahui efektivitas ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) untuk perlakuan di lapangan.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap pengaruh dosis dan frekuensi penyemprotan biopestisida yang terbuat dari ekstrak batang kayu kuning (*Arcangelisia flava* (L.) Merr.) pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* (L.)) di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, dkk. 2009. Tanaman Minda sebagai Bahan Insektisida Botani. p. 187-190. <http://www.kehati.or.id/florakita/browser.php?docid=588>. Diunduh pada tanggal 09 Mei 2016.
- Djojosumarto, Panut. 2008. *Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian*. Yogyakarta: Kanisius.
- Endah, S. dan Heri, K. 2000. Manfaat Daun Ekstrak Pare Cegah Demam Berdarah. <http://www.jawapos.co.id/in>. Diunduh pada tanggal 09 Mei 2016.
- EPA. 1989. Environmental Protection Agency. *Proposal Guidelines for Registering Biorational Pesticides*. Federal Register Vol 40. Pesticides Program Part 163.
- Haryanto, Eko. 2003. *Sawi dan Selada*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Kardinan, Agus. 2000. *Pestisida Nabati: Ramuan dan Aplikasi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Kardinan, Agus. 2004. *Pestisida Nabati*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rukmana, Rahmat. 1994. *Budidaya Kubis Bunga dan Broccoli*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sitepu, D. dan P. Sutikno. 2001. Peranan Tanaman Obat Dalam Pengembangan Hutan Tanaman. *Bulletin Kehutanan* 2 (2): 14-18.
- Suhandoyo. 2010. *Petunjuk Praktikum Rancangan Percobaan*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Surtikanti. 1981. Hortikultura. *Majalah Ilmiah Populer LPH dan Pengembangan Pertanian*. Jakarta: Departemen Pertanian.
- Suryaningsih, Euis., Widjaja W, Hadisoeganda. 2004. *Pestisida Botani Untuk Mengendalikan Hamada Dan Penyakit Pada Tanaman Sayuran*. Bandung: Balai Penelitian Tanama Sayuran.
- Suwahyono, Untung. 2010. *Biopestisida: Cara Membuat dan Petunjuk Penggunaan*. Jakarta: Penebar Swadaya