

**EFEK ANTIFEEDANT EKSTRAK DAUN DAN BIJI KELOR (*Moringa oleifera*
Lam.) TERHADAP PERTUMBUHAN, AKTIVITAS MAKAN, DAN
PERKEMBANGAN LARVA *Spodoptera litura* Fabricius**

TESIS

oleh

AMELIA TRIDIPTASARI

166090100111001



**PROGRAM MAGISTER BIOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

**EFEK ANTIFEEDANT EKSTRAK DAUN DAN BIJI KELOR (*Moringa oleifera*
Lam.) TERHADAP PERTUMBUHAN, AKTIVITAS MAKAN, DAN
PERKEMBANGAN LARVA *Spodoptera litura* Fabricius**

TESIS

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains dalam bidang Biologi

Oleh

AMELIA TRIDIPTASARI

166090100111001



**PROGRAM MAGISTER BIOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

EFEK ANTIFEEDANT EKSTRAK DAUN DAN BIJI KELOR (*Moringa oleifera* Lam.) TERHADAP PERTUMBUHAN, AKTIVITAS MAKAN, DAN PERKEMBANGAN LARVA *Spodoptera litura* Fabricius

AMELIA TRIDIPTASARI
166090100111001

Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji pada tanggal ()
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains dalam bidang Biologi

Menyetujui,
Komisi Pembimbing,

Pembimbing I

Pembimbing II

Amin Setyo Leksono, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19721117 200012 1 001

Dian Siswanto, S.Si., M.Sc., M.Si., Ph.D
NIP. 19770320 200501 1 002

Mengetahui

Ketua Program Studi Magister Biologi
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Nia Kurniawan, S.Si.,MP.,D.Sc
NIP. 19781025 200312 1 002

...

SUSUNAN KOMISI PEMBIMBING DAN PENGUJI TESI

Judul Tesis:

EFEK ANTIFEEDANT EKSTRAK DAUN DAN BIJI KELOR (*Moringa oleifera* Lam.) TERHADAP PERTUMBUHAN, AKTIVITAS MAKAN, DAN PERKEMBANGAN LARVA *Spodoptera litura* Fabricius

Nama : Amelia Tridiptasari

NIM : 166090100111001

KOMISI PEMBIMBING

Ketua : Amin Setyo Leksono, S.Si., M.Si.,Ph.D

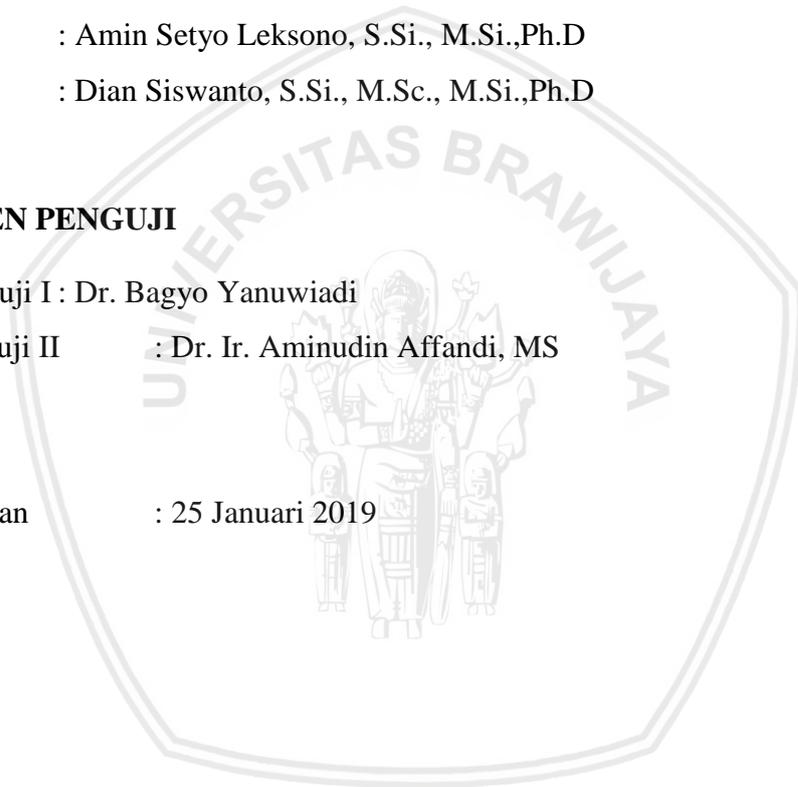
Anggota : Dian Siswanto, S.Si., M.Sc., M.Si.,Ph.D

TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji I : Dr. Bagyo Yanuwiadi

Dosen penguji II : Dr. Ir. Aminudin Affandi, MS

Tanggal Ujian : 25 Januari 2019



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di kutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur Plagiasi, saya bersedia Tesis (MAGISTER) ini dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2 dan pasal 70)

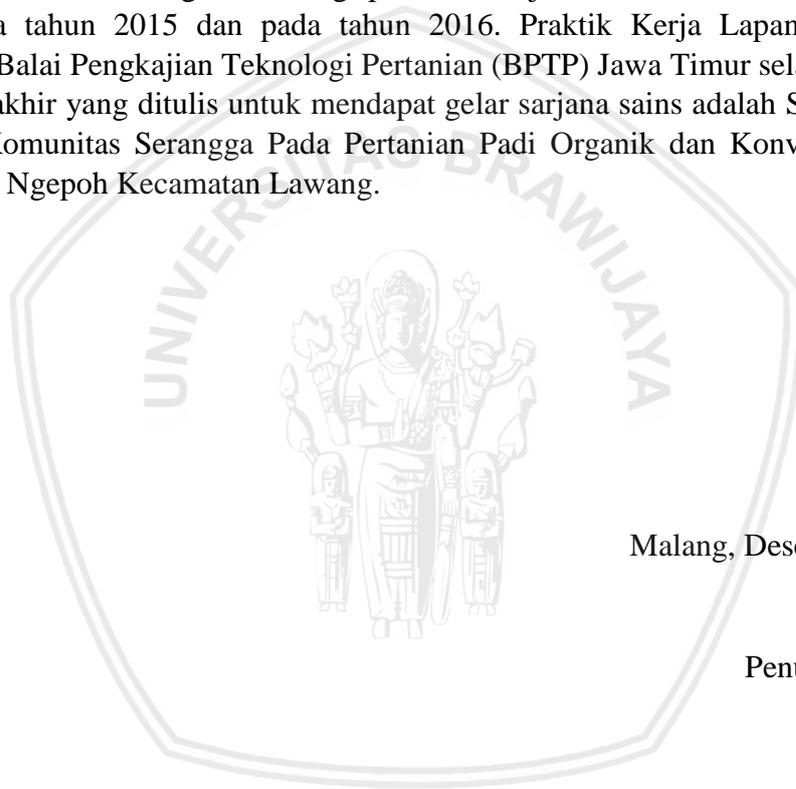
Malang,
Yang membuat pernyataan



Nama :Amelia Tridiptasari
NIM : 166090100111001

RIWAYAT HIDUP

Amelia Tridiptasari lahir pada tanggal 15 Agustus 1994 di Kota Malang. Anak ketiga dari 3 bersaudara pasangan Bapak (Alm) Abdul Riva'i dan Ibu Sri Mulyani ini menempuh pendidikan TK pada tahun 1998 di TA Pesan Ibu. Pada tahun 2000 melanjutkan sekolah dasar di SDN Sawojajar 1 Malang. Pada tahun 2006 melanjutkan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 5 Malang. Pada tahun 2009 melanjutkan sekolah menengah atas di SMA Negeri 2 Malang. Selama SMA aktif dalam organisasi Pasukan Pengibar Bendera (Paskibra) dan menjadi sekertaris pada angkatan ke 17. Setelah menempuh jenjang SMA, berkesempatan untuk melanjutkan kuliah di perguruan negeri yaitu Universitas Negeri Malang pada tahun 2012 dengan mengambil program studi S1 Biologi melalui jalur SNMPTN Undangan. Selama belajar di Universitas Negeri Malang pernah menjadi asisten dosen Matakuliah Ekologi pada tahun 2015 dan pada tahun 2016. Praktik Kerja Lapangan (PKL) dilakukan di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur selama 32 hari aktif. Tugas akhir yang ditulis untuk mendapat gelar sarjana sains adalah Struktur dan Komposisi Komunitas Serangga Pada Pertanian Padi Organik dan Konvensional di Desa Sumber Ngepoh Kecamatan Lawang.



Malang, Desember 2018

Penulis

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



RINGKASAN

Efek Antifeedant Ekstrak Daun Dan Biji Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) Terhadap Pertumbuhan, Aktivitas Makan, dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura* Fabricius

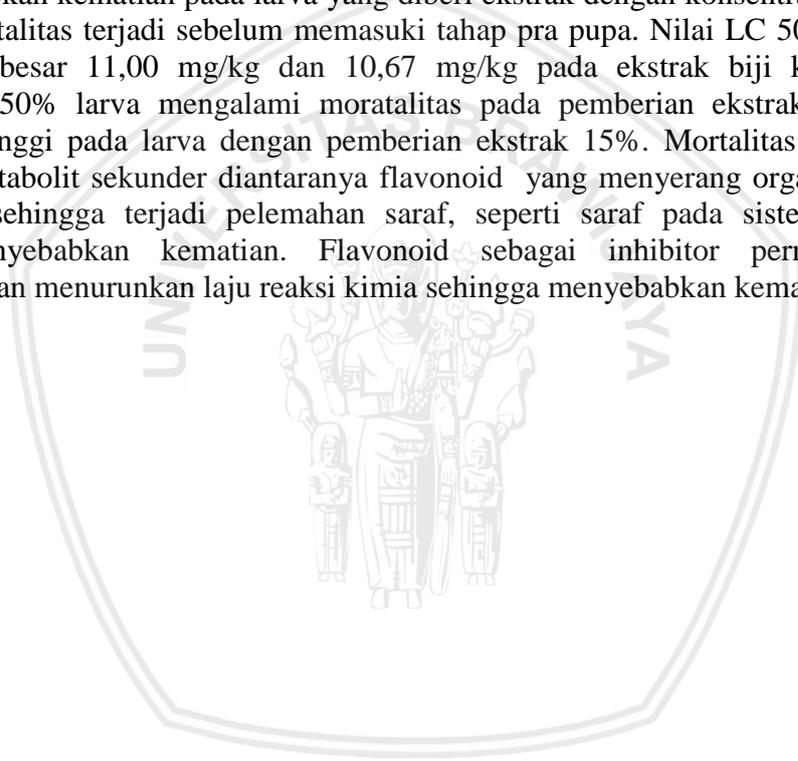
Amelia Tridiptasari, Amin Setyo Leksono, Dian Siswanto
Program Magister Biologi, Jurusan Biologi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya
2018

Pertanian merupakan salah satu sektor terbesar di perekonomian negara berkembang, termasuk Indonesia. Indonesia dikenal sebagai negara agraris karena sebagian besar penduduknya bermatapencaharian sebagai petani. Dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas pertanian salah satu hal yang menjadi tantangan sampai hari ini adalah serangan hama. Serangan hama pada tanaman pertanian akan menurunkan produktivitas pertanian baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Salah satu hama yang banyak menyerang tanaman pertanian karena bersifat polifagus adalah *Spodoptera litura*. *Spodoptera litura* menyerang dengan memakan daun, batang, polong, dan buah. Pengendalian hama ini banyak dilakukan dengan berbagai cara, termasuk salah satunya adalah aplikasi pestisida. Penggunaan pestisida kimiawi secara berkepanjangan akan menurunkan kesehatan lingkungan, sehingga alternatif pengendalian hama dengan menggunakan pestisida nabati telah banyak dikembangkan. Tumbuhan yang mengandung senyawa metabolit sekunder, seperti alkaloid, flavonoid, dan saponin banyak digunakan sebagai pestisida nabati karena senyawa tersebut memiliki pengaruh terhadap biologi *S. litura* dan memberikan efek antifeedant. Salah satu tumbuhan yang mengandung senyawa tersebut adalah kelor (*Moringa oleifera*). Kelor diketahui memiliki banyak manfaat, seperti di bidang kesehatan dapat berfungsi sebagai obat pencahar, sakit tenggorokan, dan obat batuk. Namun dalam bidang pertanian belum dimanfaatkan khususnya sebagai pestisida nabati.

Penelitian ini bertujuan mengetahui efek antifeedant ekstrak daun dan biji kelor terhadap pertumbuhan dan aktivitas makan larva *S. litura*. Daun dan biji diekstrak dengan metode maserasi dengan pelarut etanol 70%. Ekstrak daun dan biji kelor kemudian diperiksa kandungan alkaloid, flavonoid, dan saponinnya. Pengujian dilakukan pada larva *S. litura* instar ketiga. Larva *S. litura* diletakkan pada botol selai dan ditutup kain. Konsentrasi ekstrak daun dan biji kelor yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Pengujian dilakukan dengan metode *deeping methods* yaitu dengan memberikan pakan berupa daun sawi yang direndam pada ekstrak selama 10 detik kemudian dikeringanginkan. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak daun dan biji kelor memberikan efek antifeedant terhadap pertumbuhan larva *S. litura*. Meningkatnya konsentrasi ekstrak yang diberikan pada pakan *S. litura* menyebabkan penurunan panjang tubuh dan bobot tubuh larva pada berbagai instar. Hal ini disebabkan karena adanya kandungan alkaloid menjadi inhibitor pada beberapa metabolisme, salah satunya pada metabolisme pencernaan yang menghambat kerja sukrosa pada usus dan mempengaruhi pertumbuhan larva adanya gejala neurotoksisitas yang cepat mengakibatkan terhambatnya aktivitas makan larva sehingga menurunkan bobot larva. Menurunnya panjang dan bobot larva ini dikarenakan perubahan aktivitas makan larva.

Tingkat konsumsi pakan larva juga mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat pada sisa pakan larva yang meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak. Flavonoid pada tumbuhan dapat mengurangi kemampuan pencernaan atau bahkan dapat bersifat racun. Kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, dan saponin bersifat *anifeedant* pada serangga. Senyawa antifeedant tersebut mempengaruhi perilaku makan melalui aksi langsung organ perasa serangga. Reaksi serangga tersebut berupa menolak makan atau memakan dalam jumlah sedikit. Selain meningkatnya jumlah sisa pakan, pemberian ekstrak daun dan biji kelor berpengaruh pada jam berhenti makan larva. Ekstrak daun dan biji kelor yang mengandung zat bioaktif dari metabolit sekunder yang dihasilkan menyebabkan aktivitas larva terhambat, sehingga larva mengalami tahapan berhenti makan (*stop feeding*).

Perkembangan larva *S. litura* yang diberi ekstrak daun dan biji kelor lebih lama dibandingkan dengan kontrol. Saponin pada ekstrak menyebabkan terganggunya kerja hormon perkembangan pada larva. Selain memperpanjang waktu perkembangan, ekstrak juga menyebabkan kematian pada larva yang diberi ekstrak dengan konsentrasi 10%, 15%, dan 20%. Mortalitas terjadi sebelum memasuki tahap pra pupa. Nilai LC 50 pada ekstrak daun kelor sebesar 11,00 mg/kg dan 10,67 mg/kg pada ekstrak biji kelor. Hal ini menunjukkan 50% larva mengalami mortalitas pada pemberian ekstrak di atas 10%. Kematian tertinggi pada larva dengan pemberian ekstrak 15%. Mortalitas terjadi akibat kandungan metabolit sekunder diantaranya flavonoid yang menyerang organ vital dalam tubuh larva, sehingga terjadi pelemahan saraf, seperti saraf pada sistem pernafasan sehingga menyebabkan kematian. Flavonoid sebagai inhibitor pernafasan yang menghambat dan menurunkan laju reaksi kimia sehingga menyebabkan kematian.



SUMMARY

Agriculture is one of the biggest sectors in the economy of developing countries, including Indonesia. Indonesia is known as an agricultural country because most of its population are farmers. In improving the quality and quantity of agriculture, one of the challenges to this day is pest controls. Pest attacks on agricultural crops will reduce agricultural productivity both in terms of quality and quantity. One pest that attacks a lot of agricultural crops because of polyphagous is *Spodoptera litura*. *Spodoptera litura* attacks by eating leaves, stems, pods, and fruit. This pest control is mostly carried out in various ways, including one of them is application of pesticides. Prolonged use of chemical pesticides will reduce environmental health, so that alternative pest control using botanical pesticides has been developed. Plants that contain secondary metabolites, such as alkaloids, flavonoids, and saponins are widely used as botanical pesticides because it affected on the biology of *S. litura* and provide antifeedant effects. One of the plants containing these compounds is *Moringa oleifera*. Moringa is known to have many benefits, such as in the health sector it can function as a laxative, sore throat, and cough medicine. However, in the field of agriculture, it has not yet been utilized specifically as a botanical pesticide.

This study aims to evaluate the antifeedant effect of leaf and seed of *M. oleifera* extract on growth, feeding activity, and development of *S. litura* larvae. The leaves and seeds were extracted by maceration with 70% ethanol. The content of alkaloids, flavonoids, and saponins of the extract then examined. Bioassay were carried out on the third instar *S. litura* larvae. The larvae were placed on jam bottles and then covered. Each extract were made concentrations 0%, 5%, 10%, 15%, and 20%. Bioassay was carried out by deeping methods by giving feed in the form of mustard leaves which were deep in extract for 10 seconds then dried. The results showed that both extracts of *M. oleifera* had an antifeedant effect on the growth of *S. litura* larvae. Increased extract concentration given to feed of *S. litura* caused shrink in body length and lose weight of larvae on various instars. This due to the content of alkaloids being inhibitors of several metabolism, one of which is digestive metabolism which inhibits the work of sucrose in the intestine and affects the growth of larvae. The decrease in length and weight of these larvae due to changes in larval feeding activity.

The larval feed consumption levels has decreased. Food uptake of larval was declined along with increased of extract concentration. Flavonoids in plants can reduce digestive ability or can even be toxic. The content of alkaloid, flavonoids, and saponins compounds is anifeedant in insects. Antifeedant compounds affect eating behavior through direct action of insect taste organs. The insect's reaction is in the form of refusing to eat or eating in small amounts. In addition to increasing the amount of leftover feed, the administration of leaf and seeds of *M. oleifera* extracts influences on the hours of eating larvae. Leaf and seed of *M. oleifera* extract containing bioactive substances from secondary metabolites produced because inhibited larval activity, so the larvae stop to feeding.

The development of *S. litura* larvae which were given both extract of *M. oleifera* was longer than the controls. Saponin in the extract causes disruption of the work of developmental hormones in the larvae. In addition prolongation on

development stage of larval, the extract also caused deaths in larvae that were extracted with concentrations of 10%, 15%, and 20%.

Mortality occurs before entering the pre-pupal stage. LC 50 on *M. oleifera* leaf extract was 11,00 mg/kg and 10,67 mg/kg in seed extract . It showed that 50% of larva died at thr extract above 10%. The highest mortality in larvae with 15% extract. It was occurs because of secondary metabolites such as flavonoids was attack vital organs in the larva's body, resulting in weakening of nerves, such as nerves in the respiratory system causing death. Flavonoids as respiratory inhibitors which inhibit and reduce the rate of chemical reactions that cause mortality.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah azzawajalla atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini yang merupakan syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains dalam bidang Biologi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Amin Setyo Leksono, S.Si., M.Si.,Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan serta bimbingan sehingga penulis dapat memperoleh tambahan ilmu serta dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini.
2. Bapak Dian Siswanto, S.Si., M.Sc., M.Si.,Ph.D selaku dosen pembimbing II yang telah mengarahkan serta memberikan tambahan ilmu dan pengetahuan serta saran-saran sehingga penulis dapat belajar memperbaiki diri.
3. Bapak Dr. Bagyo Yanuwadi dan Bapak Dr. Ir. Aminudin Affandi, MS yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
4. Kedua orang tua (alm) Bapak Abdul Riva'i dan Ibu Sri Mulyani beserta semua anggota keluarga yang tiada henti memberikan dukungan berupa materil dan moril serta do'a yang tidak ada putus-putusnya kepada penulis.
5. Prof. Dr. Abdul Hakim, M.Si selaku paman saya yang senantiasa membantu saya dalam kuliah ini sehingga tesis ini dapat terselesaikan
6. Rekan seperjuangan M. Naufal Afifi yang telah membantu memberi masukan, saran, dan semangatnya kepada penulis
7. Teman-teman dan seluruh civitas akademika Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Brawijaya atas kerjasama yang baik.

Penulisan tesis ini tentunya masih jauh dari kata sempurna mengingat ilmu pengetahuan bersifat dinamis dan terus berkembang. Penulis menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan karya ini dan pengembangan ilmu pengetahuan.

Malang,

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PERNYATAAN	i
RIWAYAT HIDUP	ii
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS.....	iii
RINGKASAN.....	iv
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Deskripsi <i>Moringa oleifera</i>	5
2.1.1 Habitat <i>Moringa oleifera</i>	5
2.1.2 Taksonomi <i>Moringa oleifera</i>	5
2.1.3 Kandungan Fitokimia <i>Moringa oleifera</i>	7
2.1.4 Manfaat <i>Moringa oleifera</i>	8
2.2 Deskripsi <i>Spodoptera litura</i>	8
2.2.1 Biologi <i>S. litura</i>	8
2.2.2 Ekologi dan Penyebaran <i>S. litura</i>	11
2.2.3 Gejala Serangan <i>S. litura</i>	12
2.2.4 Pengendalian <i>S. litura</i>	13
2.3 Kerangka Konsep.....	14
2.4 Hipotesis Penelitian	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2 Kerangka Operasional	17
3.3 Langkah Penelitian.....	19
3.3.1 Pemeliharaan Larva <i>S. litura</i>	19
3.3.2 Pembuatan Ekstrak Daun dan Biji Kelor	19
3.3.3 Uji Metabolit Sekunder ekstrak daun dan biji kelor	19
a. uji alkaloid	19
b. uji flavonoid	20
c. uji saponin	21
3.4 Metode Pengujian	21
3.5 Rancangan Penelitian	22
3.6 Analisis Data	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Analisis Kandungan Metabolit Sekunder Ekstrak Kelor	24
4.2 Efek <i>antifeedant</i> terhadap pertumbuhan larva <i>S. litura</i>	25
4.3 Efek <i>Antifeedant</i> ekstrak terhadap Aktivitas Makan larva <i>S. litura</i>	29
4.4 Efek <i>Antifeedant</i> ekstrak terhadap Perkembangan larva <i>S. litura</i> ...	32



BAB V PENUTUP	38
7.1 Kesimpulan	38
7.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN	44



-

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Fitokimia pada daun kelor	7
2. Kandungan senyawa total metabolit sekunder pada ekstrak kelor	24



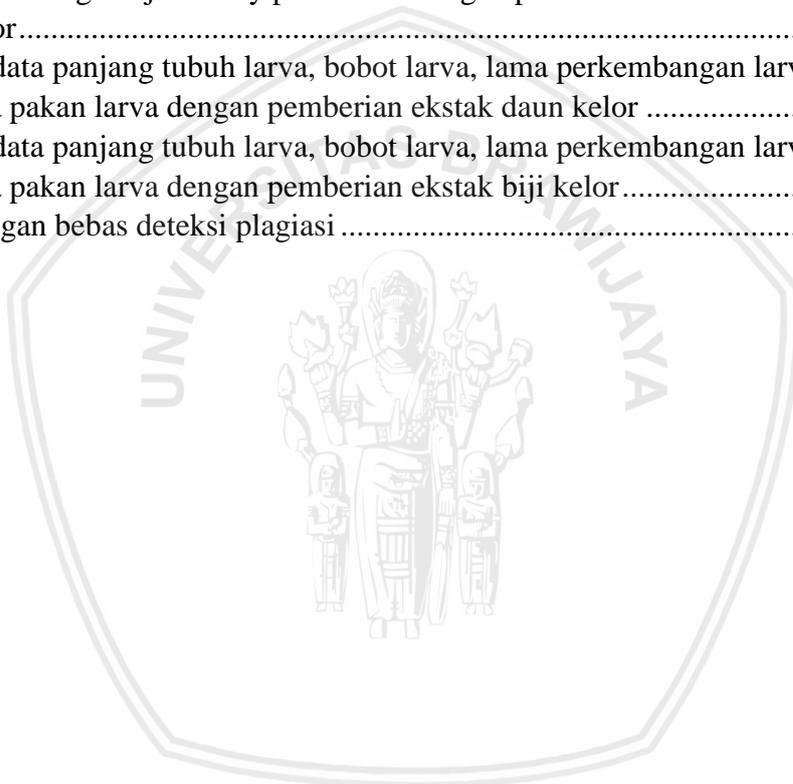
DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Morfologi <i>M. oleifera</i>	6
2. Siklus hidup <i>S. litura</i>	9
3. Telur <i>S. liura</i>	10
4. Pupa <i>S. litura</i>	11
5. Imago <i>S. litura</i> jantan	11
6. Gejala serangan <i>S. litura</i>	12
7. Kerangka konsep penelitian	15
8. Kerangka operasional	17
9. Rerata panjang tubuh larva pada berbagai instar	26
10. Rerata bobot larva pada berbagai instar	28
11. Rerata sisa pakan larva pada berbagai instar	30
12. Persentase waktu berhenti makan larva jam ke 4, 8, 12 setelah aplikasi..	31
13. Rerata waktu perkembangan larva pada berbagai instar	34
14. Persentase mortalitas larva	36



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Kurva standar quinine, saponin, dan quercetin pada ekstrak daun kelor.....	44
2. Kurva standar quinine, saponin, dan quercetin pada ekstrak biji kelor	45
3. Kematian larva setelah aplikasi ekstrak.....	46
4. Uji homogenitas menggunakan Levene Test pemberian ekstrak daun kelor pada larva pemberian ekstrak daun kelor	47
5. Uji lanjut dengan uji Turkey pada larva dengan pemberian ekstrak daun kelor	62
6. Uji homogenitas dengan Levene Test pada larva dengan pemberian ekstrak biji kelor	52
7. Uji lanjut dengan uji Turkey pada larva dengan pemberian ekstrak biji kelor.....	53
8. Rerata data panjang tubuh larva, bobot larva, lama perkembangan larva, dan sisa pakan larva dengan pemberian ekstrak daun kelor	57
9. Rerata data panjang tubuh larva, bobot larva, lama perkembangan larva, dan sisa pakan larva dengan pemberian ekstrak biji kelor.....	58
10. Keterangan bebas deteksi plagiasi	59



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian menjadi salah satu sektor terbesar bagi perekonomian negara berkembang, termasuk salah satunya adalah Indonesia. Indonesia dikenal sebagai negara agraris karena sebagian besar penduduknya bermatapencaharian sebagai petani. Indonesia sebagai negara *megabiodiversity* memiliki banyak jenis tumbuhan sehingga jenis pertanian yang adapun jenisnya beranekaragam.

Pertanian di Indonesia seringkali mengalami fluktuasi produktivitas yang diakibatkan beberapa hal, salah satunya adalah adanya serangan hama. Hama dari kelompok serangga khususnya, menurut Hadi & Aminah (2012) memanfaatkan tanaman sebagai sumber makanannya sehingga hal ini dapat menurunkan hasil panen. Jenis hama dari Ordo Lepidoptera banyak ditemukan di seluruh dunia dan menyerang tanaman yang menyebabkan kerugian khususnya dari segi ekonomi bagi para petani (Elleuch *et al*, 2014).

Spodoptera litura adalah salah satu jenis serangga hama Lepidoptera. Hama ini memiliki persebaran yang luas yaitu di Eropa, Asia, dan Afrika. Larva *S. litura* bersifat polifag. *S. litura* menyerang sekitar 112 jenis tumbuhan inang di seluruh dunia (Badathu *et al*, 2014). Di Indonesia, hama ini banyak menyerang tanaman budidaya seperti kapas, tembakau, bawang daun, cabai, jagung, dan padi (Yanuwiadi *et al*, 2013). Larva *S. litura* banyak menjadi sasaran utama dalam pengendalian hama karena tingkat serangan hama ini dapat menyebabkan penurunan produksi. *S. litura* mengganggu proses fotosintesis tumbuhan inang dan mengakibatkan kehilangan hasil panen (Tengkano & Suharsono, 2005). Serangan hama ini pada tanaman kedelai pada fase vegetatif maupun generatif adalah dengan memakan daun dan menyisakan tulang daun serta menyerang saat pembentukan polong (Budi *et al*, 2013). *S. litura* merupakan hama penting, terutama pada tanaman kedelai (Baskar *et al*, 2012; Singh *et al*, 2013) yang dapat menyebabkan kerusakan mencapai 35% - 80% bahkan puso (Marwoto & Suharsono, 2008). Adanya dampak dari serangan hama tersebut, maka perlu dilakukan pengendalian hama. Strategi yang digunakan kebanyakan petani dalam mengendalikan hama ini adalah dengan menggunakan pestisida kimiawi. Telah banyak diketahui bahwa penggunaan pestisida kimiawi secara tidak bijaksana menimbulkan beberapa dampak negatif terutama bagi lingkungan (Ameriana, 2008) sehingga baik pada negara berkembang maupun negara maju, untuk mengurangi risiko kesehatan lingkungan maupun kesehatan manusia akibat

pestisida kimiawi ini Chidawanyika *et al* (2012) menyatakan bahwa dampak ini dapat dikurangi dengan penerapan sistem *Integrated Pest Management* (IPM). Sistem IPM menurut Barzman *et al* (2015) merupakan metode yang digunakan untuk melindungi tanaman dari serangan organisme pengganggu serta menjaga hasil panen melalui penendalian hama secara hayati. IPM menekankan pada pertanian yang sehat untuk mengurangi risiko bagi kesehatan manusia maupun lingkungan. Salah satu cara pengendalian hayati melalui IPM adalah dengan memanfaatkan tanaman yang berpotensi sebagai biopestisida. Biopestisida merupakan salah satu solusi ramah lingkungan dalam rangka menekan dampak negatif akibat penggunaan pestisida sintetik yang berlebihan.

Biopestisida saat ini telah banyak dikembangkan di masyarakat khususnya petani sebagai pengendali hama yang lebih murah dan lebih aman (Kartini, 2015). Di Indonesia yang ditumbuhi berbagai macam jenis tumbuhan, banyak diantaranya yang diketahui memiliki kandungan fitokimia yang dapat dimanfaatkan sebagai biopestisida, yaitu antara lain alkaloid, flavonoid, dan saponin. Rohyani *et al* (2015) melaporkan bahwa alkaloid merupakan senyawa yang mengandung nitrogen yang bersifat basa dan mempunyai aktivitas farmakologis. Pada tumbuhan alkaloid memiliki fungsi sebagai pelindung tanaman karena senyawa tersebut bersifat racun bagi serangga atau herbivor (hama dan penyakit). Flavonoid dan saponin berfungsi sebagai larvasida yang mampu menghambat pertumbuhan larva terutama pada hormon utama serangga, yaitu hormon otak (*braine hormone*), hormon ecdison, dan hormon pertumbuhan. Pertumbuhan serta pergerakan larva dapat dihambat dan bahkan mengalami mortalitas bila ketiga hormon tersebut tidak bekerja dengan baik Yanuwiyadi *et al* (2013). Kelor (*Moringa oleifera* L.) dilaporkan oleh beberapa peneliti mengandung ketiga senyawa metabolit sekunder tersebut. Kandungan senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan juga dapat memberikan efek *antifeedant* pada serangga. *Antifeedant* pada serangga menurut Darwiyati (2009) merupakan peristiwa gangguan perilaku yaitu hilangnya atau berkurangnya kemauan serangga untuk mengkonsumsi pakan yang telah diberi perlakuan. Efek *antifeedant* yang dapat menyebabkan gangguan pada sistem indra disebut efek *antifeedant primer*, sedangkan efek *antifeedant sekunder* mengganggu saraf pusat serangga sehingga menyebabkan proses makan tidak berjalan baik. Efek *antifeedant* pada serangga khususnya hama ini dapat digunakan sebagai salah satu cara pengendalian hama terpadu.

Putra *et al* (2016) dalam penelitiannya telah melaporkan bahwa pada daun kelor mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, fenolat, steroida, dan tannin. Kelor merupakan tanaman dari famili Moringaceae yang tumbuh di daerah tropis dan subtropis (Olayemi *et*

al, 2016). Kandungan yang terdapat pada *M. oleifera* menyebabkan tanaman ini telah banyak dimanfaatkan sebagai tanaman obat karena, terutama golongan vitamin dan mineralnya. Aliyu *et al* (2016) juga menyatakan bahwa *M. oleifera* merupakan tumbuhan yang memiliki fungsi dalam bidang agrikultural, medikal, domestik, industri, dan lingkungan.

M. oleifera telah banyak dimanfaatkan di bidang farmakologi dan medikal di Indonesia, seperti untuk menurunkan kadar glukosa darah pada tikus (Wardani *et al*, 2015), penurun tekanan darah tinggi (Putra, *et al*, 2016). Toripah *et al* (2014) melaporkan bahwa tanaman kelor berfungsi sebagai antitumor, antipiretik, antioksidan, menurunkan kolesterol, anti bakteri, dan anti jamur. Sedangkan dalam bidang agrikultural atau di bidang pertanian, penggunaan kelor sebagai biopestisida pada hama *S. litura* belum dilakukan, sehingga hal ini melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini yang berjudul “Efek *antifeedant* ekstrak daun dan biji kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap tahap pertumbuhan, aktivitas makan, dan perkembangan larva *Spodoptera litura* Fabricius.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah efek *antifeedant* ekstrak daun dan biji *M. oleifera* terhadap pertumbuhan larva *S. litura*?
2. Bagaimanakah efek *antifeedant* ekstrak daun dan biji *M. oleifera* terhadap aktivitas makan *S. litura*?
3. Bagaimanakah efek *antifeedant* ekstrak daun dan biji *M. oleifera* terhadap perkembangan *S. litura*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis efek *antifeedant* ekstrak daun dan biji *M. oleifera* terhadap pertumbuhan *S. litura*
2. Untuk menganalisis efek *antifeedant* ekstrak daun dan biji *M. oleifera* terhadap aktivitas makan *S. litura*
3. Untuk menganalisis efek *antifeedant* ekstrak daun dan biji *M. oleifera* terhadap perkembangan larva *S. litura*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yaitu:

1. Bagi petani yaitu memberikan informasi mengenai potensi daun dan biji kelor (*M. oleifera*) untuk mengendalikan hama *S. litura* dalam meningkatkan produksi.
2. Bagi peneliti yaitu sebagai acuan penelitian berikutnya dalam melakukan eksplorasi terhadap tumbuhan yang dapat digunakan sebagai biopestisida.
3. Bagi pemerintah yaitu menambah informasi mengenai tumbuhan yang dapat digunakan sebagai biopestisida sehingga pengendalian hama secara terpadu maupun pelaksanaan pertanian organik di Indonesia dapat dikembangkan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Tumbuhan Kelor (*Moringa oleifera* Lam.)

2.1.1 Habitat Kelor (*Moringa oleifera* Lam.)

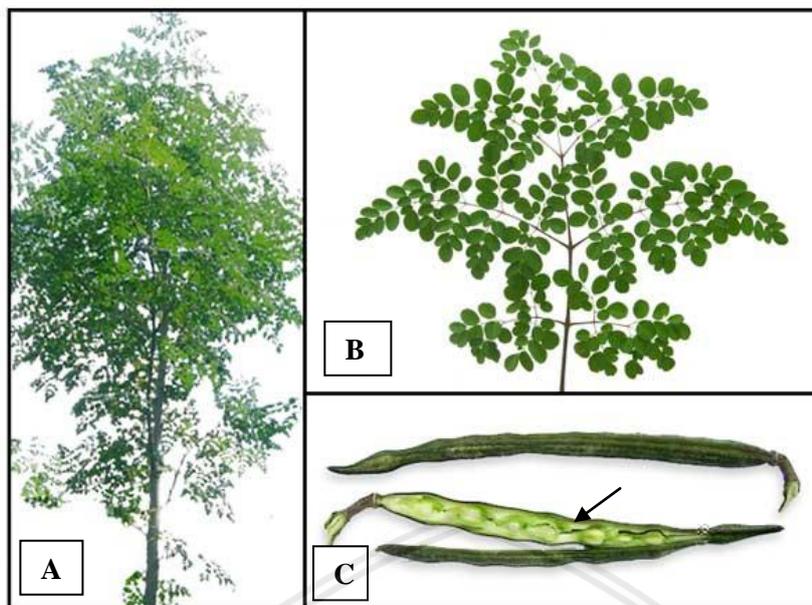
Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) merupakan jenis tumbuhan perdu tinggi yang pohonnya dapat mencapai 10 meter. *M. oleifera* tumbuh subur mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 1000 meter di atas permukaan laut. Tumbuhan ini juga dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah kecuali pada tanah berlempung berat dan tumbuhan ini cocok pada pH tanah netral hingga sedikit asam (Kurniasih, 2013). *M. oleifera* dapat tumbuh dengan baik di lereng bukit tetapi lebih sering ditemukan tumbuh di padang rumput atau di daerah aliran sungai. *M. oleifera* dapat tumbuh dengan cepat, ditemukan dapat tumbuh 6 hingga 7 meter dalam satu tahun di daerah yang curah hujannya kurang dari 400 mm. Kelor merupakan tumbuhan non-budidaya yang dikenal dengan ketahanannya terhadap kekeringan dan penyakit (Foidl *et al*, 2001).

Kelor (*M. oleifera* Lam.) memiliki kemampuan adaptasi pada berbagai kondisi lingkungan sehingga mudah tumbuh meski dalam kondisi ekstrem seperti suhu yang sangat tinggi, di bawah naungan, dan dapat bertahan hidup di daerah bersalju ringan. Kelor tahan dalam musim kering yang panjang dan tumbuh dengan baik di daerah dengan curah hujan antara 250 mm hingga 1500 mm (Guevara *et al*, 1999).

2.1.2 Taksonomi dan Morfologi Kelor (*Moringa oleifera* Lam.)

M. oleifera Lam. merupakan tumbuhan dari divisi Magnoliophyta, ordo Magnoliopsida, kelas Moringaceae, dan genus *Moringa* (Kasolo *et al*, 2011). Kelor merupakan tumbuhan asli sub-Himalaya namun tanaman ini juga tumbuh di daerah pada iklim tropis dan subtropik meliputi, Afrika, Amerika selatan dan tengah, Mexico, Hawaii, Asia, seperti India, Pakistan, Bangladesh, Afganistan. Morfologi kelor dapat dilihat pada gambar 1.

M. oleifera dikenal sebagai *drumstick* berdasarkan penampilan dari bentuk polong yang belum masak, juga dikenal sebagai *ben oil* sebab kandungan turunan minyak dan biji kelor (Moyo *et al*, 2011; Stohs & Hartman, 2015). Morfologi *M. oleifera* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Morfologi *M. oleifera* atau kelor (A: pohon kelor, B: daun kelor, C: buah kelor, biji kelor ditunjukkan oleh tanda panah) (sumber: Beterna Farms, 2013)

M. oleifera Lam. berupa semak atau pohon dan berumur panjang (perennial). Batang berkayu, tegak, berkulit tipis dengan permukaan kasar dan mudah patah. Batang kelor mudah patah karena jenis kayunya lunak serta berkualitas rendah. Daun kelor tipis, bersirip tidak sempurna, kecil, menyerupai telur (Tilong, 2012). Daun kelor adalah daun majemuk dengan tangkai daun memiliki cabang kedua namun biasanya sampai percabangan ketiga yang memiliki panjang hingga 45 cm. Daun kelor panjangnya sekitar 1,2 hingga 2 cm dan lebar 0,6 hingga 1 cm. bagian permukaan atas helai daun berwarna hijau dan bagian permukaan bawah berwarna lebih pucat, dengan tekstur halus pada kedua permukaannya. Daun kelor tipis membentuk pangkal daun membulat dan ujung yang tumpul (Roloff *et al*, 2008).

Batang kelor adalah berkayu, tegak, berwarna putih kotor, namun batang kayunya lunak atau mudah patah (Roloff *et al*, 2008). Percabangan simpodial, arah cabang tegak atau miring, cenderung tumbuh lurus dan memanjang. Perbanyakannya dapat secara generatif melalui biji maupun vegetatif dengan stek batang.

Bunga kelor berkelamin ganda dan memiliki warna putih kekuningan. Bunga muncul sekitar 10-25 cm dari ketiak daun. Buah kelor menggantung panjang berbentuk segitiga yang berisi polong yang membujur panjang sekitar 9 buah. Panjang buah biasanya 20 hingga 50 cm. Setiap polong berisi hingga 26 biji. Polong akan menjadi coklat bila matang dan terbuka membujur mengeluarkan biji yang berbentuk segitiga. Biji akan berubah menjadi hijau tua selama perkembangan dan memerlukan waktu 3 bulan untuk matang

setelah berbiji. Biji yang matang berdiameter sekitar 1 cm dengan 3 helai sayap putih dan ringan yang akan membentuk segitiga. Biji kelor berbentuk bulat (Anwar *et al*, 2007).

2.1.3 Kandungan Fitokimia Kelor (*Moringa oleifera* Lam.)

M. oleifera mengandung nutrisi penting seperti zat besi, kalsium, dan vitamin A. Daun dan polong *M. oleifera* mengandung senyawa *novel isothiocynate* yang merupakan kelas *Bio-availabilitas phytochemicals* (Krisnadi, 2015). Gaikwad *et al* (2011) melaporkan bahwa daun kelor banyak mengandung nutrisi dan senyawa kimia antara lain protein (27%), zat besi, kalsium, fosfor, alkaloid, flavonoid, glikosida, saponin, polisakarida, asam amino, serta kandungan polifenol lainnya. Vitamin yang terkandung pada kelor antara lain vitamin A, B1, B2, B3, C, dan E. Fahey (2005) melaporkan bahwa daun kelor mengandung lebih banyak vitamin A dibandingkan dengan wortel, lebih banyak zat besi dibanding bayam, lebih banyak kalsium dibanding pisang, dan memiliki kualitas protein yang dapat menyaingi susu dan telur. Aminah *et al* (2015) melaporkan bahwa kandungan nutrisi mikro sebanyak 7 kali vitamin C jeruk, 4 kali vitamin A wortel, 4 gelas kalsium susu, 3 kali potassium pisang, dan protein dalam 2 yogurt. Zat yang terkandung lainnya antara lain asam-asam fenolik, seperti asal galat, klorogenik, asam ferulat, dan asam elagat, flavonoid (kaemferol, quercetin, rutin), dan karotenoid (lutein, β -karoten) (Pandey, *et al*, 2012). Mineral yang terkandung dalam kelor diantaranya adalah kalsium, kromium, tembaga, fluorin, besi, mangan, magnesium (Krisnadi, 2015). Rohyani *et al* (2015) dalam penelitiannya melaporkan bahwa daun kelor mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, alkaloid, steroid, tannin, saponin, antrakuinon, dan terpenoid, namun berbeda pada penelitian Purba *et al*, 2016) yang tidak terdeteksi adanya saponin. Kandungan fitokimia pada daun kelor tersaji pada tabel 1.

Tabel 1. Fitokimia pada daun kelor (Sumber: Putra *et al*, 2016)

No	Uji Fitokimia	Pereaksi	Perubahan Warna	Keterangan
1	Alkaloid	HCl 2N + pereaksi Wagner	Terbentuk endapan coklat	Alkaloid (+)
2	Flavonoid	Wilstater Bate Smith-Metcalf NaOH 10% Akuades	Hijau kecoklatan menjadi hijau kekuningan Hijau kecoklatan menjadi hijau kekuningan Hijau kecoklatan menjadi hijau kekuningan	Flavonoid (+)
3	Saponin	Dipanaskan, kocok + HCl 2N	Tidak terbentuk busa yang stabil	Saponin (-)
4	Fenolat	FeCl ₃	Hijau kecoklatan menjadi biru kehitaman	Fenolat (+)
5	Triterpenoida / Steroida	Lieberman-Burchard H ₂ SO ₄	Hijau kecoklatan menjadi hijau keunguan Hijau kecoklatan menjadi hijau keunguan	Triterpenoida / Steroida (+)
6	Tannin	FeCl ₃ Gelatin	Hijau kecoklatan menjadi biru kehitaman Terbentuk endapan	Tannin (+)

Keterangan: (+)= terdapat kandungan kimia, (-)= tidak terdapat kandungan kimia

2.1.4 Manfaat (*Moringa oleifera* Lam.)

Moringa oleifera dapat dijadikan salah satu sumber pakan baru terutama untuk ternak ruminansia (Agustina, 2004). Daun kelor mengandung banyak nutrisi seperti asam amino, asam lemak, vitamin, dan mineral yang digunakan untuk melawan malnutrisi yang biasanya terjadi pada balita, ibu menyusui, dan segala kelompok umur. Serbuk daun kelor pada situasi kelaparan dalam keadaan terkontrol ternyata menghasilkan hasil studi klinis yang baik. Daun kelor merupakan sumber makanan yang menjanjikan di daerah tropis karena pohon ini tetap tumbuh dengan daun yang banyak pada akhir musim kering saat makanan lain sulit didapatkan (Fabey, 2005). Banyaknya informasi tentang manfaat dan khasiat kelor, kelor mulai dibudidayakan untuk diambil polongnya yang dapat dimakan. Daun, bunga, akar, dan bijinya digunakan secara luas dalam pengobatan tradisional di seluruh negara yang ditumbuhi tumbuhan ini dengan baik (Kurniasih, 2013). Daun kelor adalah organ tumbuhan yang banyak memberikan manfaat. Selain dapat dikonsumsi karena kandungan gizi dan protein yang tinggi, daun kelor yang dikeringkan digunakan sebagai bahan teh, baik teh seduh atau teh celup. Daun kelor juga diolah sebagai tepung atau ekstrak yang digunakan untuk pengisi kapsul, tablet kelor (Kurniasih, 2013). Berbagai sediaan daun kelor dapat berkhasiat sebagai antiinflamasi, antihipertensi, diuretic, antimikroba, antioksidan, dan antidiabetes (Stosh & Hartman, 2015). Ramuan daun kelor dapat membantu menyembuhkan pembengkakan limpa, penurunan kadar gula darah, meningkatkan nafsu makan, menangani panas dalam, anemia, dan memperlancar air susu ibu (ASI). Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa kelor berkhasiat sebagai antioksidan, urolitiasis, hepatoprotektor, immunomodulator, hipokolesterolemik atau penurun kolesterol, dan hipoglikemik (Mardiana, 2013). Garima (2011) melaporkan bahwa daun kelor dapat digunakan untuk antispasmodik, stimulant, ekspektoran, dan diuretic. Daun yang telah dijus dapat digunakan sebagai obat batuk dan dalam dosis tinggi sebagai obat muntah. Daun yang telah dimasak dapat digunakan untuk obat influenza. Ekstrak dapat digunakan untuk pengobatan sakit tenggokan. Ekstrak etanol 70% daun kelor menunjukkan adanya aktivitas antibiotik, kandungan vitamin, mineral, dan kandungan fitokimia seperti flavonoid (Saputra *et al*, 2013).

2.2 Deskripsi *S. litura*

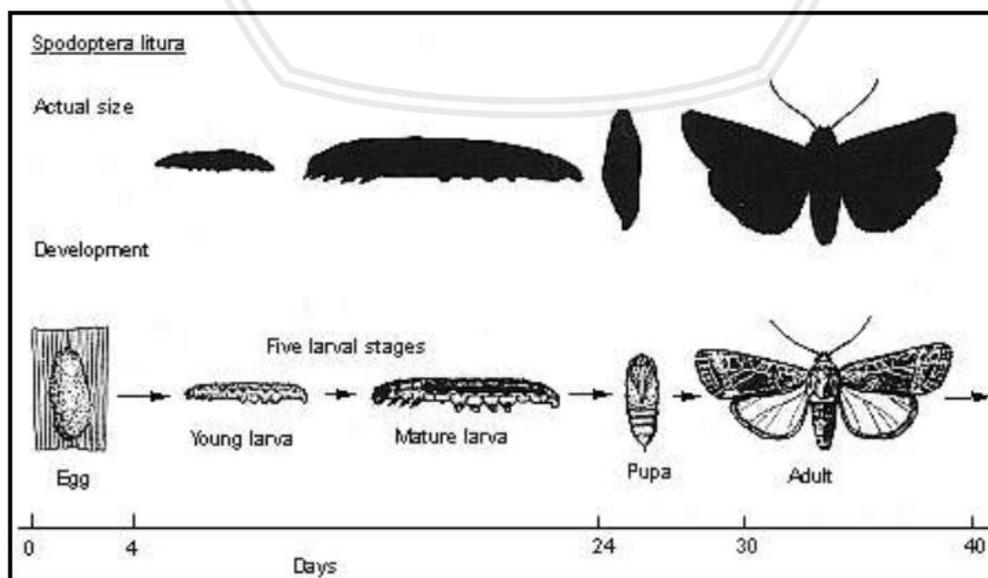
2.2.1 Biologi *S. litura*

Spodoptera litura merupakan serangga ordo Lepidoptera dari famili Noctuidae. Secara umum serangga ordo Lepidoptera memiliki 4 buah sayap yang bersisik. Badan dan

kaki anggota dari ordo ini juga memiliki sisik. Lepidoptera berkembang melalui proses metamorfosis holometabola. Metamorfosis holometabola merupakan perkembangan yang melewati fase larva, pupa, dan imago. Larva dan serangga pada kelompok famili Noctuidae mencari makan pada waktu malam hari (Pracaya, 2007). Klasifikasi *S. litura* sebaga berikut (Nugroho, 2013):

- Kingdom : Animalia
- Filum : Arthropoda
- Kelas : Insekta
- Ordo : Lepidoptera
- Famili : Noctuidae
- Genus : Spodoptera
- Spesies : *Spodoptera litura*.

Perkembangan metamorfosis *S.litura* dimulai dengan fase telur. Imago betina akan meletakkan telur secara berkelompok pada malam hari. Satu kelompok telur dapat terdiri dari 30 hingga 100 butir telur, bahkan dapat mencapai 350 butir telur. Seekor imago betina dapat menghasilkan telur sebanyak 2000-3000 butir. Telur diletakkan pada permukaan daun. Telur *S.litura* berbentuk oval atau hampir bulat dengan bagian datar menempel pada daun. Telur *S.litura* terkadang dapat tersusun dua lapis. Telur berwarna cokelat kekuningan. Saat akan menetas telur akan berwarna kehitaman. Telur akan menetas dalam kurun waktu 2 hingga 5 hari dan umumnya menetas pada pagi hari (Rahayu & Berlian, 2004). Perkembangan *S. litura* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Siklus hidup *S. litura* (sumber: Chauchan *et al*, 1985)

Kelompok telur *S.litura* ditutupi oleh bulu halus berwarna putih yang berasal dari bulu bagian ujung ngengat betina (Gambar 3). Ulat *S.litura* yang baru menetas berwarna hijau muda, bagian sisi tubuh berwarna coklat tua atau hitam kecoklatan dan hidup secara berkelompok. Ulat yang telah menjadi kepompong dalam tanah, membentuk pupa tanpa kokon yang berwarna coklat kemerahan dengan panjang sekitar 1,6 cm (Hera, 2007).



Gambar 3. Telur *S. litura* yang ditutupi bulu halus berwarna putih (sumber: Fattah & Ilyas, 2016)

Siklus hidup terjadi antara 30 hingga 60 hari. Lama stadium telur 2-4 hari, larva yang terdiri dari 6 instar terjadi selama 20-46 hari, dan stadium pupa terjadi sekitar 8-11 hari (Ardiansyah, 2007). Larva *S.litura* yang baru menetas akan hidup bergerombol sampai larva instar 3. *S.litura* mengalami masa larva sebanyak 5 sampai 6 instar. Instar 1 terjadi selama 5-6 hari, instar 2 selama 3-5 hari, instar 3 selama 3-6 hari, instar 4 selama 2-4 hari, instar 5 selama 3-5 hari (Erwin, 2000).

S. litura instar 1 yang baru menetas biasanya akan menyebar ke bagian pucuk tanaman dan membuat lubang gergaji pada daun kemudian masuk ke dalam kapiler daun. Larva akan mengalami perubahan warna sesuai perkembangan instar larva. Instar satu secara umum berwarna hijau muda dengan panjang sekitar 1,2 – 1,5 mm. Instar dua larva akan berwarna hijau tua dengan panjang 2,5 – 3 mm. Warna larva akan menjadi hijau kehitaman di bagian abdomen dan terdapat garis hitam melintang saat memasuki masa instar 3 dan 4. Panjang larva instar 3 6,2 – 8 mm dan instar 4 12,5 – 14 mm. Larva akan berubah menjadi coklat muda saat memasuki instar 5 dengan panjang 25 – 30 mm (Klana, 2011).

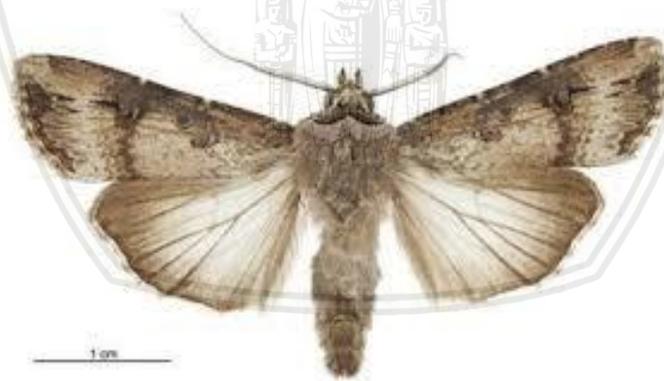
Berakhirnya fase larva akan dilanjutkan dengan fase pupa pada *S. litura*. Pupa yang baru terbentuk berwarna coklat muda dan akan berubah menjadi coklat kehitaman saat mendekati fase imago (Gambar 4). Pupa berada dalam tanah pada kedalaman sekitar

10 cm. Pupa rium dibentuk dari pasir dan partikel tanah yang disatukan dengan cairan yang keluar dari mulut yang mengeras ketika kering.



Gambar 4. Pupa *S. litura* (sumber: Mohn, 2001)

Panjang pupa antara 9 – 12 mm. Lama waktu stadium pupa antara 8 hingga 12 hari tergantung dari ketinggian tempat di permukaan laut (Klana, 2011). Imago *S. litura* (gambar 5) memiliki warna sayap putih keabuan pada bagian depan. Pada bagian tengah sayap depan terdapat tiga pasang bintik berwarna perak. Sayap belakang berwarna putih dengan tepian sayap berwarna coklat kehitaman (Cahyono, 2005). Panjang tubuh imago sekitar 10 hingga 14 cm dengan jarak rentang sayapnya antara 25 – 30 mm.



Gambar 5. Imago *S. litura* jantan (sumber: Kritiani, 2008)

2.2.2 Ekologi dan Penyebaran *S. litura*

S. litura tersebar di Eropa, Asia, Australia, Amerika, dan Afrika. *S. litura* banyak ditemukan di negara beriklim tropis, seperti Indonesia, India, Madagaskar. Larva *S. litura* mulai ditemukan pada saat tanaman berumur dua minggu setelah tanam. Populasi *S. litura* akan mulai meningkat saat memasuki usia tanaman 3 minggu setelah tanam. Populasi *S. litura* akan meningkat tinggi pada saat musim kemarau dan kemampuan meletakkan telur

imago betina juga sangat tinggi. Rata-rata populasi larva pada periode tersebut adalah 11,53 ekor per rumpun tanaman dengan intensitas serangan 63 % pada umur tanaman 7 minggu setelah tanam (Hera, 1995).

Penyebaran *S. litura* di Indonesia cukup luas. Terdapat 22 provinsi dengan luas serangan rata-rata mencapai 11, 163 ha/tahun. Daerah serangan utamanya adalah Lampung, Jawa Tengah, Jawa Timur, Nusa Tenggara Barat, dan Sulawesi Utara. Hasil survei di 18 Kabupaten provinsi Jawa Timur menunjukkan bahwa *S. litura* dijumpai di 16 Kabupaten, di Kabupaten Malang dan Bondowoso tidak ditemukan *S. litura* karena kelangkaan kedelai saat pengamatan. Meskipun para petani telah melakukan pengendalian dengan insektisida, tingkat kerusakan daun masih di atas 12,5 % (Tengkano & Suharsono, 2005).

2.2.3 Gejala serangan *S. litura*

S. litura merupakan hewan nokturnal yang aktivitas mencari makannya dilakukan pada malam hari. Serangan ulat ini pada daun akan meninggalkan epidermis atas dan tulang daun, sehingga daun yang terserang akan tampak putih dari kejauhan (Balitbang, 2006). Tanaman yang terserang *S. litura* akan memperlihatkan lubang pada daun (gambar 6) kemudian menjadi robek atau terpotong-potong. Serangan *S. litura* yang berat menyebabkan daun tinggal tulang daun saja. Serangan *S. litura* terjadi secara serentak dalam satu tanaman sampai daun tanaman habis kemudian ulat berpindah ke tanaman lain. *S. litura* menyerang pada malam hari dan bersembunyi dalam tanah pada siang hari (Siswadi 2006).



Gambar 6. Gejala serangan *S. litura* menyebabkan daun berlubang (sumber: Halimah, 2010)

Larva yang masih kecil merusak daun dan menyerang secara berkelompok. Serangan berat *S. litura* mampu menghabiskan seluruh daun tanaman dalam waktu

semalam. Kerusakan pada daun akan menyebabkan terganggunya proses fotosintesis sehingga tanaman tidak dapat melanjutkan proses perkembangannya untuk menghasilkan bunga, biji, dan buah. Ulat dewasa selain menyerang daun juga akan menyerang polong muda (pada tanaman kedelai). Selain kedelai, *S. litura* juga menyerang jagung, kentang, tembakau, kacang hijau, bayam, dan kubis (Balitbang, 2006).

2.2.4 Pengendalian *S. litura*

Pengendalian hama ulat *S. litura* telah banyak dilakukan petani, seperti penggunaan pestisida maupun dengan memanfaatkan keberadaan musuh alami di alam. Pengendalian hama ini harus cepat ditangani agar tidak merusak tanaman. Pengendalian *S. litura* menurut Tengkanan & Suharsono (2005) dilakukan dengan beberapa cara, seperti cara bercocok tanam, cara mekanis, cara kimiawi, dan cara biologi. Cara bercocok tanam terdiri atas beberapa cara, yaitu sanitasi, tanaman serempak, pergiliran tanaman, dan tanaman perangkap. Sanitasi lahan dilakukan untuk mengekspos pupa *S. litura* terhadap musuh alami agar jumlah populasi *S. litura* pada pertanaman berikutnya berkurang. Pengendalian *S. litura* dengan cara tanam serempak dapat menurunkan populasi awal hama. Tanaman serempak dilakukan dengan selisih waktu tanam maksimal 10 hari. Pergiliran tanaman untuk mengendalikan *S. litura* merupakan kunci keberhasilan penerapan berbagai teknologi pengendalian hama pada sistem pengendalian hama terpadu (PHT). Tujuannya adalah untuk menekan populasi hama melalui kelangkaan tanaman inang pada musim sebelumnya sehingga taraf perkembangan populasi hama di alam menjadi terbatas. Tanaman perangkap bertujuan untuk menciptakan keadaan agar populasi hama *S. litura* berkumpul pada area terbatas sehingga pengendalian hanya dilakukan pada tanaman perangkap.

Pengendalian secara mekanis dapat dilakukan dengan mengambil kelompok telur pada tanaman, serta instar larva yang ada pada kelompok tanaman. Waktu terbaik cara ini adalah pada pagi dan sore hari. Pengendalian secara biologi adalah dengan memanfaatkan musuh alami, seperti predator, parasitoid, dan patogen. Pengendalian dapat dilakukan dengan menyemprot tanaman menggunakan *Bacillus thuringiensis* atau *Borrelia litura* (Pracaya, 2004).

Pengendalian secara kimiawi adalah pengendalian yang banyak dilakukan petani, yaitu dengan menggunakan pestisida dengan berbagai kandungan bahan aktif. Bahan aktif yang terdapat pada pestisida memberikan efek pada serangga hama, seperti *repellent*, *antifeedant*, *insecticidal*, *ovicidal*, dan *antiovoposition*. Kandungan bahan aktif pada

repository.ub.ac.id

tumbuhan dapat menghasilkan efek toksik ketika termakan oleh serangga, sehingga aktivitas *antifeeding* dapat menentukan tingkat herbivora serangga. Aktivitas *antifeeding* terjadi karena adanya bahan kimia yang menghambat aktivitas makan tanpa membunuh serangga secara langsung (Arivoli & Tennyson, 2013). *Antifeedant* merupakan peristiwa gangguan perilaku berupa penghambatan kemauan serangga uji untuk mengkonsumsi pakan yang telah diberi perlakuan (Ramadhan *et al*, 2016). Efek *antifeedant* pada pestisida menurut Sari *et al* (2013) menyebabkan penurunan nafsu makan. Penggunaan pestisida nabati yang berasal dari tumbuhan merupakan salah satu pestisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan serangan hama dan penyakit tanaman. Pestisida ini berbahan aktif tunggal atau majemuk yang berfungsi sebagai penolak, anti fertilitas, pembunuh, dan bentuk lainnya. Di alam ini terdapat lebih dari 1000 spesies tumbuhan yang mengandung insektisida, lebih dari 380 spp mengandung zat pencegah makan (*antifeedant*), lebih dari 270 spp mengandung zat penolak (*repellent*), lebih dari 35 spp mengandung akarisisida, dan lebih dari 30 spp mengandung zat penghambat pertumbuhan (Susetyo *et al*, 2008). Insektisida diaplikasikan secara terjadwal sebanyak seminggu sekali mulai tanaman berumur 3 hingga 9 minggu setelah tanam (Arobi *et al*, 2013). Pengendalian ini juga merupakan pengendalian yang menimbulkan dampak buruk paling tinggi bagi lingkungan maupun manusia. Insektisida akan meninggalkan residu dalam produk pertanian yang akan dikonsumsi oleh konsumen sehingga dapat menyebabkan munculnya gejala penyakit (Adam *et al*, 2013).

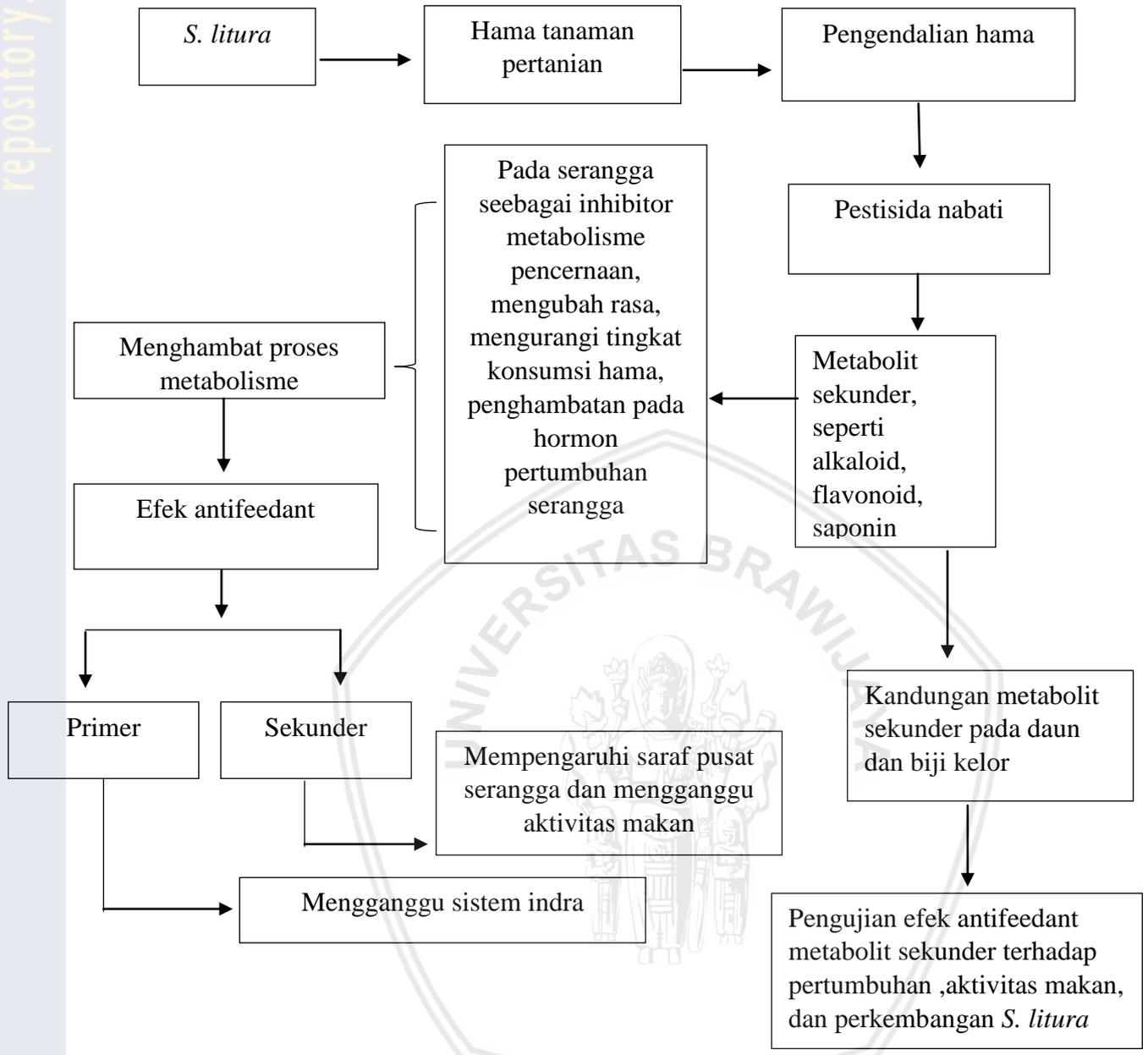
2.3 Kerangka Konsep

Hama dan penyakit pada tanaman menjadi salah satu tantangan terbesar pada tanaman pertanian dan budidaya. Hama dari kelas Insekta banyak dijumpai sebagai salah satu faktor penurunan kualitas dan kuantitas produktivitas. *S. litura* adalah salah satu jenis hama dari ordo Lepidoptera dan famili Noctuida. Hama ini bersifat polifag sehingga banyak ditemukan pada jenis tanaman pertanian, seperti kedelai, tembakau, sawi, dan padi. Pengendalian hama secara terpadu menggunakan pestisida nabati lebih ramah lingkungan dan tidak menimbulkan dampak kematian pada serangga non target serta tidak bersifat resistensi pada hama.

Pemilihan tumbuhan sebagai pestisida nabati yang menjadi alternatif dari pestisida kimiawi adalah karena tumbuhan menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang salah satu fungsinya adalah sebagai pertahanan terhadap gangguan eksternal, seperti serangga hama. Beberapa jenis metabolit sekunder tersebut adalah alkaloid, flavonoid, dan saponin.

Alkaloid adalah salah satu kelompok senyawa metabolit sekunder yang paling luas dan banyak jenisnya. Efek alkaloid pada serangga hama adalah sebagai inhibitor metabolisme pencernaan. Selain alkaloid, flavonoid juga menjadi senyawa pertahanan tumbuhan dari serangan hama karena dapat mengubah rasa dan mengurangi tingkat konsumsi makan serangga. Saponin pada serangga hama akan memberikan efek penghambatan pada hormon pertumbuhan serangga. Ketiga senyawa metabolit sekunder ini secara keseluruhan akan menghambat proses metabolisme pada tubuh hama. Efek yang ditimbulkan adalah efek *antifeedant* merupakan respon serangga dengan menunjukkan aktivitas makan yang terhenti atau dalam jumlah sedikit. Efek *antifeedant* ada dua, yaitu primer bila efek tersebut mengganggu sistem indera, dan sekunder bila mempengaruhi saraf pusat dan mengganggu aktivitas makan.

Ketiga jenis metabolit sekunder tersebut diketahui ada pada tanaman kelor, baik pada daun maupun bijinya. Sehingga daun dan biji kelor dapat dijadikan kandidat pestisida nabati untuk mengendalikan hama *S. litura* khususnya apabila dapat memberikan efek *antifeedant*. Pengujian efek *antifeedant* ekstrak daun dan biji kelor terhadap pertumbuhan dan aktivitas makan *S. litura* perlu dilakukan agar menambah daftar tumbuhan yang berpotensi dimanfaatkan sebagai pestisida nabati dan menambah nilai manfaat tanaman kelor. Kerangka konsep disajikan dalam bentuk skema pada gambar 6.



Gambar 7. Kerangka Konsep Penelitian

2.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah ekstrak daun dan biji kelor (*M. oleifera*) memberikan efek *antifeedant* terhadap pertumbuhan dan aktivitas makan *S. litura*.

BAB III METODE PENELITIAN

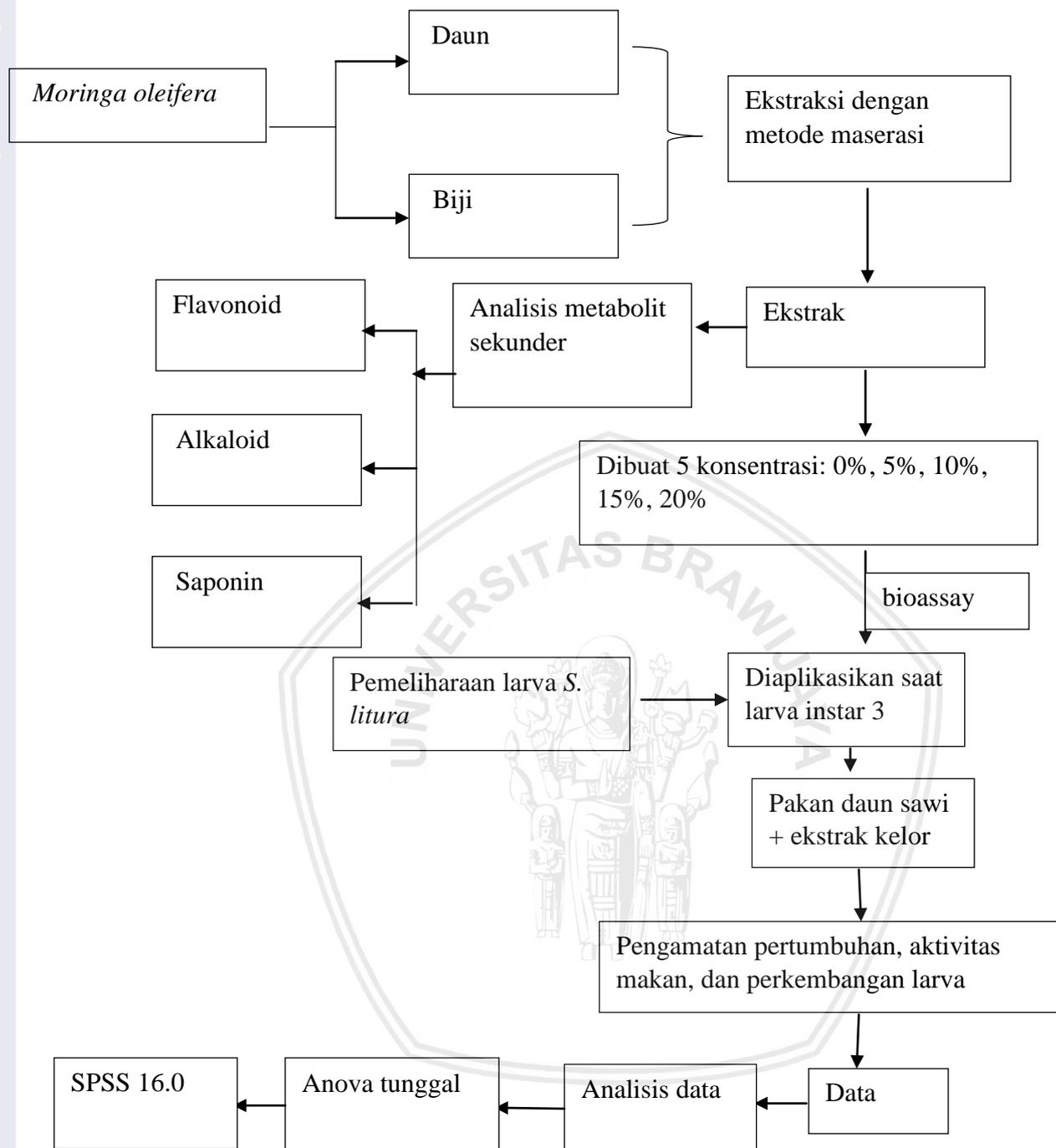
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2017 hingga Maret 2018. Sampel hama *S. litura* didapatkan dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Kabupaten Malang, Jawa Timur pada tanaman kapas. Daun dan biji *M. oleifera* didapatkan dari kawasan Joyosuko, Belakang UIN Malang.

3.2 Kerangka Operasional

Hama *S. litura* yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dari Balai Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas). Perkembangan diamati hingga sampai larva siap digunakan sebagai hewan uji ekstrak daun dan biji kelor yaitu pada stadia larva instar ketiga. Ekstraksi daun dan biji kelor dilakukan dengan metode maserasi. Metode pengujian menggunakan metode perendaman (*deeping methods*). Bahan yang digunakan sebagai pakan larva adalah daun sawi.

Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah pertumbuhan larva yang terdiri dari panjang tubuh larva, berat tubuh larva, aktivitas makan larva yang terdiri dari sisa pakan larva, jam berhenti makan larva, serta lama waktu perkembangan larva dan mortalitas larva. Skema kerangka operasional dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 8. Kerangka Operasional Penelitian

3.3 Langkah Penelitian

3.3.1 Pemeliharaan larva *S. litura*

Hama *S. litura* dikoleksi dari Balitas (Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat) pada tanaman kapas. Larva *S. litura* yang telah dikoleksi dan disimpan dalam toples. Pada penelitian ini digunakan 250 larva *S. litura* pada setiap perlakuan. Larva *S. litura* ditempatkan dalam toples yang telah diberi pakan kemudian ditutup dengan kain. Pakan diganti setiap hari dan kotoran dibersihkan dengan menggunakan kuas. Dalam pengujian ini digunakan larva instar ketiga (Asmaliyah, 2010).

3.3.2 Pembuatan Ekstrak daun dan biji kelor (*M. oleifera*)

Daun dan biji kelor (bahan) segar diambil dari lapangan. Daun dan biji yang dipilih adalah daun yang sudah tua. Bahan yang telah diambil kemudian dicuci dengan air dan dilanjutkan dengan akuades. Bahan yang telah dicuci diletakkan dalam wadah kemudian dikeringanginkan selama 72 jam menggunakan oven dengan suhu 60°C. Daun dipotong kecil. Bahan dihaluskan dengan menggunakan blender hingga berbentuk serbuk. Serbuk halus kemudian dimaserasi dengan menggunakan pelarut etanol 70%. Proses maserasi simplisia daun dan biji kelor dilakukan dengan merendam 500 gram serbuk daun dan biji kelor dengan 3750 ml etanol 70% dalam bejana maserasi. Bejana maserasi ditutup dan dibiarkan selama tiga hari dan diletakkan pada tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung. Selama proses perendaman, rendaman diaduk beberapa kali dengan tujuan untuk meningkatkan efektifitas proses difusi senyawa terlarut ke dalam cairan penyari (Anas *et al*, 2016).

Rendaman disaring dengan menggunakan corong gelas yang dilapisi kertas saring. Filtrat yang dihasilkan kemudian diuapkan kandungan etanol atau pelarutnya menggunakan *rotary evaporator* (Ahdiyah & Purwani, 2015). Ekstrak yang dihasilkan kemudian disimpan dalam lemari es ($\leq 4^{\circ}\text{C}$) hingga saat digunakan.

3.3.3 Uji Metabolit Sekunder Daun dan Biji Kelor (*M. oleifera*)

Uji metabolit sekunder daun dan biji kelor dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, dan saponin pada daun dan biji kelor. Uji kandungan total alkaloid dan saponin merujuk pada Vijay & Rajendra (2014) sedangkan total flavonoid merujuk pada Chinole *et al* (2014).

a. Uji Alkaloid

Uji alkaloid diawali dengan pembuatan standar. Standar yang digunakan adalah quinine ($\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2$). Konsentrasi yang dibuat (mg/l) adalah 0;0,1;0,5;1;2,5;5. Standar

(100 mg/l) dibuat dengan cara melarutkan 10 mg atropin dalam kloroform sampai 100 ml. Untuk konsentrasi yang lain dapat dilakukan dengan cara pengenceran dari konsentrasi 100 mg/l. Larutan dapat digunakan untuk proses selanjutnya. Proses selanjutnya adalah preparasi sampel dan standar. Sampel dihaluskan kemudian ditimbang sebanyak 0,1 g kemudian dilarutkan dalam DMSO sebanyak 10 ml dan ditambah 1 ml HCl 2N dan 5 ml larutan brom kresol hijau dan 5 ml bufer fosfat. Larutan dipindahkan ke corong pisah kemudian dicampur dengan 10 ml kloroform. Larutan dikocok dan dibiarkan sampai terbentuk lapisan. Ambil fase atas dan larutan dapat digunakan untuk proses selanjutnya. Untuk standar, diambil 5 ml standar dan ditambahkan dengan 1 ml HCl 2N, 5 ml brom kresol hijau dan 5 ml buffer fosfat. Larutan dihomogenkan dan didiamkan. Larutan digunakan untuk proses selanjutnya. Penentuan alkaloid dilakukan dengan mengambil 1 ml supernatan atau standar yang telah dipreparasi (larutan berwarna kuning-oranye). Larutan kemudian diencerkan dalam kloroform hingga mencapai volume 5 ml. Absorbansi diukur pada λ 470 nm. Hasil absorbansi alkaloid standar yang telah didapatkan diproses dengan bantuan program statistika untuk menentukan persamaan regresi linear sederhana, $y = a + b(x)$, dimana $y =$ absorbansi dan $x =$ konsentrasi alkaloid. Kadar alkaloid ditentukan dengan bantuan persamaan regresi standar dengan memperhatikan berat sampel yang digunakan dan pengenceran yang dilakukan.

b. Uji Flavonoid

Uji flavonoid diawali dengan pembuatan larutan standar. Standar yang digunakan adalah quercetin. Konsentrasi standar yang dibuat (mg/l) adalah 0; 1; 5; 10; 25; 50. Standar (100 mg/l) dibuat dengan cara melarutkan 10 mg quercetin dalam akuades sampai 100 ml. Untuk konsentrasi yang lain dilakukan dengan cara pengenceran dari konsentrasi 100 mg/l. Larutan dapat digunakan untuk proses selanjutnya. Proses selanjutnya adalah preparasi sampel dan standar. Untuk sampel padat, sampel dihaluskan kemudian ditimbang sebanyak 0,1 g lalu dilarutkan dalam metanol p.a sampai 10 ml dalam labu takar, kemudian dihomogenisasi dan didiamkan sekitar 30 menit dan dilanjutkan dengan penyaringan dan jika perlu disentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 10 menit dan diambil supernatan. Larutan digunakan untuk proses selanjutnya. Penentuan flavonoid dilakukan dengan mengambil 1 ml supernatan dan ditambahkan dengan 0,3 ml NaNO_2 5%, dihomogenkan dan didiamkan 5 menit. Ditambahkan 0,3 ml Al_2Cl_3 10%, dihomogenkan dan didiamkan selama 5 menit. Ditambahkan 2 ml NaOH 1 M, dihomogenkan dan didiamkan selama 1 menit. Ditambahkan akuades hingga volume 100 ml. Flavonoid diindikasikan dengan terbentuknya larutan berwarna merah. Absorbansi diukur dengan

spektrofotometer pada λ 510 nm. Hasil absorbansi flavonoid standar yang telah didapatkan diproses dengan bantuan program statistika untuk menentukan persamaan regresi linear sederhana, $y = a + b(x)$, dimana $y =$ absorbansi dan $x =$ konsentrasi flavonoid. Kadar flavonoid ditentukan dengan bantuan persamaan regresi standar dengan memperhatikan berat sampel yang digunakan dan pengenceran yang dilakukan.

c. Uji Saponin

Uji saponin diawali dengan pembuatan larutan standar. Standar yang digunakan adalah saponin. Konsentrasi standar yang dibuat (mg/l) adalah 0; 0,1; 0,5; 1; 2,5; 5. Standar (100 mg/l) dibuat dengan cara melarutkan 10 mg saponin dalam etanol 25% sampai 100 ml. Untuk konsentrasi yang lain dapat dibuat dengan mengencerkan konsentrasi 100 mg/l. Larutan dapat digunakan untuk proses selanjutnya. Proses selanjutnya adalah preparasi sampel. Untuk sampel padat, sampel dihaluskan kemudian ditimbang sebanyak 0,1 g lalu dilarutkan dalam etanol 20% sebanyak 50 ml dan diaduk hingga homogen, kemudian dipanaskan pada waterbath dengan suhu 55°C selama 90 menit. Larutan kemudian disaring dengan kertas saring. Dilakukan reekstraksi pada ampas. Kedua filtrat dicampur dan dipanaskan pada suhu 90 °C sampai tertinggal 40 ml. Larutan kemudian dipindahkan ke corong pemisah lalu ditambahkan dengan dietil eter 40 ml lalu larutan dikocok dan didiamkan sampai larutan terpisah. Ambil fase bawah. Tambahkan dengan 60 ml n-butanol lalu ditambahkan dengan NaCl 5% sebanyak 10 ml dan disaring. Filtrat yang didapat kemudian dikeringkan pada suhu 60 °C dalam oven dan akan didapatkan saponin kering. Larutkan isolat saponin dengan etanol 20% sebanyak 5 ml. Penentuan saponin dilakukan dengan mengambil 5 ml sampel atau standar dan ditambahkan dengan 0,5 ml FeCl_3 0,1 M dan 0,5 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 0,008 M kemudian dihomogenkan dan didiamkan selama 30 menit. Saponin diindikasikan dengan terbentuknya warna biru. Encerkan dengan kloroform sampai volum 10 ml. Ukur absorbansi hasil reaksi pada spektrofotometer pada λ 645 nm. Hasil absorbansi saponin standar yang telah didapatkan diproses dengan bantuan program statistika untuk menentukan persamaan regresi linear sederhana, $y = a + b(x)$, dimana $y =$ absorbansi dan $x =$ konsentrasi saponin. Kadar saponin ditentukan dengan bantuan persamaan regresi standar dengan memperhatikan berat sampel yang digunakan dan pengenceran yang dilakukan.

3.4 Metode Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode pencelupan (*dipping methods*) (Sa'diyah *et al*, 2013). Larva *S. litura* yang telah mencapai instar ketiga (Setiawan &

Supriadi, 2014) yang sehat disiapkan dan dilektakkan dalam botol selai (masing-masing botol diisi lima larva). Kemudian disiapkan daun sawi sebagai pakan yang akan diberi perlakuan dengan direndam dalam ekstrak. Pada pengujian digunakan 4 perlakuan konsentrasi ekstrak, yaitu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20 % Daun sawi sebanyak 10 gram direndam pada masing-masing konsentrasi larutan ekstrak selama kurang lebih 10 detik dan dikeringanginkan pada suhu ruang, dan kemudian diberikan masing-masing pada botol selai. Setiap perlakuan digunakan hewan uji sebanyak 5 larva dan pengulangan sebanyak 5 kali. Setiap 24 jam pakan diganti dengan yang baru dengan perlakuan yang sama. Pengamatan dilakukan setiap 4 jam sekali. Kotoran dalam botol dibersihkan setiap hari dengan menggunakan kuas. Pengamatan dilakukan pada waktu yang sama setiap hari hingga mencapai masa pupa. Pengukuran variabel penelitian dilakukan pada setiap pergantian masa instar larva.

3.5 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan ulangan sebanyak 5 kali pada setiap konsentrasi. Variabel pada penelitian ini adalah variabel bebas, terikat, dan terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah konsentrasi ekstrak daun dan biji *M. oleifera*, variabel terikat meliputi panjang tubuh larva, berat tubuh larva, sisa pakan larva, lama perkembangan larva, jam berhenti makan larva, dan mortalitas.

3.6 Analisis Data

Data yang didapatkan berupa data kuantitatif. Data berupa panjang tubuh, berat tubuh, sisa pakan, lama waktu perkembangan, waktu berhenti makan, dan mortalitas larva. Uji normalitas dilakukan dengan metode Kolmogorov-Smirnov dan uji homogenitas dilakukan dengan metode Levene Test. Jika data normal dan homogen dilanjutkan dengan analisis ragam satu arah atau anova tunggal atau one way anova dengan taraf signifikan $\alpha = 0,05$. beda nyata diuji menggunakan uji Turkey untuk mengetahui beda tidaknya masing-masing variabel. Jika data tidak normal dilakukan uji Kruskal – Wallis dan dilanjutkan dengan uji Mann- Whitney. Jika data normal namun tidak homogen dilakukan uji Games – Howell.

Analisis mortalitas larva dihitung dengan menggunakan LC_{50} . Pengamatan dilakukan dengan menghitung presentase mortalitas larva pada tiap konsentrasi. Hasil kematian diperoleh dari hasil kali rasio dengan 100% untuk setiap konsentrasi kemudian dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan dilakukan analisis sehingga didapatkan nilai LC_{50} . Dengan menggunakan metode analisis probit manual maka didapatkan nilai probit

dengan megkonversi nilai persen mortalitas larva pada tiap konsentrasi ke nilai probit. Setelah mendapat presentase kematian, kemudian menghitung nilai log dari konsentrasi untuk mendapatkan persamaan garis lurus hubungan anttara nilai probit dengan log konsentrasi dengan rumus $y=mX+b$. Metode analisis menggunakan Microsoft Excel. Nilai LC_{50} dihitung dengan persamaan garis lurus tersebut dengan memasukkan nilai 5 (probit 50% kematian hewan uji) sebagai y sehingga dihasilkan nilai x sebagai nilai log konsentrasi. LC_{50} adalah antilog dari nilai x (Asem *et al*, 2010).



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis kandungan metabolit sekunder ekstrak daun dan biji kelor

Berdasarkan hasil analisis kandungan senyawa flavonoid, alkaloid, dan saponin pada daun dan biji kelor, maka diketahui bahwa hasilnya adalah positif. Daun dan biji kelor yang digunakan mengandung ketiga senyawa fitokimia tersebut. Hasil ini tersaji pada tabel 2. Total kandungan senyawa metabolit sekunder yang paling tinggi adalah flavonoid dengan rerata 3181,4 mg/kg pada ekstrak daun dan 2058,4 mg/kg pada ekstrak biji. Rerata kandungan alkaloid pada ekstrak biji lebih tinggi dibandingkan pada ekstrak daun, yaitu 207,2 mg/kg. Kandungan saponin pada ekstrak daun lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak biji, yaitu dengan rerata 107,5 mg/kg.

Tabel 2. Kandungan senyawa total metabolit sekunder pada daun kelor dan biji kelor

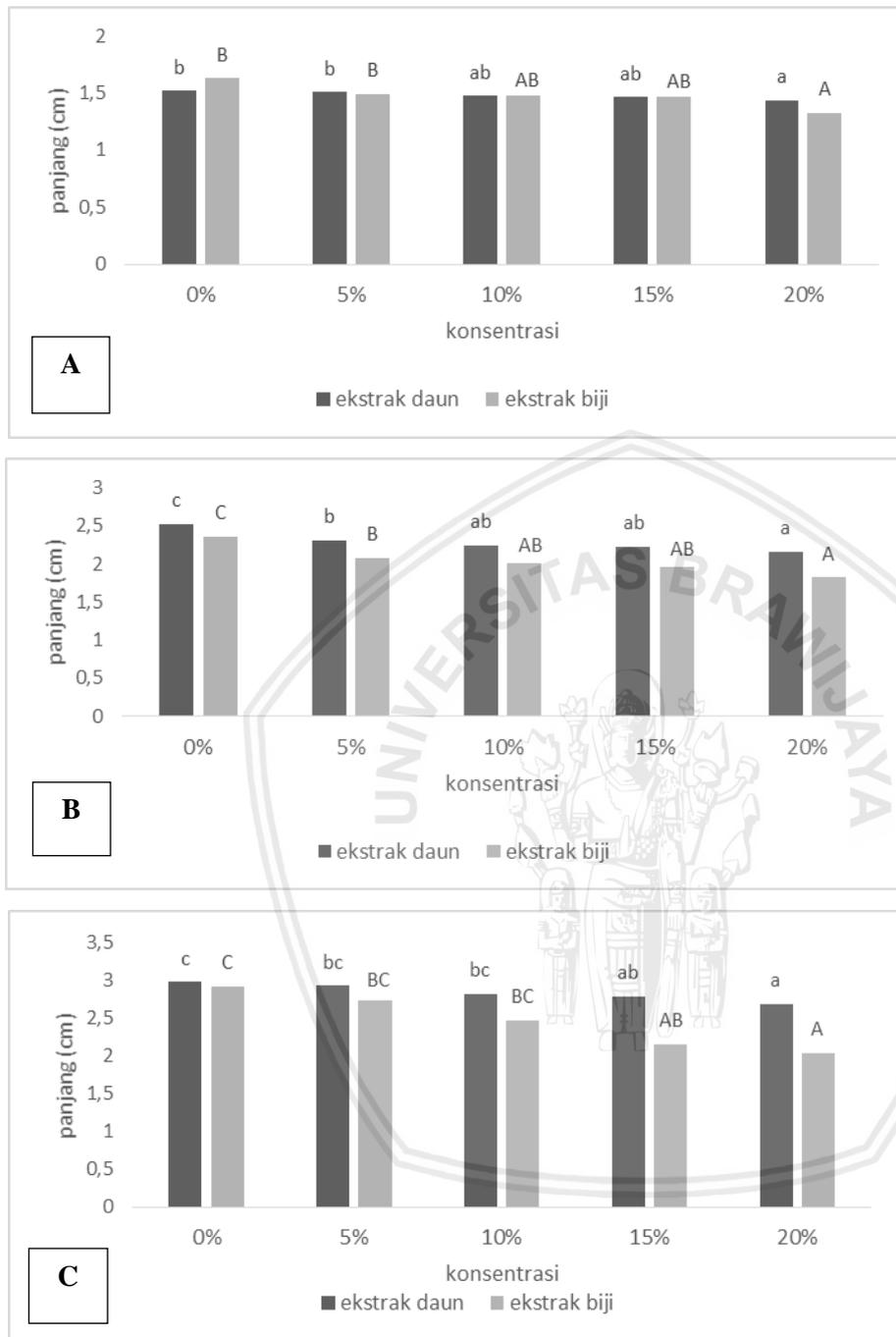
Ulangan	Ekstrak kelor	Total kandungan (mg/kg)		
		alkaloid	flavonoid	saponin
1	Daun	153,7	3157,1	106,2
2		154,5	3205,7	108,8
	Rerata	154,1	3181,4	107,5
1	Biji	205,1	2075,0	65,6
2		209,2	2041,7	63,7
	Rerata	207,2	2058,4	64,6

Kandungan alkaloid dan flavonoid lebih tinggi dibandingkan dengan saponin. Hal ini sejalan dengan penelitian (Ezeigbo, 2016) yang menunjukkan kandungan flavonoid ($3,46 \pm 0,03$ g/100g) dan alkaloid ($3,30 \pm 0,00$ g/100g) pada *M.oleifera* lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan saponin ($0,95 \pm 0,03$ g/100g). Metabolit sekunder tersebut memberikan efek *antifeedant* yang mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas makan larva *S. litura*. *Antifeedant* merupakan peristiwa gangguan tingkah laku berupa penghambatan pada aktivitas makan serangga uji terhadap pakan yang telah diberi perlakuan. Efek *antifeedant* ada dua, yaitu primer (efek yang mengganggu sistem indra) dan sekunder (efek yang mempengaruhi saraf pusat serangga dan mengganggu proses makan) (Darwiyati, 2009). Metabolit sekunder pada serangga dapat berperan sebagai racun dan dapat mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, serta penurunan aktivitas saluran pencernaan (Belete, 2018).

Alkaloid merupakan senyawa metabolit sekunder yang memiliki jenis paling banyak, dengan stuktur dan jalur biosintesis paling beragam, termasuk lebih dari dua puluh ribu molekul berbeda yang terdapat pada sekitar 20 % tumbuhan berpembuluh yang telah diketahui. Alkaloid bersifat toksik dan telah digunakan untuk pengendalian hama (Matsuura & Neto 2015). Flavonoid disintesis di semua organ tumbuhan, termasuk daun dan biji. Flavonoid telah dilaporkan dapat membunuh serangga termasuk *S. litura* (Boue & Raina, 2003). Saponin juga telah dilaporkan bersifat antifeedant yang menghambat aktivitas makan *Limantria dispar* (Chaieb, 2010). Alkaloid dan saponin pada serangga dapat menjadi racun perut dan menghambat kerja enzim kolinesterase pada larva. Flavonoid dalam tubuh larva mengakibatkan kematian larva karena bertindak sebagai racun pernapasan. Metabolit sekunder pada tumbuhan berdasarkan penelitian selama beberapa dekade merupakan fenomena yang dinamis dan hasilnya dapat diperkirakan. Senyawa metabolit sekunder pada tanaman memiliki perbedaan jalur biosintesa biokimia. Hal ini menyebabkan senyawa tersebut sangat rentan terhadap pengaruh lingkungan dan potensi predator herbal, misalnya faktor abiotik dan biotik memiliki kemungkinan secara khusus diinduksi melalui berbagai mekanisme sehingga menyebabkan variasi dalam akumulasi dan biogenesis metabolit sekunder (Tando, 2018). Metabolit sekunder pada tanaman merupakan salah satu mekanisme pertahanan terhadap serangan luar, termasuk hama. Pertumbuhan larva berupa panjang tubuh dan berat tubuh mengalami penurunan setelah pemberian ekstrak daun dan biji kelor pada pakannya.

4.2 Efek antifeedant terhadap pertumbuhan larva *S. litura*

Pemberian ekstrak daun dan biji kelor memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan larva *S. litura* pada berbagai instar. Gambar 9 memperlihatkan penurunan rerata panjang tubuh larva seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak.2 Pemberian ekstrak daun dan biji pada larva instar ketiga tidak memberikan perbedaan antara konsentrasi kontrol atau 0% dan 5%, namun berbeda secara signifikan dengan konsentrasi 20%. Konsentrasi 10% dan 15% tidak berbeda secara signifikan. Pada instar keempat, rerata panjang tubuh larva pada pemberian kedua ekstrak berbeda secara nyata antara konsentrasi 0% dengan semua konsentrasi. Konsentrasi 10% dan 15% tidak berbeda. Pada instar kelima pemberian ekstrak daun dan biji kelor menunjukkan perbedaan yang signifikan antara konsentrasi 0% dengan semua konsentrasi. Rerata panjang dengan pemberian ekstrak konsentrasi 5% dan 10% memiliki notasi yang sama dan berbeda signifikan dengan konsentrasi 20%.



Gambar 9. Rerata panjang tubuh *S.litura* yang diberi ekstrak kelor pada instar 3 (A), instar 4 (B), dan instar 5 (C). Notasi huruf yang sama pada setiap perlakuan menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan uji Turkey pada $\alpha = 5\%$

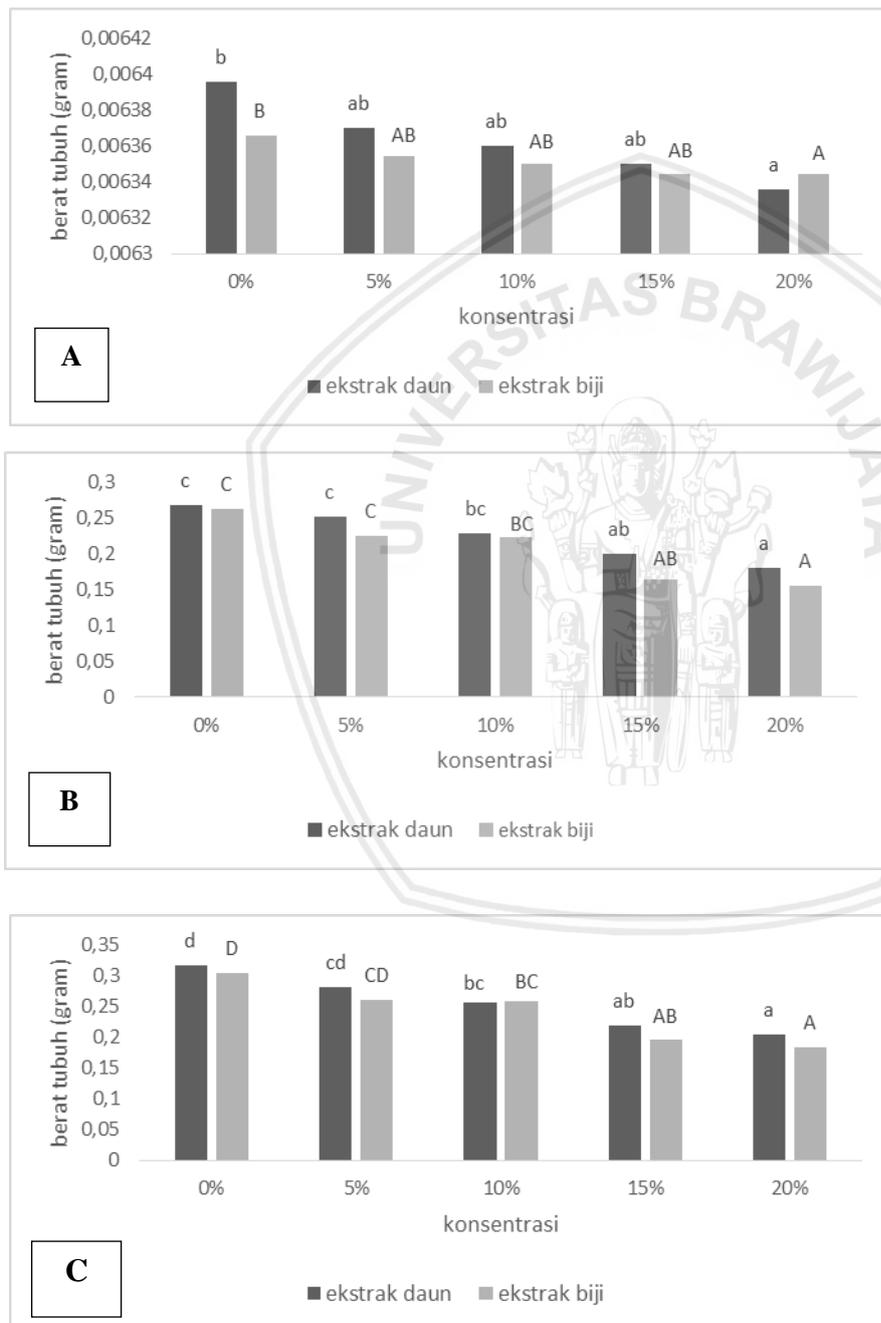
Panjang tubuh larva instar ketiga adalah 0,9 hingga 2 cm (EPPO, 2015). Penurunan panjang tubuh larva disebabkan karena kandungan pada ekstrak daun dan biji kelor memberikan efek *antifeedant*. Senyawa metabolit yang positif terkandung pada kedua ekstrak adalah alkaloid. Alkaloid menjadi inhibitor pada metabolisme pencernaan yang

menghambat kerja sukrosa pada usus dan mempengaruhi pertumbuhan larva. Kandungan flavonoid pada ekstrak juga menyebabkan penurunan panjang tubuh larva. Flavonoid pada tumbuhan berperan penting sebagai proteksi terhadap serangan serangga, khususnya herbivora. Flavonoid mengubah rasa tanaman dan mengurangi tingkat konsumsi serangga hama pada tanaman. Flavonoid merupakan *cytotoxic* dan berinteraksi dengan enzim yang berbeda. Flavonoid menjaga tanaman dari hama yang berakibat pada tingkah laku hama, pertumbuhan, dan perkembangan hama (Mierziak *et al*, 2014).

Penurunan rerata panjang tubuh *S. litura* terlihat lebih banyak pada pemberian ekstrak biji. Hal ini salah satunya disebabkan karena kandungan alkaloid pada biji kelor lebih tinggi dibandingkan pada daun kelor. Alkaloid adalah kelompok metabolit sekunder paling besar. Sudah diketahui secara luas bahwa peran utama alkaloid dalam tumbuhan adalah memberikan efek toksisitas terhadap pemangsa dan patogen. Efek toksisitas salah satunya digunakan untuk mengendalikan mikroorganisme atau hama tanaman tertentu (Matsura & Neto, 2015). Pertumbuhan larva *S. litura* dapat dipengaruhi oleh pola makan. Semua instar larva memiliki daya makan yang berbeda-beda, semakin bertambah umur larva menjadi instar selanjutnya maka daya makan larva hingga mengalami penurunan pada saat akan memasuki fase pupa. Dalam penelitian ini, perbedaan pola makan diakibatkan karena perbedaan konsentrasi ekstrak menyebabkan penurunan rerata panjang dan bobot tubuh yang berbeda pula.

Kandungan metabolit sekunder pada kedua ekstrak juga memberikan efek *antifeedant* yang mempengaruhi berat tubuh larva. Berat tubuh larva mengalami penurunan yang lebih tinggi pada pemberian ekstrak biji kelor. Rerata berat tubuh larva pada berbagai instar dengan pemberian ekstrak kelor tersaji pada gambar 10. Rerata berat tubuh larva instar ketiga pada kedua ekstrak dengan konsentrasi 0% berbeda secara signifikan dengan konsentrasi 20%. Konsentrasi 5%, 10%, dan 15% memiliki notasi yang sama dan tidak berbeda dengan konsentrasi 0% dan 20%. Pada instar keempat, rerata berat tubuh pemberian ekstrak konsentrasi 0% dan 5% adalah sama, dan secara signifikan berbeda dengan konsentrasi 20%. Namun pemberian ekstrak konsentrasi 10% dan 15% tidak berbeda dengan konsentrasi 20%. Instar terakhir larva memperlihatkan rerata berat tubuh yang berbeda secara signifikan pada pemberian ekstrak konsentrasi 0% dengan 15 dan 20%, namun konsentrasi 20% memberikan pengaruh yang tidak berbeda dengan pemberian konsentrasi ekstrak 15%. Konsentrasi 15% tidak berbeda dengan konsentrasi 10%. Rerata berat tubuh larva pemberian ekstrak konsentrasi 5% tidak berbeda dengan

konsentrasi 0%. Penurunan berat tubuh larva pada pemberian pakan dengan ekstrak daun dan biji kelor disebabkan karena efek *antifeedant* pada ekstrak. Efek ini menyebabkan penurunan nafsu makan yang berdampak pada berat badan larva. Serangga tidak mengkonsumsi makanan yang sesuai sehingga kekurangan nutrisi yang diperlukan tubuh, dampaknya adalah penghambatan dalam pertumbuhan. Selain itu kandungan metabolit sekunder yang bersifat toksik terhadap serangga juga mempengaruhi pertumbuhan larva



Gambar 10. Rerata berat tubuh larva *S. litura* instar ketiga (A), instar keempat (B), dan instar kelima (C) yang diberi perlakuan ekstrak kelor. Notasi huruf yang sama

pada setiap perlakuan menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan uji Turkey pada $\alpha = 5\%$

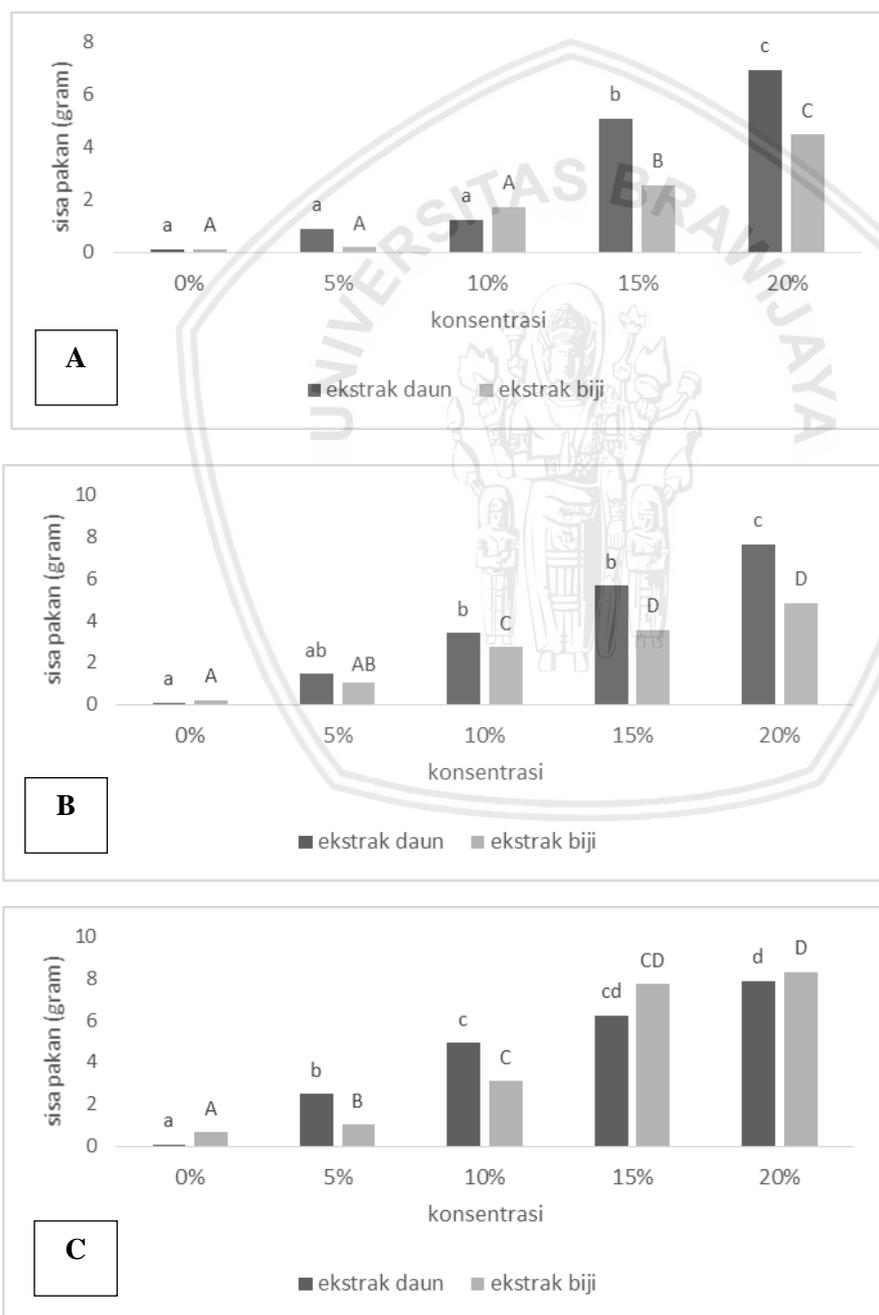
. Hasil penelitian Acheuk & Mitiche (2013) memperlihatkan bahwa alkaloid menghambat pertumbuhan serangga. Penghambatan aktivitas makan larva disebabkan karena adanya gejala neurotoksisitas yang cepat (Acheuk & Mitiche, 2013). Alkaloid bagi serangga bertindak sebagai racun perut dan racun kontak. Alkaloid berupa garam dan dapat mendegradasi membran sel pada saluran pencernaan untuk masuk dan merusak sel.

Alkaloid mengganggu kontrol neuroendokrin dengan menginaktivasi acetylcholinesterase pada larva (Aniszewski, 2007). Enzim ini tidak dapat melaksanakan tugasnya dalam tubuh untuk meneruskan pengiriman perintah kepada saluran pencernaan (Ahdiyah & Purwani, 2015). Pengaruh flavonoid yang ditambahkan pada pakan *S. litura* juga menyebabkan penurunan berat tubuh larva. Flavonoid yang bersifat racun menyebabkan serangga mengalami penghambatan dalam proses metabolisme sel dan perkembangan serta pertumbuhan serangga. Flavonoid juga menyebabkan denaturasi protein sehingga bahan makanan tidak tersalurkan pada tubuh serta mengakibatkan kekurangan ATP sebagai sumber energi (Arneti *et al*, 2018). Menurunnya berat tubuh juga disebabkan kandungan saponin yang mengganggu metabolisme dan kehilangan air. Saponin merupakan salah satu senyawa terpenoid dari kelompok triterpenoid yang dalam tubuh hama menimbulkan penurunan aktivitas enzim protease dalam saluran makanan (Shahabuddin & Pasaru, 2009).

4.3 Efek antifeedant ekstrak terhadap aktivitas makan larva *S. litura*

Penurunan berat tubuh larva akibat pakan yang telah diberi ekstrak berkaitan dengan jumlah pakan yang dikonsumsi. Peningkatan konsentrasi ekstrak menurunkan jumlah pakan yang dikonsumsi sehingga meningkatkan sisa pakan larva. Grafik sisa pakan larva pada berbagai instar dengan pemberian ekstrak kelor tersaji pada gambar 11. Sisa pakan secara statistika berbeda secara nyata pada larva instar ketiga dengan pemberian ekstrak konsentrasi 0%, 5%, 10% dengan 15% dan 20%. Pada instar keempat, rerata sisa pakan dengan pemberian ekstrak daun dan biji kelor berbeda secara signifikan antara konsentrasi 0% dengan 10%, 15%, dan 20%, namun tidak ada perbedaan pada pemberian ekstrak 5% dengan 10% dan 15%. Sedangkan pada pemberian ekstrak biji, konsentrasi 0% dan 5% tidak dan perbedaan namun berbeda secara signifikan dengan konsentrasi 10%, 15%, dan 20%.

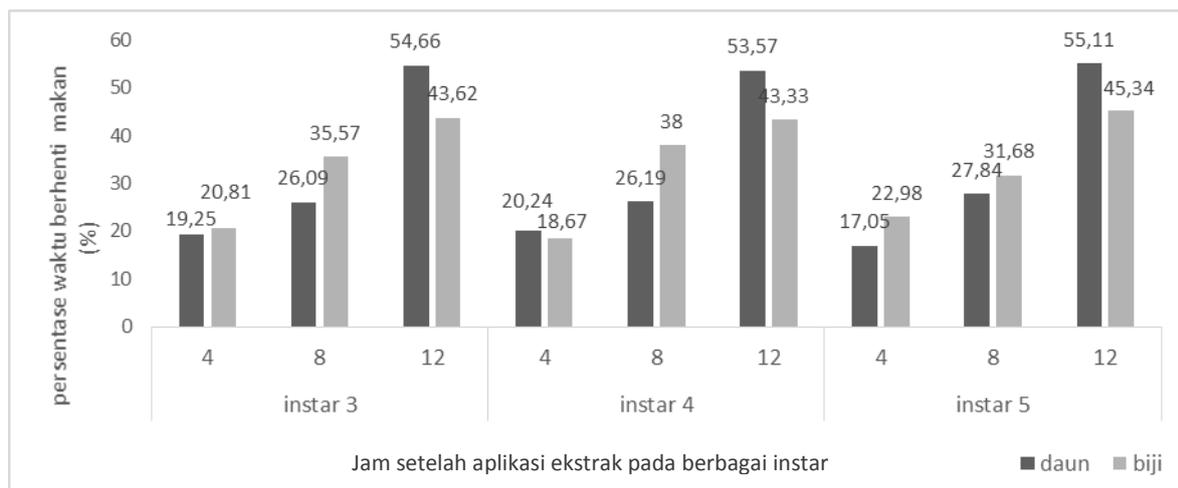
Kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, dan saponin bersifat *antifeedant* pada serangga. Senyawa *antifeedant* tersebut mempengaruhi perilaku makan melalui aksi langsung organ perasa serangga. Reaksi serangga tersebut berupa menolak makan atau hanya memakan dalam jumlah sedikit. Senyawa asing yang terdapat pada makanan serangga walaupun dalam konsentrasi rendah dapat dikenali dan direspon oleh serangga. Respon ini dapat berupa penolakan makan atau *antifeedant*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sari *et al* (2006) bahwa kehadiran senyawa yang belum dikenal atau *foreign compounds* dapat mengakibatkan penolakan serangga.



Gambar 11. Rerata sisa pakan larva *S. litura* instar ketiga (A), instar keempat (B), dan instar kelima (C) yang diberi perlakuan ekstrak kelor. Notasi huruf yang sama pada setiap perlakuan menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan uji Turkey pada $\alpha = 5\%$

Meningkatnya jumlah sisa pakan pada setiap kenaikan konsentrasi ekstrak karena makanan tidak cocok dan larva menghentikan makan secara sementara atau permanen. Aktivitas penghambat makan ini berhubungan dengan sensitivitas *neuron gustatory* pada serangga yang menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan terhambat (Khairul & Vemithasa, 2018). Penurunan berat diakibatkan menurunnya aktivitasmakan larva. Kandungan saponin pada kedua ekstrak menyebabkan penurunan kuantitas pakan yang dikonsumsi. Saponin memberikan efek *antifeedant* terhadap *S. litura*. Chaieb (2010) melaporkan bahwa daun alfafa (*Medicago sativa*) yang mengandung saponin dan diberi perlakuan dengan cara diberi kerusakan menyebabkan *S. litura* secara signifikan mengkonsumsi sedikit daun alfafa dibandingkan dengan kontrol. Fenomena ini menjelaskan adanya peningkatan sintesis dua triterpenic saponin pada tanaman dengan kondisi terganggu.

Meningkatnya sisa pakan larva seiring dengan kenaikan konsentrasi diakibatkan karena larva sudah kehilangan nafsu makan dan tubuh tidak mampu lagi menerima asupan makanan yang telah bercampur dengan senyawa metabolit sekunder tersebut. Efek *antifeedant* pada kedua ekstrak menyebabkan menurunnya nafsu makan, berdasarkan pengertian *antifeedant* menurut (Sari *et al*, 2013). *Antifeedant* juga menyebabkan gangguan perilaku berupa penghambatan kemauan serangga uji untuk mengkonsumsi pakan yang telah diberi perlakuan (Rusdy, 2009). Selain ketiga senyawa metabolit sekunder tersebut, ekstrak daun kelor juga mengandung tanin (Putra *et al*, 2016).



Gambar 12. Persentase waktu berhenti makan *S. litura* yang diberi perlakuan ekstrak kelor pada jam ke 4, 8 dan 12 setelah aplikasi

Tanin bekerja sebagai racun pada saluran pencernaan. Tanin merupakan golongan senyawa aktif tumbuhan yang bersifat fenol dan memiliki rasa sepat. Senyawa tanin banyak tersebar pada berbagai jenis tanaman yang berfungsi sebagai proteksi dari predasi dan memungkinkan sebagai salah satu bahan pestisida nabati. Flavonoid mengganggu kemampuan pencernaan pada serangga dengan menurunkan aktivitas enzim protease dan amilase (Shahabuddin & Pasaru, 2009). Kandungan flavonoid juga menyebabkan sedikitnya konsumsi pakan larva. Flavonoid mengakibatkan penghambatan pada aktivitas makan larva (Boue & Raina, 2003).

Aktivitas makan larva pada penelitian ini dapat diamati dengan menghitung jumlah larva yang berhenti makan pada pengamatan 4 jam setelah aplikasi (JSA), 8 JSA, dan 12 JSA. Pada gambar 12, waktu berhenti makan *S. litura* setelah pemberian pakan dengan penambahan ekstrak daun dan biji kelor mengalami kenaikan. Pada instar ketiga, empat, dan lima, pemberian ekstrak daun dan biji kelor menyebabkan persentase waktu berhenti makan pada 4, 8, dan 12 JSA mengalami peningkatan. Pada 4, 8, 12 JSA persentase waktu berhenti makan dengan pemberian ekstrak daun kelor lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak biji kelor pada instar ketiga dan kelima. Pada instar keempat, persentase waktu berhenti makan dengan pemberian ekstrak biji kelor lebih tinggi pada 4 dan 12 JSA. Ekstrak daun dan biji kelor yang mengandung zat bioaktif dari metabolit sekunder yang dihasilkan menyebabkan aktivitas larva terhambat, ditandai antara lain dengan gerakan yang melamban, tidak adanya respon gerak sehingga larva mengalami tahapan berhenti makan (*stop feeding*). Aktivitas makan serangga berkurang atau terhenti disebabkan karena adanya senyawa kimia yang masuk dalam tubuh lalu menstimulasi komoreseptor untuk

dilanjutkan ke sistem saraf. Senyawa kimia tersebut merusak jaringan tertentu, dalam hal ini adalah organ pencernaan (Hasnah *et al*, 2012). Aktivitas berhenti makan pada *S. litura* dapat disebabkan karena kandungan tanin pada ekstrak daun kelor. Pada pembahasan sebelumnya telah dilaporkan bahwa ekstrak daun kelor mengandung senyawa tanin. Tanin berperan sebagai senyawa yang mendenaturasi protein. Selain itu tanin juga mencegah proses pencernaan (Rohyani *et al*, 2015).

Instar larva yang lebih lanjut memiliki ukuran tubuh yang lebih besar dan lebih panjang dibandingkan dengan instar awal. Instar yang lebih tua memiliki ukuran tubuh lebih berat dari instar sebelumnya. Instar yang lebih tua juga memakan daun atau pakan lainnya lebih sedikit dibandingkan dengan instar yang lebih muda pada satuan berat badan yang sama (Laba *et al*, 1999).

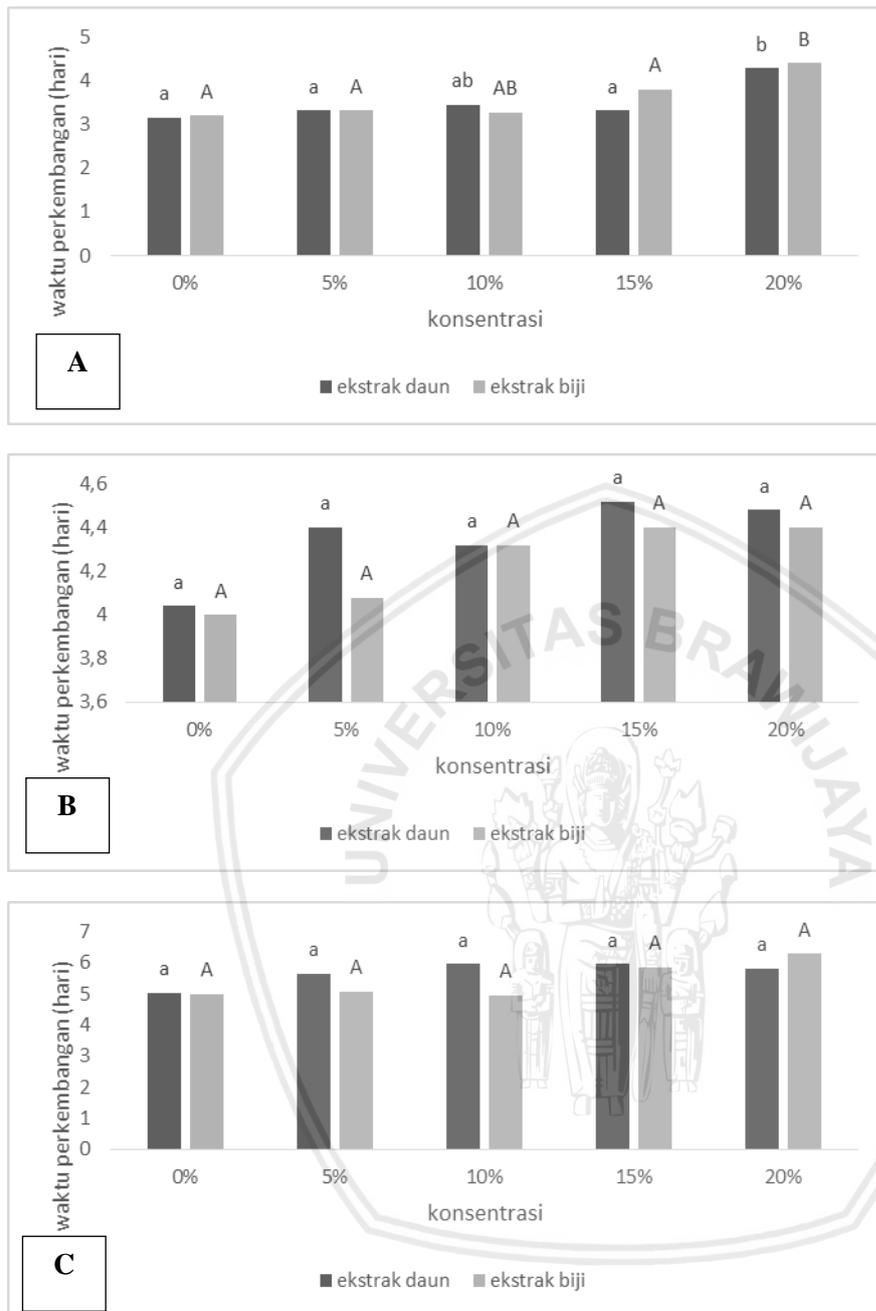
4.4 Efek antifeedant terhadap perkembangan larva *S. litura*

Kandungan flavonoid pada ekstrak daun dan biji kelor juga memberikan efek *antifeedant* dan mempengaruhi perkembangan larva. Pada insekta, beberapa kelas dari fitokimia, termasuk flavonoid mengganggu pada proses molting, reproduksi, aktivitas makan, dan tingkah laku serangga (Boue & Raina, 2003). Pemberian ekstrak juga mempengaruhi lama hidup larva *S. litura*. Terjadi lama waktu hidup yang lebih panjang pada larva perlakuan dibanding dengan kontrol.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa lama waktu perkembangan larva yang diberi ekstrak lebih lama dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Grafik lama waktu perkembangan larva pada berbagai instar dengan pemberian ekstrak kelor tersaji pada gambar 13. Rerata lama waktu perkembangan larva instar 3 berbeda secara signifikan antara perlakuan kontrol dengan pemberian ekstrak dengan konsentrasi 20%, namun tidak berbeda dengan pemberian konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Larva *S. litura* instar 3 dicirikan dengan warna kepala berwarna kecoklatan, tubuh berwarna hijau kecoklatan dengan garis putih di kanan dan kiri tubuhnya. Perkembangan larva instar 4 dan 5 tidak berbeda pada semua perlakuan. Larva instar 4 dicirikan dengan munculnya bulatan hitam yang makin banyak pada tubuh, sedangkan larva instar 5 ditandai dengan tubuh berwarna lebih gelap atau kehitaman serta pemendekan tubuh. Lama waktu perkembangan larva uji tidak melebihi lama hidup larva berdasarkan Shakya *et al* (2015). Lama waktu perkembangan larva *S. litura* instar ketiga dan keempat secara normal adalah 4 sampai 5

hari sedangkan larva instar kelima adalah 7 sampai 8 hari. Namun apabila dibandingkan dengan perlakuan kontrol, larva yang diberi perlakuan ekstrak daun dan biji memiliki lama waktu hidup sedikit lebih panjang.

Hal ini dikarenakan kandungan metabolit sekunder, yaitu saponin mempengaruhi lama hidup larva. Metabolit sekunder tumbuhan dapat mengganggu pertumbuhan, salah satunya dengan memperlama waktu perkembangan (Chowanski *et al*, 2016). Chaieb (2010) melaporkan bahwa kandungan saponin memperpanjang lama hidup *S. litura*. Lama waktu perkembangan *S. litura* dengan pemberian ekstrak daun kelor lebih lama. Lama nya waktu perkembangan ini disebabkan karena adanya gangguan pada hormone perkembangan insekta, yaitu *brain hormone* (BH), *juvenile hormone* (JH), dan hormone ekdison. Saponin termasuk senyawa terpenoid. Aktivitas saponin dalam tubuh serangga yaitu mengikat sterol bebas dalam saluran pencernaan makanan. Sterol adalah zat yang berfungsi sebagai prekursor hormon ekdison (Aminah *et al*, 2001). Pertumbuhan larva dipengaruhi salah satunya oleh JH. Selama terdapat JH maka rangkaian pengelupasan kulit yang terjadi di bawah pengaruh hormone ekdison hanya akan menghasilkan stadium tidak dewasa saja. Apabila konsentrasi *juvenile hormone* lebih tinggi dibandingkan dengan hormon ekdison, maka akan merangsang larva dan mencegah pembentukan pupa (Lukman, 2009).



Gambar 13. Rerata waktu perkembangan larva *S. litura* instar ketiga (A), instar keempat (B), dan instar kelima (C) yang diberi perlakuan ekstrak kelor. Notasi huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan uji lanjut Turkey pada $\alpha = 5\%$

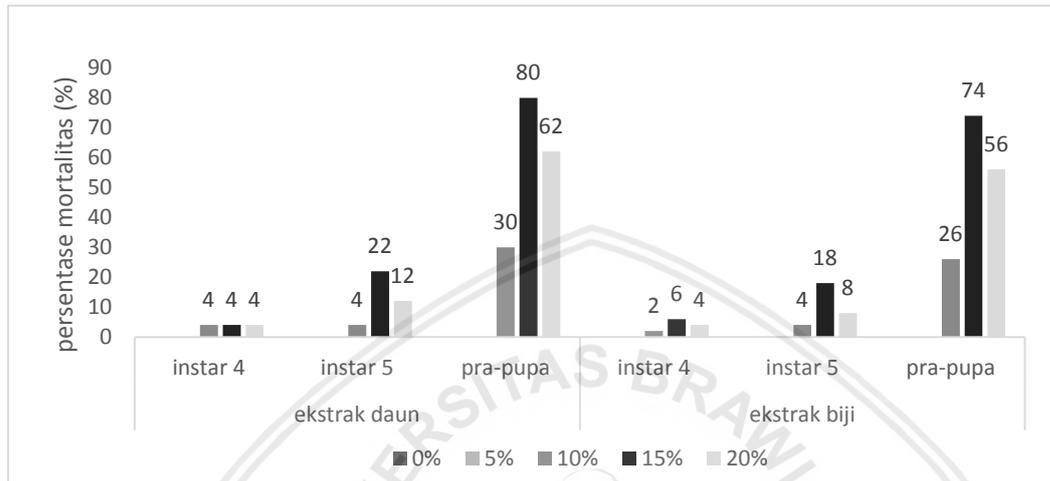
Hormon ecdison pada serangga merupakan hormon yang mengatur proses metamorfosis sehingga terganggunya kerja hormon tersebut akan mempengaruhi perkembangan larva, termasuk lama waktu perkembangan (Razak *et al*, 2014). Flavonoid berikatan dengan reseptor ecdison sehingga menghambat perkembangan larva (Boue & Raina, 2003). Berdasarkan Chaieb (2010) dilaporkan bahwa adanya kandungan saponin terhadap pertumbuhan *S. litura* mengakibatkan pemanjangan tahap perkembangan,

termasuk pada tahap larva. Terhambatnya pertumbuhan larva tidak lepas dari akibat perubahan aktivitas makan larva. Aktivitas makan yang dihambat oleh salah satunya adalah saponin menyebabkan penurunan enzim pencernaan dan gangguan saat absorpsi makanan.

Efek lain dari saponin adalah menghilangkan cairan tubuh larva melalui saluran pernafasan akibat degradasi kutikula atau dapat menghilangkannya. Saponin menghambat proses pergantian kulit saat perkembangan akibat struktur yang mirip dengan hormon ecdison yang berperan pada proses *molting* insekta (Yunita *et al*, 2009). Kegagalan pengelupasan kulit atau *molting* diawali dengan masuknya senyawa metabolit sekunder yang memiliki sifat toksik yang masuk ke organ pencernaan larva dan diserap oleh dinding usus kemudian akan beredar bersama darah yang berupa sistem hemolimfa. Hemolimfa tersebut telah bercampur dengan senyawa toksik dan akan mengalir keseluruh tubuh dengan membawa zat makanan dan senyawa toksik tersebut. Pengelupasan eksoskeleton larva juga terhambat akibat adanya kandungan senyawa saponin pada ekstrak (Chaieb, 2010). Tanin dan flavonoid juga mengganggu penyerapan dengan cara mengikat protein pada saluran pencernaan larva sehingga perkembangan terganggu akibat kekurangan nutrisi, terutama protein.

Ekstrak daun dan biji kelor juga memberikan efek *antifeedant* berupa mortalitas larva *S. litura*. Kematian larva dimulai pada fase instar keempat (gambar 14). Hal ini dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti ketahanan larva instar ketiga terhadap zat toksik ekstrak lebih tinggi. Pada gambar 14 terlihat kematian larva instar keempat yang terpapar metabolit sekunder ekstrak kelor. Mortalitas larva terjadi pada perlakuan konsentrasi 10%, 15%, dan 20%. Konsentrasi 5% tidak menyebabkan kematian pada larva dapat diakibatkan karena senyawa yang terkandung di dalamnya kurang aktif atau senyawa tersebut sebenarnya aktif namun memiliki kandungan senyawa aktif yang rendah (Sari *et al*, 2013). Pemberian ekstrak daun menyebabkan kematian sebanyak 4% pada larva instar 4 dengan pemberian konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Pada instar 5 kematian larva sebesar 4% dengan pemberian ekstrak 10%, pada pemberian ekstrak 15% terjadi kematian larva sebesar 22%, dan pada pemberian ekstrak 20% terjadi persentase kematian lebih kecil yaitu 12%. Kematian tertinggi pada fase pra-pupa dibandingkan pada fase instar. Pada fase pra pupa kematian larva pemberian ekstrak 10%, 15%, dan 20% berturut-turut adalah 30%, 80%, dan 62%. Pemberian ekstrak biji kelor memberikan angka kematian pada instar 4 sebesar 2%, 6%, dan 4% pada konsentrasi 10%, 15%, dan 20%.

Kematian pada larva terjadi pada pemberian pakan dengan konsentrasi 10% hingga 20% dan dimulai pada fase instar 4. Kenaikan angka mortalitas naik pada instar 5, yaitu 4%, 18%, dan 8%. Serupa dengan pemberian ekstrak daun kelor, pemberian ekstrak biji kelor juga memberikan efek mortalitas paling tinggi pada fase pra-pupa, yaitu 26%, 74%, dan 56%.



Gambar 14. Persentase Mortalitas *S. litura* yang diberi perlakuan ekstrak kelor

Mortalitas diawali ditandai dengan gerakan larva yang pasif dan menurunkan tingkat konsumsi pakan. Tubuh larva menjadi pasif dan lamban. Pada larva kontrol, gerakan lamban dan pasif adalah gerakan yang normal pada masa pra-pupa. Fase pra-pupa tidak nampak berbeda dengan instar terkakhir larva. Pada masa ini larva tidak makan dan terjadi penyusutan panjang tubuh dan berada dalam kondisi diam. Gerakan pasif menjadi semakin melemah disebabkan salah satunya karena kandungan flavonoid. Flavonoid adalah senyawa kimia yang bersifat insektisida. Flavonoid menyerang organ vital dalam tubuh larva, sehingga terjadi pelemahan saraf, seperti saraf pada sistem pernafasan sehingga menyebabkan kematian. Flavonoid sebagai inhibitor pernafasan sehingga menghambat dan menurunkan laju reaksi kimia. Flavonoid juga mengakibatkan terganggunya mekanisme energi pada mitokondria, yaitu dengan menghambat sistem pengangkutan elektron (Muta'ali & Purwani, 2015). Senyawa toksik yang terkandung pada ekstrak daun dan biji kelor masuk ke dalam tubuh larva dan terjadi akumulasi, perlahan akan merusak sistem tubuh, fisiologi serta penghambatan terhadap proses pertumbuhan larva hingga akhirnya menyebabkan kematian (Pangnakorn, 2012). Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa larva yang mati menunjukkan ciri fisik yaitu perubahan warna menjadi coklat kehitaman dan akhirnya mati. Hal ini sesuai dengan penelitian Hasnah *et al*

(2012) yang memaparkan bahwa terjadi perubahan warna menjadi kehitaman dan melemahnya pergerakan larva.

Kematian larva tidak langsung terjadi setelah pemberian ekstrak. Hal ini dikarenakan ekstrak yang diberikan memberikan efek *antifeedant* yang tidak mematikan serangga secara langsung (Sari *et al*, 2013). Ekstrak yang diberikan pada serangga bekerja sebagai kontak perut. Pestisida yang bekerja sebagai racun perut berarti pestisida harus masuk melalui mulut (Joharina & Alfiah, 2012). Ekstrak daun dan biji kelor yang diberikan pada serangga uji bersifat racun perut karena larva tidak menunjukkan gejala keracunan walaupun sudah terjadi kontak namun mengalami gejala keracunan setelah pemberian pakan yang ditandai dengan menurunnya aktivitas makan serta gerakan yang melemah hingga menyebabkan kematian larva. Hasil analisis LC 50 pada ekstrak daun kelor adalah 11,00 mg/kg sedangkan pada ekstrak biji kelor adalah 10,67 mg/kg. Hal ini menunjukkan bahwa larva *S. litura* mengalami kematian 50% pada pemberian ekstrak diatas 10%. Pemberian ekstrak konsentrasi 15% menyebabkan mortalitas paling tinggi. Konsentrasi 15% yang dibuat dari 15 ml ekstrak dapat membunuh paling banyak dan menjadi konsentrasi paling efektif. Handoko (2004) menyatakan bahwa penggunaan pestisida 15ml/ l air merupakan dosis yang terbaik untuk membasmi hama ulat pada tanaman kakao. Menurut peraturan menteri pertanian nomor 39/Permentan/SR.330/7/2015, kadar bahan aktif yang diperbolehkan pada formulasi homogen pestisida nabati adalah sebesar $\pm 15\%$ dari kadar bahan aktif (g/kg). Efek *antifeedant* dalam hal ini merupakan peristiwa yang menyebabkan penghambatan aktivitas makan akibat bahan kimia atau senyawa tertentu tanpa membunuh serangga secara langsung (Arivoli & Tennyson, 2013).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah:

1. Ekstrak daun dan biji *M. oleifera* memberikan efek *antifeedant* terhadap pertumbuhan larva *S. litura* yaitu menyebabkan penurunan panjang tubuh dan berat tubuh larva
2. Ekstrak daun dan biji *M. oleifera* memberikan efek *antifeedant* terhadap aktivitas makan *S. litura* yaitu dengan menyebabkan peningkatan sisa pakan larva larva dan bertambahnya jumlah larva yang berhenti mengkonsumsi pakan seiring bertambahnya jam aplikasi ekstrak
3. Ekstrak daun dan biji *M. oleifera* memberikan efek *antifeedant* terhadap perkembangan *S. litura* yaitu dengan memperlama waktu perkembangan dan menyebabkan mortalitas pada larva

5.2 Saran

Saran pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Dilakukan pengamatan pada satu siklus metamorfosis *S. litura*
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terutama penelitian terhadap dampak secara fisiologis pada larva *S. litura*
3. Hasil penelitian diharapkan mampu menjadi acuan untuk pemanfaatan daun dan biji kelor sebagai kandidat pestisida nabati.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbassi, K. Kadiri, Z.A., Ghaout, S. 2003. Biological effects of Alkaloids Extracted From Three Plants of Moroccan Areas on the Desert Locust. *Physiol Entomol*, 28(2003): 232-236
- Acheuk, F & Mitiche, B.D. 2013. Insecticidal Activity of Alkaloids Extract of *Pergularia tomentosa* (Asclepiadaceae) Against Fifth Instar Larvae of *Locusta migratoria cinerascens* (Fabrisius 1781) (Orthoptera: Acrididae). *International Journal of Science and Advance Technology*, 6(3): 8-13
- Adam, Juliana, Nurhayati, & Thalib. 2013. Bioesai Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* Asal Tanah Lebak terhadap Larva *Spodoptera litura*. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 979-58529
- Agustina, L. 2004. Dasar Nutrisi Tanaman. Jakarta: Rineka Cipta
- Ahdiyah, I & Purwani, K.I. 2015. Pengaruh Ekstrak Daun Mangkokan (*Nothopanax scutellarium*) sebagai Larvasida Nyamuk *Culex* sp. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2): 32-36
- Aliyu, A., Chukwuna, U.D., Omorie, E.H., Folashade, K.O. 2016. Qualitative Phytochemical Analysis of the Leaf of *Moringa oleifera* lam. Form Three Climatic Zones of Nigeria. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8(8): 93-101
- Ameriana. 2008. Perilaku Petani Sayuran dalam Menggunakan Pestisida Kimia. *Jurnal Hortikultura*, 18(1): 95-106
- Aminah, S., Tezar, R., Mufhlihani, Y. 2015. *Kandungan Nutrisi dan Sifat Fungsional Tanaman Kelor (Moringa oleifera)*. Jakarta Selatan: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jakarta
- Anas, Y., Imron, A., Ningtyas, S.I. 2016. Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) Sebagai Peluruh Kalsium Batu Ginjal Secara in Vitro. *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik*, 13(2): 7-15
- Aniszewski, T.2007. Alkaloids- Secrets of Life. Alkaloid Chemistry, Biological Significance, Applications and Ecological Role. *Elsevier Amsterdam*: 185-186
- Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., Gilani, A.H. 2007. *Moringa oleifera* a Food Plant with Multiple Medicinal Uses. *Phytother. Res*, 21(1): 17-125
- Ardiansyah. 2007. *Hama Ulat Grayak (Spodoptera litura) Mengganas*. www.tempointeraktif.com/hg/nusa/sumatra/2007/04/29/brk.20070429_99022,i... - 35k - . Diakses tanggal 6 Maret 2018
- Arneti., Khairul, U., Vemithasa, C. 2018. Potensi *Vitex trifolia* (Verbenaceae) Sebagai Insektisida Botani Untuk Mengendalikan Hama *Cricodolomia pavonana* (Lepidoptera: Crambidae). *Pro. Sem Na. Masy Biodiv Indon*, 4(2): 169-172
- Arivoli, S & Tennyson, S. 2013. Antifeedant Activity, Developmental Indices and Morphogenetic Variations of Plant Extracts Against *Spodoptera litura* (Fab) (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 1(4): 87-96
- Arobi, Yasir, Oemry, & Zahara. 2013. Daya Predasi Cecopet (*Forficula auricularia*) (Dermaptera: Nisolabididae) pada Berbagai Instar Larva Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) (Lepidoptera: NOctuidae) di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(2): 296-303
- Asem, A., Pouyani, N.R., Escalente, P.D. The Genus *Artemia* Leach Iran: Lat.Am. *J. Aquat Res*, 2010: 501-506
- Asmaliyah. 2010. Uji Toksisitas Ekstrak Daun *Nicolaia atropurpurea* Val. Terhadap Serangan Hama *S. Litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(5): 253-263

- Badathu, M., Lingampally, V., Kaur, A. 2014. Effect of Betulinic Acid on *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Indian Journal Science Research*, 8(1): 177-181
- Balitbang. 2006. Hama, Penyakit dan Masalah Hara pada Tanaman Kedelai, Identifikasi dan Pengendaliannya, Bogor.
- Barzman, M., Barberi, P., Birch, A.N.E., Boonekamp, P., Saaydeh, S.D., Graf, B., Hommel, B., Jensen, J.E., Kiss, J., Kudsk, P., Lamichhane, J.R., Messean, A., Moonen, A.C., Ratnadass, A., Ricci, P., Sarah, J.L., Sattin, M. 2015. Eight Principles of Integrated Pest Management. *Springer*
- Baskar, K., Muthu, C., Anthony Raj, G.A., Kingsley, S., Ignacimuthu, S. 2012. Ovicidal activity of *Atalantia monophylla* (L) Correa against *Spodoptera litura* Fab. (Lepidoptera: Noctuidae). *Asian Pac J Trop Biomed*, 2(12): 987-991
- Baterna Farms. 2013. <https://baternafarms.wordpress.com/2013/05/18/malunggay-or-moringa-health-benefits-leaves-roots-seeds/>, diakses pada 13 November 2017
- Belete, T. 2018. Defense Mechanisms of Plants to Insect Pests: From Morphological to Biochemical Approach. *Trends in Technical and Scientific Research*, 2(2): 001-009
- Boue, S.M & Raina, S.K. 2003. Effects of Plants Flavonoids on Fecundity, Survival, and Feeding of the Formosan Subterranean Termite. *Journal of Chemical Ecology*, 29(11): 2575-2584
- Budi, A.S., Afandhi, A, Puspitarini, R.D. 2013. Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Balsamo (Deuteromycetes: Moniliales) Pada Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal HPT*, 1(1): 57-65
- Cahyono, 2005. *Spodoptera exigua*. <http://www.Deptan.go.id>. Diakses tanggal 16 Mei 2014
- Chaieb, I. 2010. Saponins as insecticides: a Review. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 5: 39-50
- Chauchan J.S., Vergara, B.S., Lopez, F.S.SS. 1985. *Rice Ratooning*. IRRI. Res. Pop. Ser 102
- Chauhan, D., Mishra V.K. 2016. Effect of Medicinal Plant Extract on Growth and Development of Tobacco Caterpillar, *Spodoptera litura* (Fabricius). *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 9(3):435-442
- Chidawanyika, F., Mudavanhu, P., Nyamukondiva, C. 2012. Biologically Based Methods for Pest Management in Agriculture under Changing Climates: Challenges and Future Directions. *Insects*, 2012(3): 1171-1189
- Chinelo, A., Okeke, C.U., Bibian, O., Cinyere, V., dan Emeka, A. 2014. Determination of Saponin Content of various Parts of Six Citrus species. *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry*, 4(1) 2014
- Chowanski, S., Adamski, Z., Marciniak, P., Rosinski, G., Buyukguzel, E., Buyukguzel, K., Patrizia, F., Scrano, L., Ventrella, E., Lelario, F., Bufo, S.A. 2016. Review: A review of Bioinsecticidal Activity of Solanaceae Alkaloids. *Toxins*, 8(60): 1-28
- Darwiyati, W. 2009. Uji Efikasi Ekstrak Tanaman Suren (*Toona sinensis* Merr.) Sebagai Insektisida Nabati Dalam Pengendalian Hama Ulat Daun (*Eurema* spp. dan *Spodoptera litura* F.). Tesis. Fakultas Pertanian IPB: Bogor
- Elleuch, J., Zghal, R.Z., Jemaa, M., Azzouz, H., Tounsi, S., Jaoua, S. 2014. New *Bacillus thuringiensis* toxin Combination for Biological Control of Lepidopteran Larvae. *International Journal of Biological Macromolecules, Elsevier*, 65 (2014): 148-154
- EPPO. 2015. *Spodoptera littoralis*, *Spodoptera litura*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera eridania*. *Bulletin OEPP*, 45(3): 410-444
- Erwin. 2000. Hama dan Penyakit Tembakau Deli. Medan: Balai Penelitian Tembakau Deli PTPN II (Persero), Tanjung Morawa

- Ezeigbo, I.C & Ezeigbo, O.R. 2016. Phytochemical and Nutritional Evaluation of Southeastern Nigerian Grown *Moringa oleifera* Leaf Extract. *Journal of Complementary and Alternative Medical Research*, 1(4):1-8
- Fahey, J.W. 2005. *Moringa oleifera*: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. *Tress for Life Journal*
- Fattah, A & Ilyas, A. 2016. Siklus Hidup Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Pada Tingkat Serangan pada Beberapa Varietas Unggul Kedelai di Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian*, 834-842
- Foidl, N., Makkar, H., Becker, K. 2001. *In the Miracle Tree: The Multiple Uses of Moringa*. Ed, J, F: Wageningen, Netherlands
- Garima, M. 2011. Traditional uses, phytochemistry and pharmacological properties of *Moringa oleifera* plant: An Overview. *Scholars Research Library. Der Pharmacia Lette*, 3(2): 141-164
- Guevara, A.P., Vargasa, C., Sakuraib, H., Fujiwarab, Y., Hashimoto, K., Maokab, T., Kozukac, M., Itoc, Y., Tokudad, Y., Nishinod, H. 1999. *An Antitumor Prometer From Moringa oleifera*. *Mutat: Res.* 440: 181:188
- Hadi, M., Aminah. 2012. Keragaman Serangga dan Perannya di Ekosistem Sawah (Insect Diversity and its Role in Weatland Ecosystem). *Jurnal Sains dan Matematika*, 20 (3): 54-57
- Halimah. 2010. Pengaruh Biopestisida Untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae) Pada Tanaman Tembakau Deli (*Nicotiana tabacum* L.) di Rumah Kasa. Universitas Sumatera Utara: Skripsi tidak diterbitkan
- Handoko. 2004. *Potensi Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama Ulat pada Tanaman Kakao*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Hasnah., Husni., Fardhisa, A.2012. Effects of Rhizome Extract of Sweet Flag (*Acorus calanus* L.) on Mortality of Grayak Caterpillar *Spodoptera litura*. *J. Floratek*, 7: 115-124
- Hera. 1995. *Ulat Grayak (Spodoptera litura) Makalah Hama dan Penyakit Tumbuhan*.<http://www.deptan.go.id/ditlinhorti>. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hera. 2007. *Ulat Grayak Makalah*.http://www.deptan.go.id/ditlinhorti/makalah/bd_krisan.html. Diakses tanggal 6 Maret 2018
- Joharina, A.S & Alfiah, S. 2012. Analisis Deskriptif Insektisida Rumah Tangga yang Beredar di Masyarakat. *Jurnal Vektora*, 4(1): 23-32
- Kandagal,A & Khetagoudar, M.C. 2013. Study on Larvacidal Activity of Weed Extracts Againts *Spodoptera litura*. *Journal of Environmental Biology*, 34: 253-257
- Kartini, 2015. Pemanfaatan Buah Bintaro Sebagai Biopestisida dalam Penanggulangan Hama Tanaman Padi di Kawasan Pesisir Desa Bandengan Kabupaten Cirebon. *Prosiding Seminar Nasional 2015*. Jurusan Pendidikan Biologi Institut Agama Islam Negeri (IAIN). Malng
- Kasolo, J.N., Bimenya, G.S., Ojok, L, Ogwal-okeng, J.W. 2011. Phytochemicals and Acute Toxicity of *Moringa oleifera* Roots in Mice. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 3(3): 38
- Khairul, A.U & Vemithasa, C. 2018. The Potential of *Vitex trifolia* (Verbenaceae) as a Botanical Insecticide to Control *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Crambidae). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indonesia*, 4(2): 169-17
- Klana, 2011. *Morfologi Ulat Bawang Merah (Spodoptera exigua* Hbn.). Penebar Swadaya, Jakarta
- Kritiani. 2008. *Cotton Leafworm, Tobacco Cutworm, Spodoptera litura* (Fabricius) (online).

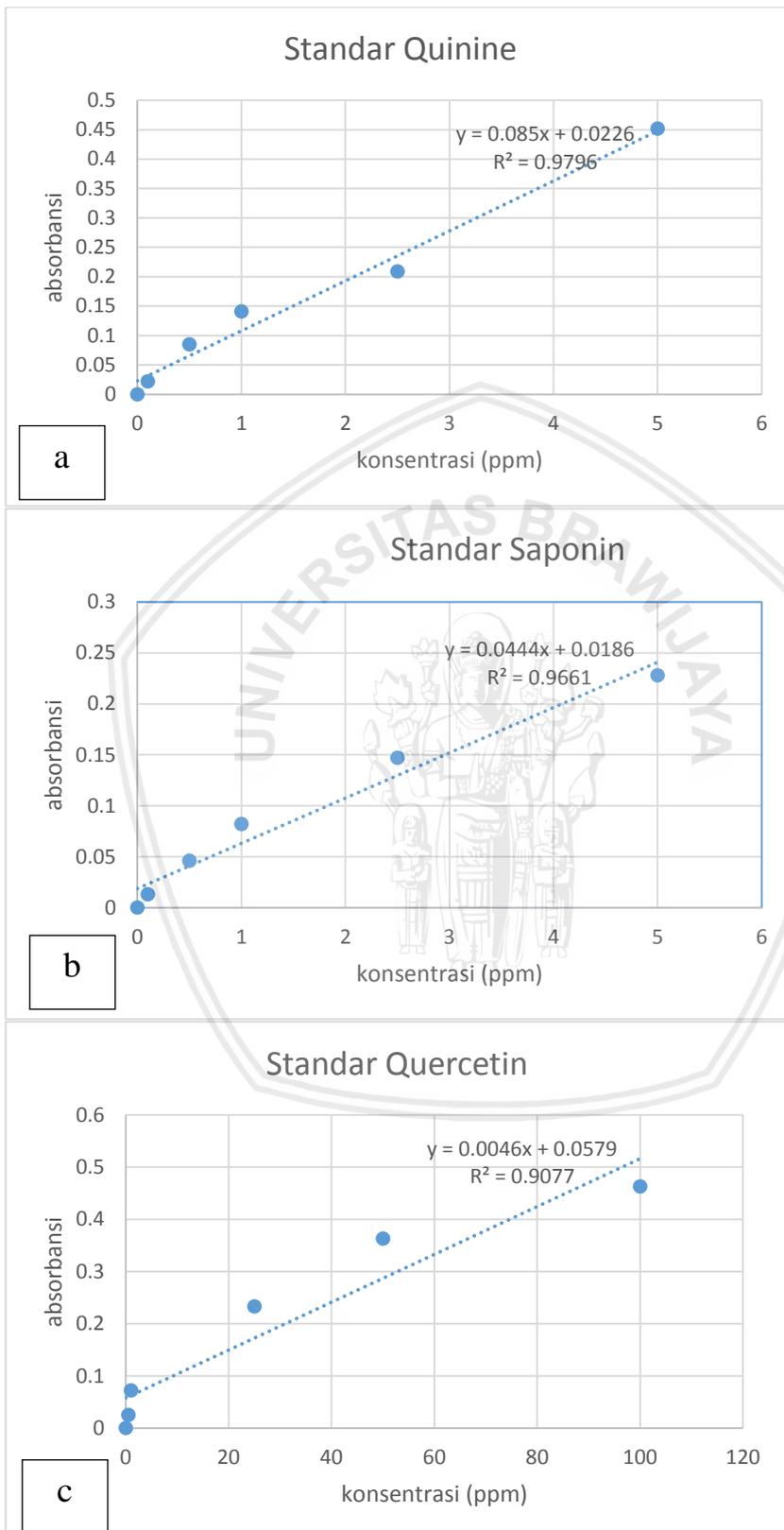
- <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1949067#sthash.58mrGyv.dpuf>. Diakses pada 6 Maret 2018
- Krisnadi, A.D. 2015. Kelor Super Nutrisi. Pusat Informasi dan Pengamatan Tanaman Kelor Indonesia. Kelornia
- Kurniasih. 2013. *Khasiat dan Manfaat Daun Kelor*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press
- Laba, I.W., Djatnika, K, Deciyanto. S. 1999. *Mortalitas Spodoptera litura F. Akibat Perlakuan Beberapa Jenis Insektisida Nabati*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Bogor
- Lukman, A. 2009. Hormon Role in Insect Methamorphosis. *Biospecies*, 2(1): 42-45
- Mardiana, L. 2013. *Daun Ajaib Tumpas Penyakit*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Marwoto & Suharsono. 2008. Strategi dan Komponen Teknologi Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(4): 131-136
- Matsuura, H.N & Neto, A.G. 2015. Plant Alkaloids: Main Features Toxicity, and Mechanism of Action. *Plant Toxins Springer Science*, 1-15
- Mierziak, J., Kostyn, K., Kulma, A. 2014. Review: Flavonoid as Important Molecules of Plant Interactions with the Environment. *Molecules*, (19): 16240-16265
- Mohn, D. 2001. *Oriental Leafworm Moth (Noctuidae Amphipyridae Spodoptera litura-Fabricius)* online. <http://www.ccs-hk.org/DM/butterfly/Noctuid/Spodoptera-litura.html>. Diakses pada 6 Maret 2018
- Moyo, B., Masika, P.J., Hugo, A., Muchenje, V. 2011. Nutritional Characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) Leaves. *African Journal of biotechnology*, 10(60): 12-25
- Muta'ali, R & Purwani, K.I. 2015. Pengaruh Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea indica*) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura* F. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2): 55-58
- Nugroho, Bayu Aji. 2013. Pengenalan dan Pengendalian Hama Ulat Grayak Pada Tanaman Kapas. Surabaya: BBPPTP Surabaya
- Olayemi, A.T., Olanrewaju, M.J., Oloruntoba, A.C. 2016. Toxicological Evaluation of *Moringa oleifera* Lam Seeds and leaves in Wistar Rats. *Pharmacognosy Communications*, 6(2): 100-111
- Pandey, A., Pandey, R.D., Tripathi, P., Gupta, P.P., Haider, J., Singh, A.V. 2012. (*M. oleifera* Lam) a Plant with a Plethora of Diverse Therapeutic Benefits: An Updated Retrospection. *Journal Medicinal Aroma Plants*, 1(1): 1-8
- Pangnakorn, U., Kanlaya, S., Kuntha, C. 2012. Effect of Wood Vinegar for Controlling on Housefly (*Musca domestica* L.) *World Academy of Science, Engineering, and Technology*, 65: 390-393
- Pontual EV., Napoleao TH., Dias CR., Ranilson, Xavier HS., Navarro DMAF, Coelho. 2012. Effect of *Moringa oleifera* Flower Extract on Larval Trypsin and Asetylcholinesterase Activity in *Aedes aegypti*. *Arch Insect Biochem Physiol*, 79(3): 135-152
- Prabhu, K., Murugan, K., Nareshkumar, A., Ramasubramanian, N., Bragadeeswaran, S. 2011. Larvacidan and Repellent Potential of *Moringa oleifera* against malaria vector, *Anopheles stephensi* Liston (Insecta: Diptera: Culicidae). *APJTB*, 2011: 124-129
- Pracaya. 2004. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Pracaya. 2007. *Hama dan Penyakit Tanaman Edisi Revisi*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Putra, I.W.D.P., Dharmayudha, A.A.G.O., Sudimartini, L.M., 2016. Identification of Chemical Compounds Ethanol Extract Leaf Moringa (*Moringa oleifera* L.) in Bali. *Indonesia Medicus Veterinus*, 5(5): 464-473
- Rahayu, E & Berlian, N. 2004. *Bawang Merah*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Rohyani, I.C., Aryanti, E., Suripto. 2015. Kandungan Fitokimia Beberapa Jenis Tumbuhan Lokal yang Sering Dimanfaatkan Sebagai Bahan Baku Obat di Pulau Lombok. *Pros. Sem. Nas. Masy, Biodiv Indon*, 1(2): 388-391
- Roloff, A., Weisgerber, H., Lang, U.M., Stimm, B. 2008. *Moringa oleifera. Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch und Atlas der Dendrologie.*
- Rusdi, A. 2009. Efektivitas Eksrtak Nimba dalam Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) pada Tanaman Selada. *J. Floratek*, 4: 41-54
- Sa'diyah, N.A., Purwani, K.I., Wijayawati,L. 2013. Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro (*Carbera odollam*) terhadap Perkembangan Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(2): 2337-320
- Saputra, I., Prihandini, G, Zullaikah, S., Rachimoellah, M. 2013. Ekstraksi Senyawa Bioaktiv Dari Daun *Moringa oleifera*. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1)
- Sari, M., Lubis, M., Pangestiningih, Y. 2013. Uji Efektivitas Beberapa Insektisida Nabati untuk Mengendalikan Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) (Lepidoptera: Noctuidae) di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(1): 560-569
- Setiawan, A.N & Supriyadi, A. 2014. Uji Efektivitas Berbagai Konsentrasi Pestisida Nabati Bintaro (*Carbera manghans*) terhadap Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada Tanaan Kedelai. *Planta Tropika Journal of Agro Science*, 2(2): 99-105
- Shahabuddin & Pasaru, F. Pengujian Efek Penghambatan Ekstrak Daun Widuri Terhadap Pertumbuhan Larva *Spodoptera exigua* Hubn. (Lepidoptera: Noctuidae) Dengan Menggunakan Indeks Pertumbuhan Relatif. *J Agroland*, 16(2): 148-154
- Shakya, P.K., Haseeb, M., Manzoor, U. 2015. Biology of Tobacco Cutworm, *Spodoptera litura*. *Bioetic Environment, formerly Insect Environment*, 21(2&3):
- Singh, T., Kumar, A., Nagar, G. 2016. Efficacy of Certain Chemicals and Neen Products Against Tobacco Caterpillar (*Spodoptera litura* Fab) on Soybean (*Glycine max* L.). *Res. Environ Life Sci*, 9(10): 1218-1220
- Siswandi. 2006. Bertanam Sayuran Secara Fertikultur. Kelaten: PT Intan Sejati.
- Stosh, S.J & Hartman, M.J. 2015. Review of Safety and Afficacy of *Moringa oleifera*. *Phytotherapy Research*, 29: 796
- Susetyo, T.m Ruswandi, & Ety,P. 2008. *Teknologi Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) Ramah Lingkungan*. Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan: Jakarta
- Tando, E. 2018. Review: Potensi Senyawa Metabolit Sekunder dalam Sirsak (*Annona murricata*) dan Srikaya (*Annona squamosa*) sebagai Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama dan Penyakit pada Tanaman
- Tengkanoo, W & Suharsono. 2005. Ulat Grayak *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) Pada Tanaman Kedelai dan Pengendaliannya. *Buletin Palawija*, 10: 43-52
- Tilong, A.D. 2012. *Ternyata Kelor Penakluk Diabetes*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Toripah,S.S., Abidjulu, J., Wehantouw,F. 2014. Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Total Fenolik Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam). *Pharmacon*, 3(4): 37-43
- Vijay, D & Rajendra S. 2014 Estimation of Total Phenol, Tannin, Alkaloid, and Flavonoid in *Hibiscus tiliaceus* Linn. Wood Extract. *Research and Reviewer: journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2(4) 2014
- Wardani, E., Sunaryo, H., sopiani, M.Z., Fatahillah, M. 2015. The Antihypertriglyceride Activity and Antihyperglycemic of Ethanol Extract of Moringa leaves (*Moringa oleifera* Lam.) on Hypertriglyceride Diabetes Rats. *Media Farmasi*, 22(2): 199-212
- Yanuwiadi, B., Leksono, A.S., Guruh, H., Fathoni, M., Bedjo. 2013. Potensi Ekstrak Daun Sirsak, Biji Sirsak, dan Biji Mahoni Untuk Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* L.). *Natural B*, 2(1): 88-93

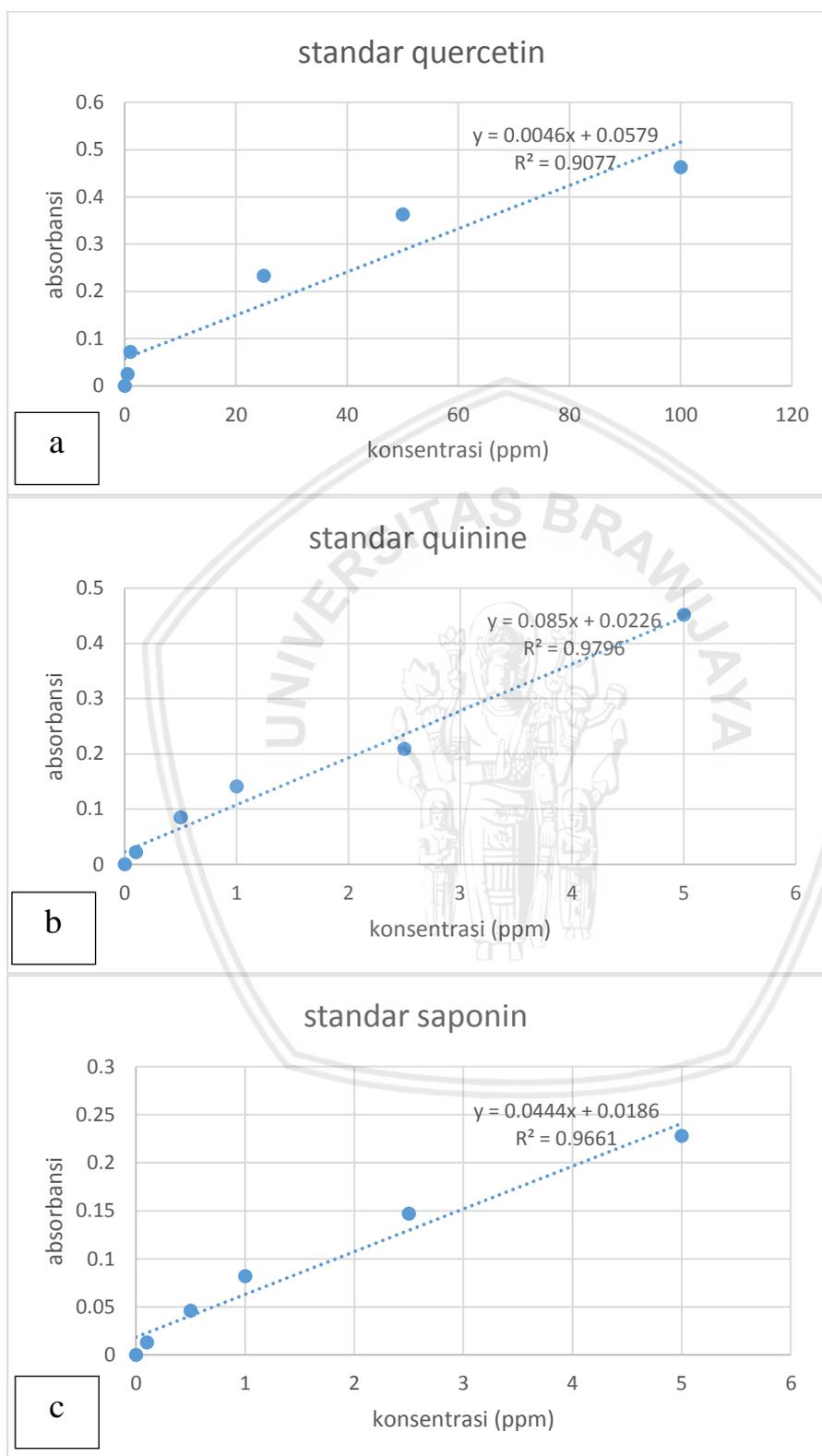
Yunita, E., Suprpti, N., Hidayat, J. 2009. Pengaruh Ekstrak Daun Teklan (*Eupatorium riparium*) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan *Aedes aegypti*. *Bioma*, 1(11)



Lampiran 1. Kurva standar analisis kandungan metabolit sekunder pada ekstrak daun kelor, (a) standar quinine, (b) standar saponin, (c) standar quercetin



Lampiran 2. Kurva standar analisis kandungan metabolit sekunder pada ekstrak biji kelor, (a) standar quinine, (b) standar saponin, (c) standar quercetin

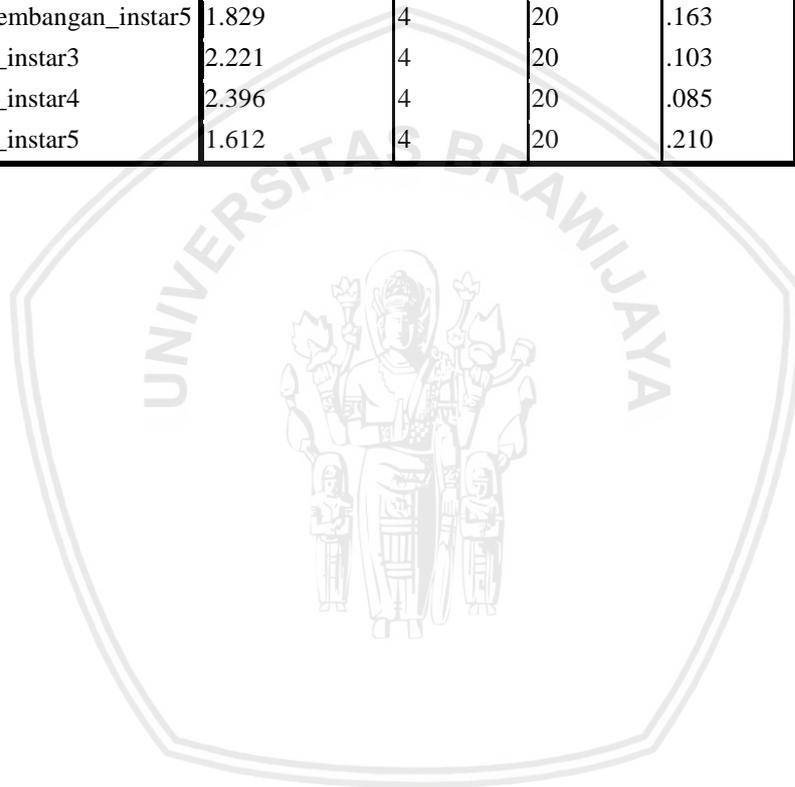


Lampiran 3. Kematian larva *S. litura* instar kelima akibat pemberian ekstrak daun kelor (atas) dan biji kelor (bawah) dan instar keempat akibat pemberian ekstrak daun kelor (b) dan biji kelor (c) menyebabkan perubahan warna menjadi coklat kehitaman



Lampiran 4. Uji homogenitas menggunakan Levene Test pada larva pemberian ekstrak daun kelor

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
panjang_instar3	.785	4	20	.548
panjang_instar4	2.357	4	20	.088
panjang_instar5	2.791	4	20	.054
bobot_instar3	1.496	4	20	.241
bobot_instar4	2.112	4	20	.117
bobot_instar5	1.023	4	20	.419
lama_perkembangan_instar3	2.338	4	20	.090
lama_perkembangan_instar4	1.621	4	20	.208
lama_perkembangan_instar5	1.829	4	20	.163
sisa pakan_instar3	2.221	4	20	.103
sisa pakan_instar4	2.396	4	20	.085
sisa pakan_instar5	1.612	4	20	.210



Lampiran 5. Uji Lanjut dengan uji Turkey Larva dengan Pemberian Ekstrak Daun Kelor

panjang_instar3

konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
20%	5	1.4380	
15%	5	1.4660	1.4660
10%	5	1.4760	1.4760
5%	5		1.5080
0%	5		1.5200
Sig.		.490	.176

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

panjang_instar4

konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
20%	5	2.1600		
15%	5	2.2320	2.2320	
10%	5	2.2420	2.2420	
5%	5		2.3160	
0%	5			2.5300
Sig.		.493	.470	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

panjang_instar5

konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
20%	5	2.6800		
15%	5	2.7820	2.7820	
10%	5	2.8180	2.8180	2.8180
5%	5		2.9260	2.9260
0%	5			2.9740
Sig.		.145	.119	.079

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



bobot_instar3

Tukey HSD

konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
20%	5	.0063360	
15%	5	.0063500	.0063500
10%	5	.0063600	.0063600
5%	5	.0063700	.0063700
0%	5		.0063960
Sig.		.437	.172

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

bobot_instar4

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
20%	5	.1800		
15%	5	.2000	.2000	
10%	5		.2280	.2280
5%	5			.2520
0%	5			.2680
Sig.		.644	.331	.078

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

bobot_instar5

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
20%	5	.2060		
15%	5	.2200	.2200	
10%	5		.2580	.2580
5%	5			.2820
0%	5			
Sig.		.909	.178	.593

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

lama_perkembangan_instar3

Tukey HSD

konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0%	5	3.1600	
5%	5	3.3200	
15%	5	3.3200	
10%	5	3.4400	3.4400
20%	5		4.2800
Sig.		.894	.090

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

lama_perkembangan_instar4

konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05
		1
0%	5	4.0400
10%	5	4.3200
5%	5	4.4000
20%	5	4.4800
15%	5	4.5200
Sig.		.159

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

lama_perkembangan_instar

5

konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05
		1
0%	5	5.0400
5%	5	5.6400
20%	5	5.8000
10%	5	5.9600
15%	5	5.9600
Sig.		.090

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



sisapakan_instar4

Tukey HSD

konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0%	5	.1000		
5%	5	1.4600	1.4600	
10%	5		3.4000	
15%	5			5.6600
20%	5			7.6200
Sig.		.299	.065	.061

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

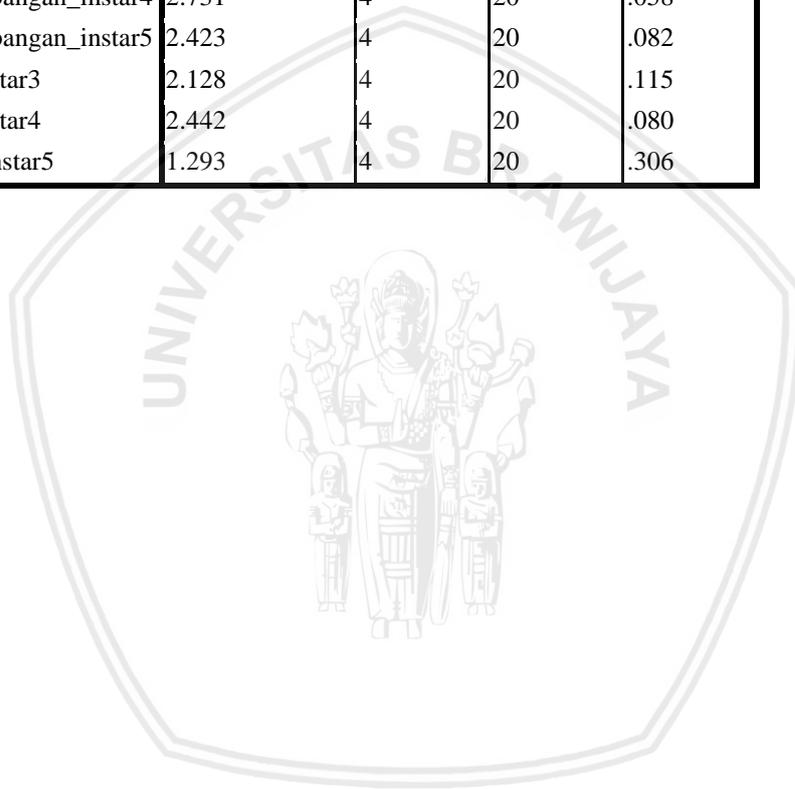
sisapakan_instar5

konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0%	5	.1000			
5%	5		2.4800		
10%	5			4.9200	
15%	5			6.2400	6.24
20%	5				7.88
Sig.		1.000	1.000	.380	.190

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 6 . Uji Homogentias dengan LeveneTest Larva dengan Pemberian Ekstrak Biji Kelor

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pangan_instar3	1.661	4	20	.198
panjang_instar4	1.525	4	20	.233
panjang_instar5	2.500	4	20	.075
bobot_instar3	.630	4	20	.647
bobot_instar4	1.450	4	20	.255
bobot_instar5	2.073	4	20	.122
lama_perkembnagan_instar3	2.052	4	20	.126
lama_perkembangan_instar4	2.731	4	20	.058
lama_perkembangan_instar5	2.423	4	20	.082
sisa pakan_instar3	2.128	4	20	.115
sisa pakan_instar4	2.442	4	20	.080
sisa pakan__instar5	1.293	4	20	.306



Lampiran 7. Uji lanjut dengan Uji Turkey Larva dengan Pemberian Ekstrak Biji Kelor

pangan_instar3

Tukey HSD

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05
		1
20%	5	1.3280
15%	5	1.4640
10%	5	1.4760
5%	5	1.4960
0	5	1.6320
Sig.		.107

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

panjang_instar4

Tukey HSD

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
20%	5	1.8240	
15%	5	1.9600	1.9600
10%	5	2.0100	2.0100
5%	5	2.0780	2.0780
0	5		2.3600
Sig.		.526	.133

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

panjang_instar5

Tukey HSD

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
20%	5	2.0320		
15%	5	2.1560		
10%	5	2.4660	2.4660	
5%	5		2.7280	2.7280
0	5			2.9200
Sig.		.056	.414	.694

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

bobot_instar3

Tukey HSD

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
15%	5	.0063440	
20%	5	.0063440	
10%	5	.0063500	.0063500
5%	5	.0063540	.0063540
0	5		.0063660
Sig.		.655	.225

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

bobot_instar4

Tukey HSD

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
20%	5	.1552		
15%	5	.1636		
10%	5		.2224	
5%	5		.2256	
0	5			.2628
Sig.		.901	.997	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

bobot_instar5

Tukey HSD

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
20%	5	.1844		
15%	5	.1960		
10%	5		.2600	
5%	5		.2608	
0	5			.3056
Sig.		.817	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

lama_perkembnagan_instar3

Tukey HSD

konsentr asi	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0	5	3.2000	

10%	5	3.2800	
5%	5	3.3200	
15%	5	3.8000	3.8000
20%	5		4.4000
Sig.		.348	.348

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

lama_perkembangan_instar5

Tukey HSD

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
10%	5	4.9600	
0	5	5.0000	
5%	5	5.0800	
15%	5		5.8400
20%	5		6.2800
Sig.		.988	.422

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

lama_perkembangan_instar4

Tukey HSD

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05
		1
0	5	4.0000
5%	5	4.0800
10%	5	4.3200
15%	5	4.4000
20%	5	4.4000
Sig.		.305

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

sisapakan_instar3

Tukey HSD

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0	5	.1000			
5%	5	.1800			
10%	5		1.7200		



15%	5			2.5400	
20%	5				4.4800
Sig.		.998	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

sisapakan_instar4

Tukey HSD

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0	5	.2200		
5%	5	1.0400		
10%	5		2.7400	
15%	5		3.5600	3.5600
20%	5			4.8600
Sig.		.499	.499	.113

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

sisapakan_instar5

Tukey HSD

konsent rasi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0	5	.6600		
5%	5	1.0200		
10%	5		3.1000	
15%	5			7.7200
20%	5			8.2800
Sig.		.982	1.000	.915

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



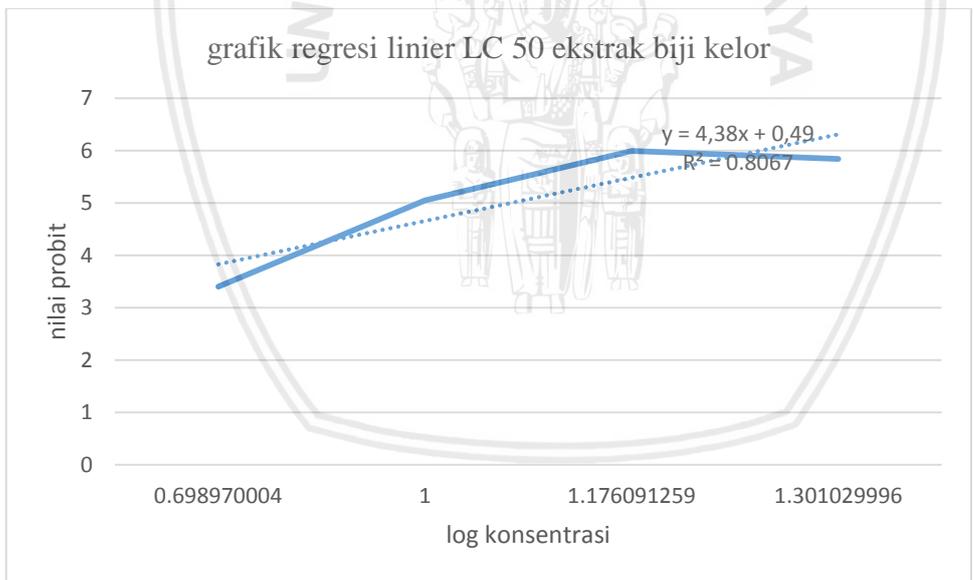
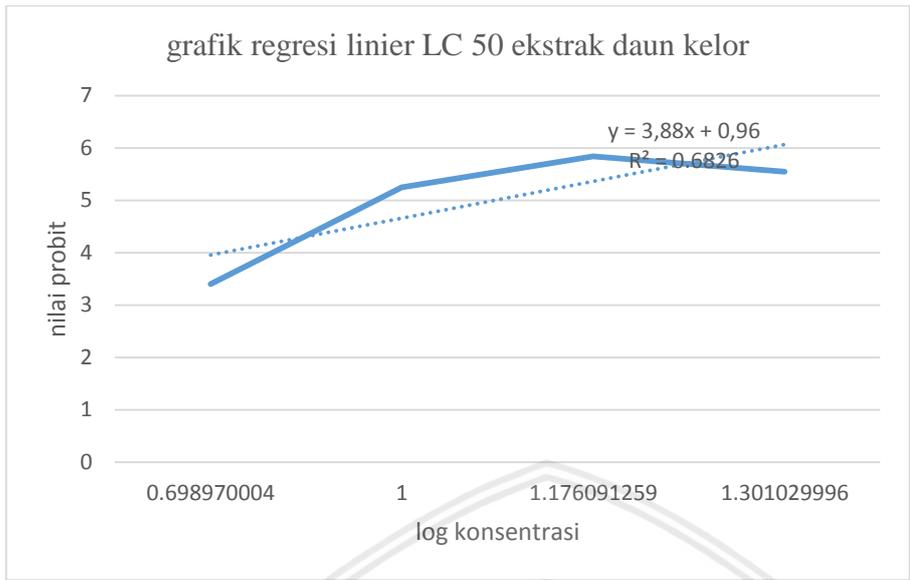
Lampiran 8. Rerata data panjang tubuh larva, bobot larva, lama perkembangan larva, dan sisa pakan larva dengan pemberian ekstrak daun kelor

konsentrasi	ulangan	panjang			bobot			lama perkembangan			sisa pakan		
		inst3	inst4	inst5	inst3	inst4	inst5	int3	int4	int5	int3	int4	int5
0	1	1.52	2.5	3	0.00642	0.28	0.35	3.2	4	5	0	0	0
	2	1.48	2.64	2.96	0.00637	0.28	0.32	3	4	5	0	0	0
	3	1.58	2.47	2.92	0.00638	0.27	0.34	3.4	4	5	0	0	0
	4	1.5	2.38	2.92	0.00646	0.25	0.28	3	4	5	0	0	0
	5	1.56	2.66	2.92	0.00635	0.26	0.30	3.2	4	5	0	0	0
5	1	1.5	2.32	2.92	0.00644	0.25	0.29	4	4.2	5.2	0	0	0
	2	1.54	2.34	2.94	0.00636	0.27	0.26	3	4	5.2	0	0	0
	3	1.5	2.28	2.94	0.00636	0.23	0.30	3	4	5	0	0	0
	4	1.5	2.34	2.94	0.00635	0.24	0.27	3.2	4.2	5	0	0	0
	5	1.5	2.3	2.9	0.00634	0.27	0.29	3.4	4	5.4	0	0	0
10	1	1.46	2.38	2.84	0.00633	0.23	0.26	3	4.4	6	0	0	4
	2	1.42	2.21	2.88	0.00638	0.25	0.28	3.4	4	6.2	0	0	3
	3	1.48	2.26	2.82	0.00638	0.25	0.28	3.4	4.2	6	1	2	4
	4	1.44	2.24	2.83	0.00636	0.23	0.27	4	4	5.8	0	2	4
	5	1.44	2.12	2.72	0.00635	0.18	0.20	3.4	4.4	6	0	0	4
15	1	1.48	2.16	2.62	0.00634	0.18	0.24	2.4	5	7	2	4	6
	2	1.32	2.2	2.68	0.00638	0.22	0.20	4	4	5.2	2	4	7
	3	1.52	2.28	3	0.00633	0.20	0.21	3.2	4	4.8	0	5	7
	4	1.4	2.3	2.83	0.00634	0.19	0.23	4	4	5.4	0	5	5
	5	1.42	2.22	2.78	0.00636	0.21	0.22	3	4	5.2	0	5	6
20	1	1.48	2.24	2.74	0.00635	0.15	0.18	5	5	6	0	3	5
	2	1.3	2.18	2.8	0.00631	0.14	0.17	5	4.6	5.2	0	5	5
	3	1.42	2.2	2.7	0.00636	0.21	0.24	3.4	5	5	2	5	5
	4	1.36	2.1	2.58	0.00634	0.20	0.22	5	4	5.2	0	3	4
	5	1.5	2.08	2.54	0.00632	0.20	0.22	4	4	5.2	0	4	6

Lampiran 9. Rerata data panjang tubuh larva, bobot larva, lama perkembangan larva, dan sisa pakan larva dengan pemberian eksta biji kelor

konsentrasi	ulangan	panjang			bobot			lama perkembangan			sisa pakan		
		inst3	inst4	inst5	inst3	inst4	inst5	int3	int4	int5	int3	int4	int5
0	1	1.68	2.26	2.92	0.00636	0.26	0.314	3.4	4	5	0.1	0.2	1.5
	2	1.62	2.24	2.96	0.00637	0.268	0.304	3	4	5	0	0	0.2
	3	1.58	2.36	2.98	0.00637	0.268	0.306	3.2	4	5	0.2	0.3	0
	4	1.54	2.32	2.96	0.00636	0.268	0.3	3	4	5	0.2	0.5	0.5
	5	1.74	2.42	3	0.00637	0.268	0.304	3.4	4	5	0	0.1	1.1
5	1	1.2	1.82	2.36	0.00635	0.2	0.224	3	4	5.2	0.9	0.3	0.8
	2	1.6	2.16	2.88	0.00635	0.234	0.27	4	4.2	5	0	1.3	0.9
	3	1.46	2.04	2.74	0.00634	0.236	0.264	3.2	4	5.2	0	2.3	1
	4	1.44	1.86	2.8	0.00636	0.238	0.284	3.4	4.2	5	0	0.6	0.4
	5	1.62	2.2	2.86	0.00637	0.22	0.262	3	4	5	0	0.7	2
10	1	1.5	2.12	2.56	0.00635	0.202	0.25	4	4.2	5.6	1	1.8	2.3
	2	1.48	1.96	2.4	0.00634	0.234	0.27	3.2	5	5.2	1.9	2.4	2.6
	3	1.32	2.04	2.46	0.00635	0.236	0.264	3.2	4	5	1.4	1.7	2.1
	4	1.46	2.04	2.44	0.00637	0.214	0.248	3	4.4	4	2.3	3.6	3.8
	5	1.62	2.1	2.5	0.00634	0.226	0.268	3	4	5	2	4.2	4.7
15	1	1.92	2.48	2.66	0.00636	0.16	0.198	3.4	4.2	6	2.9	3	7
	2	1.3	1.58	1.78	0.00635	0.144	0.18	3.4	4.4	5	2.8	3.7	9.5
	3	1.26	1.74	1.96	0.00632	0.19	0.224	4	5	6.2	2	3.2	8.3
	4	1.5	2	2.16	0.00634	0.178	0.212	3.2	4	6	3	3.4	7.2
	5	1.5	2	2.22	0.00635	0.146	0.166	5	4.4	6	2	4.5	6.6
20	1	1.4	1.94	2.14	0.00635	0.146	0.172	5	4.4	6	4.4	4.8	8.2
	2	1.56	2.06	2.28	0.00634	0.166	0.192	4	4.6	6	4.5	5.5	8.6
	3	1.52	2.1	2.32	0.00633	0.174	0.2	3.8	5	7	5.2	5.8	9.2
	4	1.04	1.5	1.72	0.00636	0.152	0.196	4.2	4	6	3.9	4.9	5.8
	5	1.12	1.52	1.68	0.00634	0.138	0.162	5	4	6.4	4.4	3.3	9.6

Lampiran 10. Grafik regresi linier LC 50 ekstrak daun kelor dan biji kelor



Lampiran 11. Keterangan bebas deteksi plagiasi

