

UJI DAYA RACUN EKSTRAK DAUN DAN BUNGA PAITAN
***Tithonia diversifolia* A Gray TERHADAP ULAT GRAYAK**
***Spodoptera litura* (F.) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

Oleh
KURNIAWATI NAILUL FIRDAUS



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2016

**UJI DAYA RACUN EKSTRAK DAUN DAN BUNGA PAITAN
Tithonia diversifolia A Gray TERHADAP ULAT GRAYAK
Spodoptera litura (F.) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

OLEH:

KURNIAWATI NAILUL FIRDAUS

125040200111147

**MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2016

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang jelas dengan ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam pustaka.

Malang, 8 Agustus 2016

Kurniawati Nailul Firdaus



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Uji Daya Racun Ekstrak Daun Dan Bunga
Paitan *Tithonia diversifolia* A Gray Terhadap
Ulat Grayak *Spodoptera litura* (F.)
(Lepidoptera: Noctuidae)

Nama Mahasiswa : Kurniawati Nailul Firdaus

NIM : 125040200111147

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping II,

Dr. Ir. Toto Himawan, S.U
NIP. 19551119 198303 1 002

Silvi Ikawati, S.P, M.P. M.Sc
NIK. 201304 861210 2 001

Diketahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Ludji Panca Astuti, MS
NIP. 19551018 198801 2 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Aminudin Afandhi, M.S
NIP. 19580208 198212 1 001

Silvi Ikawati, S.P., M.P., M.Sc.
NIK. 201304 861210 2 001

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Toto Himawan, S.U
NIP. 19551119 198303 1 002

Lugman Qurata Aini, S.P., M.Si., Ph.D.
NIP. 19720919 199802 1 001

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

*Skripsi ini kupersembahkan untuk
Kedua orang tua tercinta serta Adik-Adikku tersayang*



RINGKASAN

Kurniawati Nailul Firdaus. 125040200111147. Uji Daya Racun Ekstrak Daun dan Bunga Paitan *Tithonia diversifolia* A Gray Terhadap Ulat Grayak *Spodoptera litura* Fabricius (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). Di bawah Bimbingan Dr. Ir. Toto Himawan, SU. dan Silvi Ikawati, SP., MP., MSc.

 *Spodoptera litura* Fabricius termasuk salah satu hama yang sering menyebabkan kegagalan panen pada tanaman hortikultura. Tindakan pengendalian yang telah dilakukan oleh para petani adalah penggunaan pestisida sintetik dengan dosis yang tinggi. Hal ini dapat mengakibatkan resistensi dan atau resurgensi hama, kerusakan lingkungan, dan mengganggu kesehatan manusia. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah insektisida nabati dengan bahan daun dan bunga paitan. Paitan memiliki senyawa Alkaloid, Tanin, Flavonoid, Asam Heksadekanoat dan Asam Linoleat yang bersifat toksik. Sehingga perlu diadakan penelitian terkait efektivitas daya racun ekstrak aquades daun dan bunga paitan terhadap mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura*). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektifitas daya racun yang terkandung di dalam ekstrak daun (EDP) dan bunga paitan (EBP) terhadap mortalitas serta perkembangan ulat grayak (*S. litura*), dan untuk menentukan nilai LC_{50} dan LT_{50} EDP dan EBP terhadap *S. litura*.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium HPT FP UB Sub Laboratorium Toksikologi dan Ruang Rearing pada bulan Februari sampai Juni 2016. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan 6 konsentrasi masing-masing bahan ekstrak (0, 5, 10, 20, 40 dan 80 gr/lt) 4 kali ulangan terhadap 20 ekor *S. litura* instar II. EDP dan EBP diperoleh dari hasil maserasi. Larva *S. litura* instar II diperoleh dari koleksi BALLITAS Malang. Metode aplikasi yang digunakan adalah metode celup daun (pakan). Data yang diperoleh dikonversikan kedalam persentase mortalitas. Kematian terkoreksi digunakan rumus Abbot (1925). Data dianalisis menggunakan tabel ANOVA dan diuji lanjut dengan uji DMRT. Untuk mengetahui toksisitas masing-masing ekstrak berdasarkan nilai LC_{50} dan LT_{50} digunakan analisis probit Chi (1997).

Hasil penelitian menunjukkan EDP dan EBP pada konsentrasi 5–80 gr/lt mampu mematikan larva *S. litura*. EBP memiliki rata-rata persentase mortalitas *S. litura* yang lebih tinggi dibanding EDP. Selain itu EDP dan EBP juga mampu menghambat pembentukan beberapa pupa, imago serta mengganggu sistem reproduksi melalui penghambatan jumlah telur yang diletakkan hingga 0 butir telur. Nilai LC_{50} untuk EDP sebesar 19,2 gr/lt dan pada nilai LC_{50} untuk EBP sebesar 10,1 gr/lt. Sedangkan nilai LT_{50} pada masing-masing konsentrasi ekstrak tersebut dibutuhkan waktu 35,5 jam untuk EDP dan 30,63 jam untuk EBP guna mematikan 50% larva *S. litura* yang diujikan. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh menunjukkan bahwa ekstrak bunga paitan lebih efektif dibandingkan ekstrak daun paitan dalam mengendalikan larva *S. litura*.

SUMMARY

Kurniawati Nailul Firdaus. 125040200111147. Toxicity Test of Paitan *Tithonia diversifolia* A Gray Leaves and Flowers Extract to armyworm *Spodoptera litura* Fabricius (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). Supervised by Dr. Ir. Toto Himawan, SU. and Silvi Ikawati, SP., MP., MSc.

Spodoptera litura including one of the pests that often caused crop failures in horticultural crops. Control measures that have been undertaken by the farmers is the use of synthetic pesticides with high doses. Hi this may lead to resistance or pest resurgence, environmental damage and health problems in humans. One of the alternatives that can be used is an insecticide plant with leaves and flowers paitan material. Paitan has a compound alkaloids, tannins, flavonoids, hexanoic acid and linoleic acid which is toxic. It was necessary to study the effectiveness of the toxicity associated leaf and flower extracts distilled paitan on mortality armyworm (*Spodoptera litura*). This study aimed to investigate the effectiveness of toxicity contained in the leaf extract (EDP) and interest paitan (EBP) on mortality and the development of armyworm (*S. litura*). And to determine the LC50 and LT50 EDP and EBP against *S. litura*.

Research conducted at the Laboratory of HPT FP UB Toxicology Laboratory and Space Sub rearing from February to June 2016. The study was conducted by comparing the 6 concentrations of each ingredient extract (0, 5, 10, 20, 40 and 80 gr / lt) 4 times repetition of the 20 fish *S. litura* instar II. EDP and EBP obtained from the maceration. Second instar larvae of *S. litura* was obtained from the collection BALLITAS Malang. Methods of application used is the leaf immersion method (feed). The data obtained is converted into a percentage mortality. Death corrected formula used Abbot (1925). Data were analyzed using ANOVA tables and tested further by DMRT. To determine the toxicity of each extract based on the value of LC50 and LT50 used probit analysis Chi (1997).

The results showed EDP and EBP at a concentration of 5 g / l - 80 g / l can kill larvae of *S. litura*. EBP has an average percentage of mortality of *S. litura* higher than the EDP. Besides EDP and EBP also able to inhibit the formation of several pupa, imago and disrupt the reproductive system through the inhibition of the number of eggs and hatching eggs of *S. litura* until it reaches 0%. LC50 value for EDP 19,2 gr / lt and the LC50 value for EBP at 10,1 gr / lt. While the LT50 values at each concentration of the extract concentration takes 35,5 hours to 30,63 hours for the EDP and to turn off 50% EBP larvae of *S. litura* tested. Based on the results that have been obtained indicate that extracts of flowers paitan more effective in controlling the larvae of *S. litura*.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah atas rahmat, taufiq dan hidayah yang telah Allah berikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul " Uji Daya Racun Ekstrak Daun dan Bunga Paitan *Tithonia diversifolia* A Gray Terhadap Ulat Grayak *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae)" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan rasa hormat, penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada Dr. Ir. Toto Himawan, SU dan Silvi Ikawati, SP, MP, M.Sc selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat, arahan dan bimbingannya kepada penulis. Ucapan termakasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS, dan Luqman Qurota Aini, SP, MP, PhD selaku penguji atas nasihat, arahan dan bimbingan kepada penulis. Penulis juga mengucapkan termakasih kepada Ketua Jurusan Dr.Ir. Ludji Pantja Astuti, MS atas nasihat dan bimbingannya kepada penulis, beserta seluruh dosen atas bimbingan dan arahnya yang selama ini diberikan, serta kepada seluruh karyawan Jurusan HPT Universitas Brawijaya.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada Ayahanda Senun, Ibunda Siswati, Adik M. Abdul Aziz Kurniawan dan Adik M. Ahsinil Umam Kurniawan atas do'a, cinta, kasih sayang, pengertian dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Pada rekan-rekan HPT 2012 beserta rekan-rekan Lembaga Tinggi Pesantren Luhur Malang atas bantuan, dukungan, dan kebersamaan selama ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermafaat dan menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Malang, Juli 2016

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di kota Nganjuk pada tanggal 25 Oktober 1993, sebagai anak pertama dari 3 bersaudara dari Bapak Senun, S.Pd. SD dan Ibu Siswati, S.Pd.

Penulis menempuh pendidikan dasar di MI Al-Huda Bogo Nganjuk pada Tahun 2000 sampai Tahun 2006, kemudian penulis melanjutkan sekolah ke MTsN Mamba'ul Ma'arif Denanyar Jombang pada Tahun 2006 sampai Tahun 2009. Pada Tahun 2009 sampai 2012 penulis melanjutkan studi di MAN Nganjuk. Pada Tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui jalur SNMPTN tulis.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi peserta dalam kegiatan POSTER (Program Orientasi Mahasiswa Terpadu) pada tahun 2012, Workshop dan Pelatihan Pengembangan Karir pada tahun 2013, PROTEKSI (Pekan Orientasi Terpadu Keprofesian) pada tahun 2015. Penulis pernah aktif dalam organisasi mahasiswa eksternal IPPNU (Ikatan Pelajar Putri Nahdlatul Ulama') Universitas Brawijaya pada tahun 2014-2015.

DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
 I. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Hipotesis	2
1.4 Manfaat	2
 II. TINJAUAN PUSTAKA	 3
2.1 Biologi Hama Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i>).....	3
2.2 Gejala Serangan Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i>).....	6
2.3 Pestisida	6
2.4 Tanaman Paitan (<i>Tithonia diversifolia</i>).....	10
 III. METODOLOGI.....	 12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Rancangan Penelitian.....	13
3.4 Pengamatan	13
3.5 Analisis Data	14
 IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	 15
4.1 Persentase Mortalitas Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i>) pada Ekstrak Daun Paitan (EDP) dan Ekstrak Bunga Paitan (EBP)	15
4.2 Pengaruh EDP dan EBP terhadap Pembentukan Pupa, Imago dan Daya Reproduksi <i>S. litura</i>	18
4.3 Konsentrasi Mematikan (LC ₅₀) dan Waktu Mematikan (LT ₅₀) Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (<i>T. diversifolia</i>) pada larva <i>S. litura</i>	23
 V. KESIMPULAN DAN SARAN	 26
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran	26
 DAFTAR PUSTAKA	 27
LAMPIRAN	32

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rancangan Perlakuan	13
2.	Persentase Mortalitas Ulat Grayak (<i>S. litura</i>) setelah Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (<i>T. diversifolia</i>)	15
3.	Persentase Rata-rata Terbentuknya Pupa dari Larva dan Imago dari Pupa <i>S. litura</i> setelah Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (<i>T. diversifolia</i>)	19
4.	Rata-rata Telur yang Diletakkan Imago <i>S. litura</i> setelah Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (<i>T. diversifolia</i>).....	20
5.	Rata-rata Telur <i>S. litura</i> yang Menetas setelah Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (<i>T. diversifolia</i>).....	21
6.	Persentase Penghambatan Reproduksi <i>S. litura</i> setelah Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (<i>T. diversifolia</i>).....	22
7.	Nilai LC ₅₀ Ekstrak Daun dan Bunga Paitan terhadap Larva <i>S. litura</i>	23
8.	Nilai LT ₅₀ Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (<i>T. diversifolia</i>) terhadap Larva <i>S. litura</i>	24

Nomor	Lampiran	Halaman
1.	Analisis Ragam (ANOVA) Persentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i> setelah Aplikasi EDP dan EBP pada Pengamatan 3 JSA	32
2.	Analisis Ragam (ANOVA) Persentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i> setelah Aplikasi EDP dan EBP pada Pengamatan 6 JSA	32
3.	Analisis Ragam (ANOVA) Persentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i> setelah Aplikasi EDP dan EBP pada Pengamatan 12 JSA	32
4.	Analisis Ragam (ANOVA) Persentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i> setelah Aplikasi EDP dan EBP pada Pengamatan 24 JSA	32
5.	Analisis Ragam (ANOVA) Persentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i> setelah Aplikasi EDP dan EBP pada Pengamatan 48 JSA	33
6.	Analisis Ragam (ANOVA) Persentase Penghambatan Reproduksi <i>S. litura</i> setelah AEDP dan EBP pada Pengamatan 48 JSA	33
7.	Perhitungan Nilai LC ₅₀ EDP dan EBP	33
8.	Perhitungan Nilai LT ₅₀ EDP dan EBP	33
9.	Perhitungan LC ₅₀ Daun Paitan Berdasarkan Analisa Probit (Chi, 1997) ..	34
10.	Perhitungan LC ₅₀ Bunga Paitan Berdasarkan Analisa Probit (Chi, 1997).....	35
11.	Perhitungan LT ₅₀ Daun Paitan Berdasarkan Analisa Probit (Chi, 1997) ..	36
12.	Perhitungan LT ₅₀ Bunga Paitan Berdasarkan Analisa Probit (Chi, 1997).....	37

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Telur <i>S. litura</i> (CABI, 2015).....	3
2.	Larva <i>S. litura</i> (CABI, 2015)	4
3.	Pupa <i>S. litura</i> (Anonymous, TT).....	5
4.	Imago <i>S. litura</i> (CABI, 2015)	5
5.	Paitan (<i>Titonia diversifolia</i>) (CABI. 2014).....	10
6.	Larva <i>S. litura</i> yang Mati setelah Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (<i>T. diversifolia</i>)	17
7.	Pupa dan Imago <i>S. litura</i> Normal dan Abnormal.....	18
8.	Telur <i>S. litura</i>	21
9.	Hubungan Pengaruh Waktu (LT ₅₀) Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (<i>T. diversifolia</i>) terhadap Mortalitas Larva <i>S. litura</i>	24
10.	Hubungan Pengaruh Waktu (LT ₅₀) Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (<i>T. diversifolia</i>) terhadap Mortalitas Larva <i>S. litura</i>	25



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Spodoptera litura (Fabricius) merupakan salah satu hama yang sering menyebabkan kegagalan panen pada tanaman kapas, padi, tembakau, tomat, kubis, kentang dan lainnya (Departemen Kehutanan dan Perkebunan, 2000). Serangan *Spodoptera litura* pada tanaman kedelai dapat mengakibatkan kerusakan sebesar 20-40% dan dapat menurunkan 70% produksi tanaman tersebut (Nugroho, 2013). Selain bersifat polifagus, larva *S. litura* juga mempunyai kemampuan berkembangbiak yang sangat tinggi, rata-rata di atas 90%. Oleh karena itu keberadaan hama ini membutuhkan perhatian yang sangat serius (Meidalima, 2014).

Tindakan pengendalian yang selama ini dilakukan oleh para petani adalah penggunaan pestisida sintetik dengan dosis yang tinggi. Penggunaan pestisida sintetik secara terus-menerus dapat mengakibatkan terjadinya resistensi dan atau resurgensi hama, selain itu juga dapat merusak lingkungan serta mempengaruhi kesehatan manusia (Sujak dan Nunik, 2012). Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan untuk mengendalikan serangan hama yang aman bagi lingkungan dan manusia adalah insektisida nabati.

Tanaman paitan merupakan salah satu tanaman sering kali digunakan sebagai insektisida nabati. Alasan memilih tanaman paitan dalam penelitian ini karena cukup tersedia dan mudah ditemukan di beberapa lokasi. Selain itu beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa daun dan bunga paitan memiliki senyawa toksik dan mampu mematikan serangga. Serangga memiliki daya sensitifitas yang berbeda terhadap daya racun. Kepekaan suatu serangga terhadap senyawa bioaktif dipengaruhi oleh ketebalan kutikula (Priyono, 1999 dalam Notosandjojo, 2007).

Ekstrak daun paitan lebih bersifat toksik dibandingkan ekstrak akarnya terhadap rayap tanah *Coptotermes* sp. (Harto, 1998). Daun paitan pada konsentrasi 1% mempunyai efek racun perut dan racun kontak yang efektif

sebagai biolarvasidal terhadap larva lalat *Chrysomya bezziana* (Wardhana dan Diana, 2014). Bunga paitan juga memiliki sifat toksik. Terbukti pada konsentrasi 0,4 % (40 gr/ml) ekstrak bunga paitan mampu mematikan 50% larva *Spodoptera exigua* (Rusli, 2010). Penggunaan ekstrak bunga paitan pada larva *Spodoptera exigua* dan *Plutella xylostella* Linn memiliki aktifitas insektisida yang lebih kuat dari pada ekstrak daun paitan (Trizelia *et al*, 2008, Arneti dan Santoni, 2006).

Beberapa penelitian telah mengkaji daya racun ekstrak daun dan bunga paitan terhadap serangga, namun belum ada penelitian yang mengkaji perbandingan daya racun kedua ekstrak terhadap larva *S. litura*. Ekstrak bunga paitan diharapkan lebih efektif terhadap *S. litura* dibandingkan ekstrak daun paitan.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengkaji efektifitas daya racun ekstrak daun (EDP) dan bunga paitan (EBP) terhadap mortalitas dan perkembangan ulat grayak (*S. litura*)
2. Menentukan nilai LC_{50} dan LT_{50} EDP dan EBP larva *S. litura*.

1.3 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah:

1. EBP lebih toksik dibandingkan EDP terhadap larva *S. litura*.
2. EDP dan EBP mampu menghambat perkembangan *S. litura*.
3. EDP dan EBP memiliki nilai LC_{50} dan LT_{50} yang berbeda terhadap larva *S. litura*.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi pada masyarakat khususnya petani dalam memilih alternatif pengendalian ulat grayak (*S. litura*) dengan memanfaatkan ekstrak daun dan bunga paitan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura*)

Klasifikasi *Spodoptera litura*; kingdom: Metazoa, filum: arthropoda, kelas: insecta, ordo: lepidoptera, famili: noctuidae, genus: spodoptera, species: *Spodoptera litura* Fabricus (CABI, 2015).

Spodoptera litura menyerang tanaman ketika fase larva. *S. litura* mengalami enam fase instar larva. Lama stadia larva kurang lebih 13-14 hari. Lama stadia pupa sekitar 6-7 hari. Lama stadia imago berkisar antara 14-15 hari. Sedangkan lama stadia telur sampai menetas selama 2-4 hari (Meidalima, 2014). Siklus hidup berkisar antara 30-60 hari (lama stadium telur 2-4 hari, larva yang terdiri dari 5 instar : 20-46 hari, pupa : 8-11 hari) (Embriani, 2014).

S. litura memiliki telur berbentuk bula, agak pipih, dan 0,6 mm. Berwarna pucat oranye-coklat atau merah muda, diletakkan secara bergerombol dan ditutupi dengan sisik rambut yang berasal dari dari ujung perut ngengat betina (CABI, 2015). Dalam satu gerombol terdapat sekitar 350 telur. Imago betina *S. litura* bertelur pada hari kedua sampai keenam. Jumlah keseluruhan telur 2000-3000 telur (Kasholven, 1981). Dengan jumlah telur yang diletakkan oleh imago setiap harinya tidak sama. Kondisi biologis ngengat mempengaruhi kemampuan bertelurnya. Semakin tua umur ngengat, kemampuan bertelurnya semakin menurun juga (Meidalima, 2014).



Gambar 1. Telur *S. litura* (CABI, 2015)

Instar larva *S. litura* dapat dibedakan atas dasar lebar kepala, mulai 2,7-2,5 mm. Panjang tubuh berkisar 2,3-32 mm (CABI, 2015). Larva yang baru menetas berwarna hijau muda dengan sisi tubuh berwarna coklat tua atau hitam kecoklatan.



Gambar 2. Larva *S. litura* (CABI, 2015)

Pada saat instar pertama larva memiliki kepala yang berwarna hitam dengan lebar 0,2-0,3 mm dan tubuh berwarna hijau kuning dan berbulu-bulu halus dengan panjang 2-2,74 mm (Embriani, 2014). Larva menetas setelah 3-5 hari. Pada awalnya mereka hidup secara berkelompok dan bersama-sama menggemburkan tanah serta menyerang permukaan daun. Setelah itu larva *S. litura* menyebar sesuai pasokan makanan yang ada (Kasholven, 1981). Larva instar kedua, memiliki tubuh berwarna hijau dengan panjang 3,75-10 mm namun bulu-bulunya tidak terlihat lagi. Pada ruas abdomen pertama terdapat garis hitam meningkat pada bagian dorsal terdapat garis putih memanjang dari toraks hingga ujung abdomen. Pada toraks terdapat empat buah titik yang berbaris dua-dua. Larva instar ketiga memiliki panjang tubuh 8–15 mm dengan lebar kepala 0,5 – 0,6 mm. Dan terdapat garis berbentuk zig-zag berwarna putih dan bulatan hitam yang berada di sepanjang tubuh larva pada bagian kiri dan kanan abdomennya. Pada saat larva berada pada instar keempat, kelima dan keenam memiliki ciri-ciri yang hampir sama. Larva pada instar ke empat memiliki panjang tubuh 13-20 mm, instar kelima 25-35 mm dan instar ke enam 35-50 mm. Memasuki instar keempat larva memiliki warna tubuh yang beragam yakni: hitam, hijau, keputihan, hijau kekuningan atau hijau keunguan (Embriani, 2014). Garis terang-kuning di sepanjang permukaan dorsal yang merupakan karakteristik dari larva *S. litura* (CABI, 2015). Semakin tua usia larva *S. litura* semakin banyak pula

makanannya. Pada saat siang hari mereka lebih suka berada di dalam tanah dan menyerang tanaman muda pada saat malam hari (Kasholven, 1981).

Larva hama ini membentuk kepompong dalam tanah tanpa rumah pupa (kokon). Pupa *S. litura* memiliki warna coklat kemerahan dengan panjang sekitar 1,6 cm (Embriani, 2014). Pupa adalah 15-20 mm, merah kecoklatan dan ujung perutnya terdapat dua duri kecil (CABI, 2015).



Gambar 3. Pupa *S. litura* (Anonymous, TT)

Ngengat *S. litura* berwarna abu-abu-coklat dengan panjang tubuh 15-20 mm dan lebar sayap 30-38 mm. Sayap depan berwarna abu-abu sampai coklat kemerahan dengan pola garis pucat beragam di sepanjang vena (pada laki-laki. bagian dasar sayap dan ujung berwarna agak kebiruan) dan sayap belakang berwarna abu-abu keputihan serta terdapat garis abu-abu (CABI, 2015). Imago berupa ngengat dengan warna hitam kecoklatan. Pada sayap depan tampak pola-pola spot berwarna hitam dengan strip-strip berwarna putih dan kuning, sayap belakangnya berwarna putih (Embriani, 2014).



Gambar 4. Imago *S. litura* (CABI, 2015)

2.2 Gejala Serangan Ulat Grayak (*Spodoptera litura*)

S. litura termasuk serangga yang mengalami metamorfosis sempurna dengan melewati empat stadia siklus hidup yaitu: telur, larva, pupa, dan imago. Hama ini menyerang tanaman pada saat malam hari dengan memakan bagian daun hingga berlubang. Sedang pada saat siang hari *S. litura* bersembunyi di bagian bawah batang tanaman yang berdekatan dengan leher akar tanaman. Biasanya hama ini menyerang secara berkelompok (Departemen Kehutanan dan Perkebunan, 2000).

Ketika larva masih dalam fase instar muda (instar 1 dan 2) merusak daun sampai tersisa tulang-tulang daun epidermis bagian atas. Larva tua merusak tulang daun sampai terlihat bekas gigitan pada bagian yang terserang (Subiyakto, 1999 dalam Sinaga, 2009)

2.3 Pestisida

Pestisida merupakan campuran bahan kimia yang efektif digunakan untuk mengontrol hama (NPIC, 1999). Pestisida nabati adalah pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan (Munarso, 2012). Pestisida nabati berasal dari bahan nabati. Pestisida nabati bersifat “pukul dan lari” yaitu apabila diaplikasikan akan membunuh hama pada waktu itu dan setelah terbunuh maka residunya cepat menghilang di alam (Trisnad, 2014).

Pestisida Berdasarkan Cara Kerjanya (*Mode of Action*)

Mode of action adalah cara kerja pestisida dalam mempengaruhi hama melalui beberapa titik tangkap (*target site*) yang ada di dalam tubuh serangga. Titik tangkap pada serangga biasanya berupa enzim atau protein. Cara kerja pestisida yang digunakan dalam pengendalian dibagi dalam lima kelompok yaitu: mempengaruhi sistem saraf, menghambat produksi energi, mempengaruhi sistem endokrin, menghambat produksi kutikula dan menghambat keseimbangan air (Dirjen Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, 2012).

Cara kerja pestisida dibagi menjadi enam kelompok yaitu 1) racun fisiologi, 2) racun protopasmik (racun yang merusak sistem enzim yang dimiliki serangga), 3) racun saraf (racun yang dapat mempengaruhi keseimbangan ion-ion K dan Na dalam neuron sel saraf dan merusak selubung saraf suatu serangga), 4) penghambat metabolisme, 5) agen *alkylating* (merupakan substansi yang aktif terhadap senyawa yang berhubungan dengan biologi) dan 6) racun otot (racun yang mempengaruhi jaringan otot sehingga disebut dengan racun otot, misalnya alkaloid) (Ware, 1983).

Mode of entry merupakan cara suatu pestisida masuk ke dalam tubuh hama melalui tiga cara, yakni: kutikula (racun kontak), alat pencernaan (racun perut), atau melalui lubang pernafasan (racun pernafasan) (Dirjen Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, 2012).

Toksisitas Insektisida

Toksisitas adalah suatu kemampuan yang digunakan untuk melekatkan suatu bahan kimia sehingga dapat mengakibatkan "keracunan"/"kerusakan" pada makhluk hidup. Toksisitas suatu zat biasanya dinyatakan dalam suatu nilai yang dikenal sebagai dosis atau konsentrasi mematikan pada hama yang biasa disebut dengan *lethal dose* (LD) dan *lethal concentration* (LC) (Dirjen Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, 2012).

LD₅₀ merupakan dosis yang diperlukan suatu zat untuk mematikan 50% hama uji yang dinyatakan dalam mg suatu insektisida per kg berat badan hama (mg/kg bb). LC₅₀ adalah konsentrasi suatu insektisida (biasanya dalam makanan, udara atau air) untuk mematikan 50 % hewan coba (Dirjen Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, 2012). Ada dua macam LD₅₀, yaitu LD₅₀ *oral* dan LD₅₀ *dermal*. LD₅₀ *oral* adalah kematian suatu serangga uji sebab racun makan dan LD₅₀ *dermal* adalah kematian suatu serangga uji sebab keracunan melalui kontak kulit Djojsumanto, 2000 (*dalam* Taofik, 2010). Apabila dalam suatu uji nilai LC₅₀ yang diperoleh terlalu tinggi maka dapat menimbulkan fitotoksik pada tumbuhan sehingga dapat dianggap tidak efektif. Sebaliknya apabila nilai LC₅₀

yang diperoleh terlalu rendah maka dianggap efektif (Rusli *et al*, 2010). Dan konsentrasi insektisida yang dianggap efektif adalah dengan penggunaan sebesar 5 % (Priyono, 1999).

Pestisida Nabati

Pestisida merupakan suatu bahan yang dapat digunakan untuk mengendalikan serangan OPT pada tanaman budidaya. Sedangkan pestisida nabati merupakan pestisida yang bahan utamanya berasal dari bagian tumbuhan, seperti akar, daun, batang atau bagian buahnya. Pestisida nabati itu sendiri memiliki sifat mudah terdegradasi (*Bio-degredeable*), oleh sebab itu pestisida nabati memiliki residu yang tidak signifikan terhadap tanaman dan lingkungan (Munarso *et al*, 2012).

Cara Pembuatan Pestisida Nabati

Ada berbagai macam cara untuk mengolah tumbuhan sehingga dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Sebagaimana cara yang disampaikan oleh Munarso *et al* (2012):

1. Pengepresan, termasuk salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengolah bagian tumbuhan dengan cara dipres untuk diambil cairan yang terkandung didalamnya seperti halnya minyak. Beberapa tanaman yang biasanya diolah dengan cara ini adalah: biji mimba (*Azadirachta indica*) jarak kepyar (*Ricinus communis*) dan jarak pagar (*Jatropha curcas*).
2. Penumbukan, merupakan cara pengolahan tumbuhan dengan menumbuk bagian tanaman yang diinginkan sehingga dihasilkan bahan berupa tepung. Pestisida nabati berbentuk tepung biasanya diaplikasikan untuk mengendalikan hama gudang. Beberapa tanaman yang diolah dengan cara ini antara lain: bunga piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium*).
3. Pengabuan, merupakan cara pembuatan pestisida nabati berupa abu dengan cara membakar bagian tumbuhan yang diinginkan. Tumbuhan yang diolah dengan cara ini memiliki aroma khas yang menyengat dan

atau mengandung bahan yang dapat mengakibatkan iritasi pada serangga. Beberapa tanaman tersebut adalah: abu pembakaran serai wangi (*Cymbopogon nardus*) yang memiliki kandungan kadar silika tinggi yang dapat melukai serangga (utamanya hama gudang), sehingga dapat mengakibatkan desikasi (pengeluaran cairan tubuh secara terus menerus hingga serangga mati).

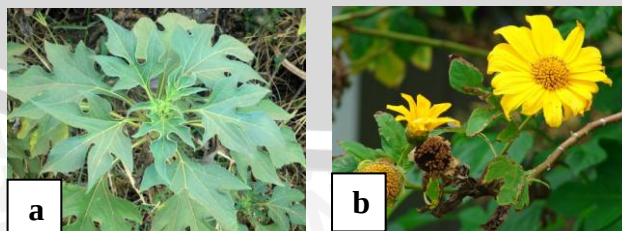
4. Ekstraksi, merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengambil senyawa kimia yang terkandung di dalam suatu bahan. Berdasarkan pelarutnya ada dua macam teknik ekstraksi, yakni:
 - a. Ekstraksi sederhana dengan menggunakan pelarut berupa air (*Aquous extraction*). Cara ini dilakukan untuk bahan yang langsung pakai sesaat setelah pembuatan, sebab hasil ekstraksi yang diperoleh dengan pelarut air tidak dapat bertahan lama. Seperti halnya: ekstraksi akar tuba (*Derris eliptica*) dengan air. Ekstraksi dengan cara ini dapat dilakukan dengan atau tanpa perendaman (maserasi) terlebih dahulu. Perendaman bahan ini dapat dilakukan selama 1-2 hari, kemudian bahan disaring dan diaplikasikan.
 - b. Ekstraksi dengan menggunakan pelarut berupa bahan kimia seperti: etanol, metanol, alkohol, heksan, acetone, dan pelarut lainnya. Ekstraksi dengan cara ini diawali dengan tahap perendaman (maserasi) yang kemudian dilanjutkan dengan tahap evaporasi pelarut (menarik pelarut dari formula) sehingga diperoleh konsentrat bahan pestisida dari tumbuhan. Beberapa tanaman yang dapat digunakan adalah: ekstraksi biji sirsak (*Annona muricata*), mimba (*Azadirachta indica*) ataupun srikaya (*Annona squamosa*). Hasil ekstraksi bahan dengan cara ini dapat disimpan dan bertahan lebih lama (kurang lebih 6-12 bulan) dibandingkan dengan ekstraksi air.

alah satu cara pembuatan pestisida nabati yang digunakan untuk mendapatkan minyak atsiri (*Essential oil*). Bagian tanaman yang akan diambil minyak atsirinya dimasukkan kedalam ketel penyuling, kemudian dikukus atau direbus dan uapnya dialirkan melalui kondensor pendingin, sehingga uap jadi air (proses kondensasi). Cairan yang dihasilkan dari proses tersebut kemudian dipisahkan antara air dan minyak. Contoh tanaman yang diolah dengan cara ini adalah daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*), serai wangi (*Cymbopogon nardus*), ataupun pala (*Mysristica fragans*) (Munarso *et al*, 2012).

2.4 Tanaman Paitan (*Tithonia diversifolia*)

Klasifikasi Tumbuhan Paitan (*T. diversifolia*): domain: eukaryota, kingdom: plantae, phylum: spermatophyta, subphylum: angiospermae, class: dicotyledonae, order: asterales, family: asteraceae, genus: tithonia, Species: *Tithonia diversifolia* (CABI, 2014).

Paitan (*T. diversifolia*) termasuk salah satu tanaman yang memiliki kandungan senyawa beracun bagi serangga (Hendra *et al*, 2013). Kandungan senyawa tersebut dapat mengganggu sistem pencernaan serta menghambat daya makan atau antifeedant bagi serangga (Warhana dan Diana, 2014). Selain menghambat sistem pencernaan kandungan senyawa pada paitan juga mampu menghambat sistem saraf. Hal ini dapat mengganggu aktifitas gerak dan sirkulasi alam tubuh juga akan terganggu, akibatnya serangga yang terkena akan mati (Rohman. 2007).



Gambar 5. Paitan (*Tithonia diversifolia*); a) daun paitan; b) bunga paitan (CABI, 2014)

Ekstrak daun paitan mengandung beberapa senyawa toksik yang dapat mengakibatkan mortalitas suatu hama. Beberapa senyawa toksik tersebut diantaranya adalah tanin, flavonoid, dan alkaloid yang dapat mengganggu tekanan osmotik dalam tubuh (Taofik, 2010). Dan ketiga senyawa tersebut memiliki efek antifeedant. Ekstrak daun paitan mengandung sekitar 38 komponen dengan 8 komponen yang dapat mempengaruhi mortalitas serangga. 8 komponen utama tersenut adalah asam palmitat, 9-pentadikadien-1-o, lbenzil benzoat, α metilamina, 1, 2, 3, 4, 5- sikloheksanterol, sesquiterpen lakton dan 2 senyawa lain yang masih belum teridentifikasi (Jamal dan Andria, 1999 *dalam* Petrus dan Parawansa, 2014). Asam palmiat dan benzil benzoat dapat menghambat proses metamorfosis serangga (Safitri, 2007). Selain itu terdapat juga senyawa monoterpen (Moronkola *et al*, 2006 *dalam* Rahayu, 2007). Monoterpen merupakan senyawa hasil metabolisme sekunder yang memiliki bau yang khas dan bersifat *lipophilic* dan mempunyai peran penting dalam pertahanan suatu tanaman terhadap serangan OPT (Rahayu, 2007). Dalam ekstrak daun dan bunga paitan terdapat 3 senyawa utama. yakni: Asam Heksadekanoat, Asam Linoleat dan Phytol yang ketiganya memiliki efek insektisida (Arneti, 2006).

III. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Toksikologi Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Untuk pengolahan data akan dilaksanakan di Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Pelaksanaan penelitian kurang lebih berlangsung selama 5 bulan yakni bulan Februari 2016 sampai dengan bulan Juni 2016.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gunting, blender, timbangan, oven 40°C, corong, kertas label, timbangan electric, kertas saring, alumunium foil, kuas, cawan petri, toples kecil, mikropipet, kamera digital dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larva *Spodoptera litura* instar II, serbuk daun dan bunga paitan, aquades, larutan perekat, dan daun jarak (*Ricinus communis*).

Persiapan *Spodoptera litura*

S.litura yang digunakan adalah stadia larva instar II yang diperoleh dari koleksi Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (BALLITAS) Malang. Telur *S. litura* diperoleh dari tanaman kapas, setelah telur menetas diberi pakan daun jarak (*Ricinus communis*).

Pembuatan Ekstrak Daun dan Bunga Paitan

Daun dan bunga paitan segar sebagai bahan ekstraksi dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 40°C untuk menghindari jamur. Kemudian dipotong kecil-kecil (serbuk) dengan menggunakan blender, lalu masing-masing bahan ditimbang sebanyak 5, 10, 20, 40 dan 80 gram kemudian dimasukkan dalam botol dan ditambahkan dengan aquades sebanyak 1 liter/konsentrasi. Larutan didiamkan selama 24 jam. Setelah itu masing-masing larutan disaring dan ditambahkan perekat 0,25 ml/lt sebelum larutan diaplikasikan (Prarifitriya, 2006).

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menyusun 6 konsentrasi dengan 4 kali ulangan dari masing-masing bahan ekstrak terhadap 20 ekor *S. litura* instar II pada tiap-tiap perlakuan dan ulangan.

Tabel 1. Rancangan Perlakuan

Perlakuan Ekstrak Daun Paitan	Perlakuan Ekstrak Bunga Paitan
D1 = 0 (Kontrol)	B1 = 0 (Kontrol)
D2 = 5 gr/lt (5000 ppm)	B2 = 5 gr/lt (5000 ppm)
D3 = 10 gr/lt (10000 ppm)	B3 = 10 gr/lt (10000 ppm)
D4 = 20 gr/lt (20000 ppm)	B4 = 20 gr/lt (20000 ppm)
D5 = 40 gr/lt (40000 ppm)	B5 = 40 gr/lt (40000 ppm)
D6 = 80 gr/lt (80000 ppm)	B6 = 80 gr/lt (80000 ppm)

3.4 Pengamatan

Pengujian hasil ekstraksi daun dan bunga paitan (*T. diversifolia*) terhadap larva *S. litura* dilakukan dengan menggunakan metode celup daun. Daun jarak (*Ricinus communis*) dengan diameter $\pm 5,5$ cm di celupkan pada ekstrak tiap-tiap perlakuan yang telah disiapkan. Setelah daun dikering anginkan ± 5 menit dimasukkan kedalam toples yang telah diberi label perlakuan dan telah diisi larva *S. litura* instar II yang telah dipuasakan selama 2 jam. Masing-masing media perlakuan di masukkan 20 ekor *S. litura*. Pengamatan dilakukan pada 3, 6, 12, 24 dan 48 jam setelah aplikasi (JSA).

Perhitungan Mortalitas *S.litura*

Mortalitas *S. litura* dinyatakan sebagai perbandingan antara jumlah *S. litura* mati diakhir pemaparan dengan jumlah *S. litura* awal pada satu contoh uji yang dinyatakan dalam persen (%) yang dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$M = \frac{M2}{M1} \times 100\%$$

Dimana: M adalah mortalitas *S.litura* dalam satuan persen (%); M1 adalah jumlah *S.litura* awal (20 ekor); M2 adalah jumlah *S.litura* yang mati

Perhitungan Persentase Kematian Terkoreksi

Apabila pada perlakuan kontrol ditemukan adanya *S.litura* yang mati tidak lebih dari 20%, maka harus dilakukan perhitungan presentase terkoreksi dihitung dengan rumus:

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

Dimana: X adalah persentase serangga yang hidup pada kontrol. Y adalah persentase jumlah serangga yang hidup pada perlakuan (Abbot, 1925).

Pengamatan Perkembangan Larva *S. litura*

Larva yang telah diberi perlakuan dan masih hidup dihitung jumlahnya dan diamati setiap hari sampai memasuki stadia pupa, imago hingga menghasilkan telur beserta daya tetas telurnya.

Persentase Penurunan Generasi

$$\text{TP} = \frac{\text{JTK} - \text{JTP}}{\text{JTK}} \times 100\%$$

Dimana: TP: Persentase penghambatan reproduksi, JTK: telur yang menetas pada kontrol, JTP: telur yang menetas pada perlakuan (Damayanti *et al*, 2013)

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dikonversikan kedalam persentase mortalitas. Apabila pada kontrol (tidak lebih 20%) maka perlu dikoreksi dengan rumus Abbot (1925). Setelah itu data dianalisis menggunakan tabel ANOVA. Jika hasilnya berbeda nyata maka diuji lanjut dengan uji DMRT. Untuk mengetahui toksisitas masing-masing ekstrak berdasarkan nilai LC_{50} dan LT_{50} digunakan analisis probit Chi (1997). Selain itu juga dilakukan pengamatan jumlah larva yang hidup hingga memasuki stadia imago beserta telur yang dihasilkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Persentase Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada Ekstrak Daun Paitan (EDP) dan Ekstrak Bunga Paitan (EBP)

Hasil uji daya racun EDP dan EBP terhadap persentase mortalitas larva *S. litura* disajikan pada Tabel 2. Pengamatan mortalitas larva *S. litura* dilakukan pada 3, 6, 12, 24 dan 48 jam setelah aplikasi. Hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa EDP dan EBP pada konsentrasi 5-80 gr/lt mampu memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap mortalitas larva *S. litura* (Tabel Lampiran 1-5).

Tabel 2. Persentase Mortalitas Ulat Grayak (*S. litura*) setelah Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*T. diversifolia*)

Konsentrasi (gr/lt)		Persentase Mortalitas (%)									
		3 JSA		6 JSA		12 JSA		24 JSA		48 JSA	
D A U N	5	1.25	a	2.50	a	7.57	a	11.38	a	12.70	a
	10	3.82	ab	20.53	c	29.54	bc	34.74	c	38.55	c
	20	8.88	bc	23.03	cd	35.86	c	44.93	d	56.38	d
	40	12.57	cd	28.16	cde	55.13	de	61.51	e	69.21	e
	80	12.63	cd	31.91	de	57.63	de	71.64	fg	78.16	f
B U N G A	5	13.95	cde	11.38	b	20.26	b	24.08	b	24.08	b
	10	17.63	de	30.39	de	39.28	c	48.03	d	58.16	d
	20	17.76	de	31.64	de	50.66	d	68.29	ef	75.92	ef
	40	20.13	ef	35.26	ef	63.42	ef	78.49	g	83.49	fg
	80	26.64	f	44.41	f	69.74	f	81.12	g	89.93	g

Keterangan: - JSA: jam setelah aplikasi

- Angka yang diikuti oleh notasi yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata antar konsentrasi dan antar ekstrak berdasarkan uji DMRT pada taraf kebenaran 95%

Berdasarkan data yang telah diperoleh dapat diketahui bahwa masing-masing konsentrasi EDP dan EBP mampu menyebabkan mortalitas larva *S. litura* sejak pengamatan 3 jam setelah aplikasi (JSA) dengan tingkat persentase yang semakin meningkat pada 48 JSA. Masing-masing konsentrasi EDP dan EBP memiliki persentase mortalitas yang berbeda-beda.

Dari data persentase mortalitas menunjukkan bahwa EDP dan EBP memiliki kemampuan dalam mematikan larva *S. litura*. Paitan (*T. diversifolia*) mampu menyebabkan sistem pencernaan larva terganggu atau mengurangi daya minat makan (*antifeedant*) larva lalat *Chrysomya bezzina* (Wardhana dan Diana, 2014). Kemampuan mematikan EDP dan EBP ini dikarenakan paitan (*T. diversifolia*) memiliki beberapa kandungan senyawa yang bersifat sebagai insektisida, diantaranya adalah: Alkaloid, Tanin dan Flavonoid yang bersifat insektisida (Taofik, 2010). Alkaloid merupakan senyawa organik bersifat alkalis sebagai zat penolak dan Tanin mampu menurunkan kemampuan binatang untuk mengkonsumsi tanaman (Sukorini, 2006). Alkaloid dan flavonoid merupakan senyawa yang dapat bertindak sebagai *stomach poisoning* atau racun perut, sehingga apabila senyawa alkaloid dan flavonoid masuk ke dalam tubuh serangga maka alat pencernaannya akan terganggu, senyawa tersebut juga mampu menghambat reseptor perasa pada daerah mulut serangga, sehingga menyebabkan serangga tidak mampu mengenali makanannya, hingga mati kelaparan (Modokompit *et al*, 2013). Flavonoid juga dapat mengganggu pernafasan serangga. Flavonoid masuk ke dalam mulut serangga melalui sistem pernafasan (spirakel) dan menimbulkan kelayuan syaraf, sehingga serangga tidak dapat bernafas dan akhirnya mati (Shargel dan Yu, 1988 *dalam* Wiryadiputra, 2014). Selain itu flavonoid juga mampu menghambat pembentukan hormon otak, hormon edikson dan hormon pertumbuhan. Tidak berkembangnya hormon tersebut dapat menghambat pertumbuhan larva (Karimah, 2006 *dalam* Widawati, 2013).

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh juga dapat diketahui bahwa EBP lebih efektif dari pada EDP dalam mematikan larva *S. litura*. Pada pengamatan 6 hingga 48 JSA seluruh konsentrasi EBP memiliki persentase mortalitas lebih tinggi daripada EDP. Hal tersebut karena EBP memiliki kandungan senyawa toksik yang lebih banyak dari pada EBP. Selain Alkaloid, Flavonoid dan Tanin, paitan juga mengandung senyawa Asam Heksadekanoat dan Asam Linoleat yang

bersifat sebagai insektisida (Prakash dan Rao, 1997 *dalam* Arneti dan Santoni, 2006). EBP mengandung 12,08% Asam Heksadekanoat dan 20,40% Asam Linoleat, sedangkan EDP memiliki 12,06% Asam Heksadekanoat dan 10,83% Asam Linoleat. (Arneti dan Santoni, 2006).

Gejala kematian larva *S. litura* akibat daya racun EDP dan EBP tampak mengerut dan berwarna coklat kehitaman yang lama-lama akan mengering (Gambar 6). Lumowa (2011) melaporkan bahwa gejala kematian larva *S. litura* setelah aplikasi ekstrak babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) memiliki ukuran tubuh yang mengecil. Utami *et al*, (2010) juga menyatakan bahwa gejala kematian larva *S. litura* setelah diaplikasikan ekstrak daun bintaro (*Cerbera odollam Gaertn.*) yang pada awalnya mengawali kelumpuhan (paralisis). Gejala keracunan ini biasa dikenal sebagai efek knock down. Tubuh larva yang mati berwarna hijau kehitaman dan lama kelamaan menghitam dan lunak. Sedangkan larva *S. litura* yang normal memiliki ukuran tubuh yang lebih panjang dan berwarna hijau. Wardhana dan Diana (2014) melaporkan bahwa senyawa yang terkandung dalam EDP dan EBP dapat menghambat aktivitas makan (antifeedant) dan mengganggu sistem pencernaan larva *Chrysomya bezziana*. Kandungan Senyawa aktif dalam *T. diversifolia* akan mempengaruhi saluran pencernaan larva yang ada di dalam mesentron akibat terhalangnya pembentukan energi, sehingga terjadi penyerapan nutrisi yang kurang optimal (Priyono, 1988 *dalam* Wardhana dan Diana, 2014).

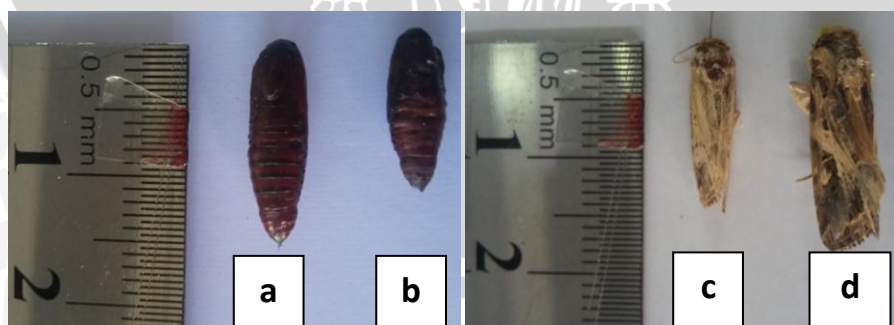


Gambar 6. Larva *S. litura* yang Mati setelah Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*T. diversifolia*)

4.2 Pengaruh EDP dan EBP terhadap Pembentukan Pupa, Imago dan Daya Reproduksi *S. litura*

Selain mempengaruhi mortalitas larva *S. litura*, daya racun EDP dan EBP juga mengakibatkan terhambatnya perkembangan pupa, imago serta daya reproduksi *S. litura* yang tidak mati setelah aplikasi. Sebagian pupa *S. litura* yang terbentuk setelah aplikasi EDP dan EBP memiliki tubuh yang abnormal (Gambar 7b). Pupa *S. litura* yang abnormal memiliki ukuran tubuh yang lebih kecil dibandingkan ukuran tubuh pupa *S. litura* tanpa perlakuan (kontrol) (Gambar 7a). Pupa *S. litura* yang abnormal memiliki tubuh yang cacat setelah disemprot 2,5-20 ml/l minyak biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) secara kontak pada stadia larva beserta pakannya (Tukimin *et al*, 2014).

Dari beberapa pupa *S. litura* yang terbentuk setelah aplikasi EDP dan EBP ada sebagian imago yang tidak keluar dari pupa. Imago *S. litura* yang keluar dari pupa memiliki tubuh yang abnormal dengan sayap yang kurang sempurna dan ukuran tubuh yang lebih kecil (Gambar 7c) serta memiliki masa hidup yang lebih pendek dibandingkan imago tanpa perlakuan (kontrol) (Gambar 7d). Hasnah dkk, (2014) melaporkan bahwa imago *S. litura* yang terbentuk mengalami abnormalitas setelah diaplikasi ekstrak rimpang jeringau (*Acorus calamus* L.) pada stadia larva. Imago tersebut memiliki sayap yang tidak sempurna dan lama hidup 9 hari cepat dari pada perlakuan kontrol (10 hari).



Gambar 7. Pupa dan Imago *S. litura* Normal dan Abnormal; (a) pupa normal; (b) pupa abnormal; (c) imago abnormal; (d) imago normal

Gejala abnormal sebagian pupa dan imago menunjukkan bahwa meskipun EDP dan EBP tidak menyebabkan kematian pada larva *S. litura* yang diaplikasi. kandungan EDP dan EBP mampu menyebabkan keadaan yang abnormal pada stadia pupa dan imago. Keadaan Abnormal ini dapat disebabkan oleh terhambatnya metamorfosis akibat efek senyawa ekstrak *T. diversifolia* dalam tubuh *S. litura* sehingga mempengaruhi fisiologisnya. Suatu senyawa antibiotis memberikan pengaruh buruk terhadap fisiologis serangga hama, baik bersifat sementara ataupun tetap. Gejala yang ditimbulkannya adalah kematian larva, pengurangan laju pertumbuhan, peningkatan mortalitas pupa, ketidakberhasilan imago keluar dari pupa, dan imago tidak normal (Untung, 2006 dalam Hasnah 2014).

Jumlah larva *S. litura* yang hidup setelah aplikasi EDP dan EBP dapat mempengaruhi persentase terbentuknya pupa. Kualitas pupa *S. litura* yang terbentuk dapat mempengaruhi persentase terbentuknya imago (Tabel 3). Pemberian fraksi heksan bunga paitan pada *Plutella ylostella* dapat menghambat perkembangan larva tersebut menjadi pupa dan pupa menjadi imago (Putra, 2007 dalam Rusli, 2010).

Tabel 3. Persentase Rata-rata Terbentuknya Pupa dari Larva dan Imago dari Pupa *S. litura* setelah Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*T. diversifolia*)

Konsentrasi (gr/lt)	Larva menjadi Pupa (%)		Pupa menjadi Imago (%)	
	EDP	EBP	EDP	EBP
5	91,81	86,67	83,87	75
10	85,42	75,76	78,05	64
20	73,53	63,16	52,00	41,67
40	58,33	53,85	42,86	28,57
80	47,06	37,50	25,00	12,50

Berdasarkan data persentase rata-rata terbentuknya pupa dan imago dapat diketahui bahwa meskipun beberapa larva *S.litura* setelah diaplikasi EDP dan EBP mampu menyelesaikan siklus hidupnya sampai stadia pupa, namun tidak

semua pupa dapat berubah menjadi imago. Rendahnya persentase pembentukan larva menjadi pupa dan pupa menjadi imago ini disebabkan terganggunya proses metabolisme dari larva akibat efek racun yang terdapat pada tanaman *T. diversifolia*. Pertumbuhan dan perkembangan *S. litura* sangat dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas makanan yang dikonsumsi pada stadia larva. Pakan yang telah terkontaminasi racun akan mengganggu sistem pencernaan dalam tubuh *S. litura* (Hasnah, 2012). Wardhana dan Diana (2014) melaporkan bahwa ekstrak metanol daun paitan mampu menyebabkan gangguan pada sistem pencernaan larva lalat *Chrysomya bezzina* sehingga menimbulkan efek *antifeedant*. Gangguan tersebut akan mempengaruhi proses perkembangan pupa menjadi imago bahkan dapat menyebabkan kematian larva *Chrysomya bezzina*.

Efek racun *T. diversifolia* juga mempengaruhi jumlah telur yang diletakkan (Tabel 4) serta persentase daya tetas telur *S. litura* (Tabel 5). Imago betina *S. litura* meletakkan telurnya secara berkelompok dan tertutup serbuk halus (Gambar 8). EDP dan EBP pada konsentrasi 80 gr/lt sudah efektif dalam menghambat peletakan jumlah telur oleh imago betina *S. litura*.

Tabel 4. Rata-rata Telur yang Diletakkan Imago *S. litura* setelah Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*T. diversifolia*)

Konsentrasi (gr/lt)	Rata-rata Telur yang Diletakkan (butir)	
	EDP	EBP
0	2792,75 ± 221,14	2807,25 ± 114,66
5	1789,75 ± 122,37	1490,50 ± 112,36
10	946,00 ± 126,13	844,00 ± 27,87
20	542,00 ± 91,41	134,50 ± 78,81
40	68,00 ± 39,43	62,75 ± 62,75
80	0 ± 0	0 ± 0

Pada Tabel 4. menunjukkan bahwa rata-rata persentase jumlah telur yang diletakkan setelah aplikasi EDP lebih tinggi daripada setelah aplikasi EBP. Hal ini dikarenakan imago betina yang terbentuk setelah aplikasi EDP lebih banyak dibandingkan setelah aplikasi EBP. Pada konsentrasi 80 gr/lt EDP dan EBP tidak ada telur yang diletakkan sebab pada konsentrasi tersebut hanya satu imago yang

terbentuk. Selain itu senyawa yang terkandung dalam EDP dan EBP juga mempengaruhi rata-rata jumlah telur yang dihasilkan. Hasil penelitian Putra (2007) dalam Rusli (2010) menunjukkan bahwa ekstrak bunga paitan berpengaruh terhadap jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina *Plutella xylostella*. Ekstrak tanaman paitan (*T. diversifolia*) mengandung bahan aktif yang mempengaruhi fungsi kerja sel neuroskretori yang bertanggung jawab pada perkembangan oosit dan mengganggu saluran ovarium dan alat peletakan telur (ovipositor) pada imago betina *S. litura* sehingga mempengaruhi oviposisi. Kandungan kimia yang bersifat toksik juga berpengaruh sebagai anti oviposisi dan ovisidal pada serangga (Tukimin, 2012).



Gambar 8. Telur *S. litura*

Tabel 5. Rata-rata Telur *S. litura* yang Menetas setelah Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*T. diversifolia*)

Konsentrasi (gr/lt)	Rata-rata Persentase Telur yang Menetas (%)	
	EDP	EBP
0	98,68	97,78
5	48,21	41,35
10	22,01	19,76
20	6,27	6,69
40	1,84	0,00
80	0,00	0,00

Pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa pada konsentrasi 80 gr/lt setelah aplikasi EDP dan 40 gr/lt setelah aplikasi EBP sudah dapat menghambat penetasan telur *S. litura* sebesar 0%. Hal ini juga menunjukkan bahwa EDP dan

EBP pada konsentrasi 5-80 gr/lt dapat mempengaruhi persentase penghambatan reproduksi *S. litura* (Tabel 6).

Tabel 6. Persentase Penghambatan Reproduksi *S. litura* setelah Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*T. diversifolia*)

Konsentrasi (gr/lt)	Penghambatan Reproduksi (%)			
	EDP		EBP	
5	67,88	a	77,39	b
10	92,15	c	93,95	cd
20	98,72	de	99,65	e
40	99,95	e	100,00	e
80	100,00	e	100,00	e

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata antar konsentrasi dan antar ekstrak berdasarkan uji DMRT pada taraf kebenaran 95%

Pada konsentrasi 5 gr/lt antara EDP dan EBP mampu memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap daya tetas telur *S. litura*. Pada konsentrasi 10-80 gr/lt menunjukkan penghambatan reproduksi yang tidak berbeda nyata antara EDP dan EBP. Penghambatan reproduksi sebesar 100% terdapat pada konsentrasi 40 gr/lt pada EBP. Hal ini karena pengaruh racun *T. diversifolia* yang meninggalkan residu didalam tubuh *S. litura* yang mampu mempengaruhi kualitas pembentukan imago dan telur yang diletakkan. Wardhana dan Diana (2014) menyatakan bahwa ekstrak metanol daun paitan dapat meninggalkan residu sehingga akan mempengaruhi pembentukan pupa lalat *Chrysomya bezzina* beserta daya tetas telurnya sampai menjadi imago. Jadi meskipun beberapa larva *S. litura* mampu menyelesaikan siklus hidupnya sampai menjadi imago, namun ekstrak EDP dan EBP mampu menghambat oviposisi sampai 0%. Adedire dan Akinneye (2004) menyatakan bahwa tepung ekstrak etanol *T. diversifolia* selain bersifat toksik juga bersifat antioviposisi pada *Callosobruchus maculatus*.

4.3 Konsentrasi Mematikan (LC₅₀) dan Waktu Mematikan (LT₅₀) Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*T. diversifolia*) pada larva *S. litura*

Salah satu prinsip dasar dari insektisida adalah keefektifan yang dilihat dari nilai LC₅₀. insektisida nabati yang memiliki nilai LC₅₀ lebih rendah dianggap lebih efektif (Rusli dkk, 2010). Uji nilai LC₅₀ (Tabel 7) dan LT₅₀ (Tabel 8) digunakan untuk mengetahui besar konsentrasi dan waktu yang efektif dalam mematikan 50% larva *S. litura* yang diaplikasikan EDP dan EBP.

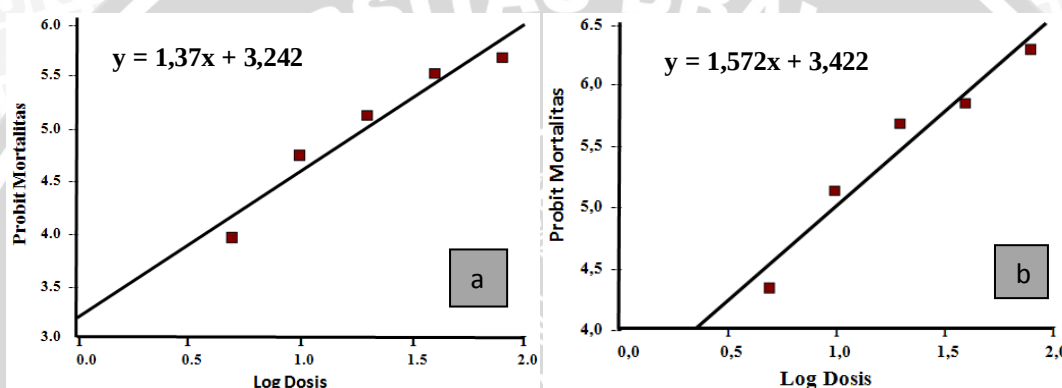
Nilai LC₅₀ dan LT₅₀ pada EDP yang diperoleh lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Prarifitriya (2006) yang mengaplikasikan daun paitan terhadap *Plutella xylostella* dan memperoleh hasil nilai LC₅₀ sebesar 300,574 gr/lt dan LT₅₀ sebesar 3,620 hari. Begitu juga nilai LC₅₀ (Tabel 7) dan LT₅₀ (Tabel 8) pada EBP yang menunjukkan hasil lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Rusli dkk, (2010) yang mengaplikasikan bunga paitan terhadap *Spodoptera eigua* dan memperoleh hasil nilai LC₅₀ sebesar 40 gr/lt dan LT₅₀ sebesar 3,57 hari. Berdasarkan kedua hasil menunjukkan bahwa EDP dan EBP sebagai insektisida nabati lebih efektif dalam mengendalikan larva *S. litura*.

Namun apabila EDP dan EBP dibandingkan, maka dapat diketahui bahwa EBP lebih efektif dari pada EDP dalam mematikan larva *S. litura*. Sebab EDP memiliki nilai LC₅₀ dan LT₅₀ yang lebih besar dibandingkan EBP terhadap mortalitas larva *S. litura*. Hal ini dikarenakan EDP memerlukan konsentrasi yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama dari pada EBP dalam mematikan larva *S. litura* yang diujikan. Hasil penelitian Sianipar *et al*, (2002) juga menunjukkan bahwa ekstrak metanol bunga paitan lebih toksik dari pada ekstrak metanol daun paitan terhadap ulat kubis (*Crocidolomia binotalis* Zell).

Tabel 7. Nilai LC₅₀ Ekstrak Daun dan Bunga Paitan terhadap Larva *S. litura*

Ekstrak	LC ₅₀ (gr/lt)	LC ₉₀ (gr/lt)	Persamaan Regresi	SE	Batas LC ₅₀	
					Batas atas	Batas bawah
EDP	19,2	165,5	y = 1,37x + 3,242	0,33	32,7	11,23
EBP	10,1	65,94	y = 1,572x + 3,422	0,35	15,48	4,99

Pada Tabel 7. menunjukkan bahwa EDP memiliki nilai koefisien regresi dalam rentang konsentrasi 5-80 gr/lt sebesar 1,37 (Gambar 9a), sedangkan untuk EBP sebesar 1,572 (Gambar 9b). Kedua nilai koefisien regresi tersebut memiliki arti apabila terdapat penambahan kelipatan konsentrasi aplikasi, maka persentase mortalitas larva *S. litura* akan mengalami peningkatan sebesar 1,37% setelah aplikasi EDP dan 1,57% setelah aplikasi EBP.

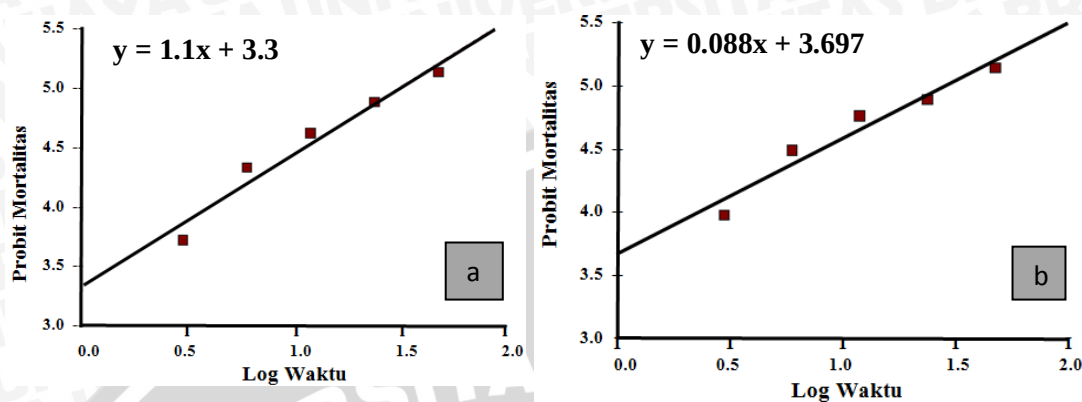


Gambar 9. Hubungan Pengaruh Waktu (LT_{50}) Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*T. diversifolia*) terhadap Mortalitas Larva *S. litura*; (a) grafik LT_{50} aplikasi daun paitan; (b) grafik LT_{50} aplikasi bunga paitan

Tabel 8. Nilai LT_{50} Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*T. diversifolia*) terhadap Larva *S. litura*

Ekstrak	LT_{50} (gr/lt)	LT_{90} (gr/lt)	Persamaan Regresi	SE	Batas LT_{50}	
					Batas atas	Batas bawah
EDP	35,5	501,21	$y = 1,1x + 3,3$	0,33	98,8	21,86
EBP	30,63	88,4	$y = 0,088x + 3,697$	0,31	75,35	19,15

Berdasarkan persamaan regresi LT_{50} menunjukkan bahwa nilai koefisien regresi dalam rentang waktu 3-48 JSA sebesar 1,1 untuk EDP (Gambar 10a) dan sebesar 0,88 untuk EBP (Gambar 10b). Kedua nilai koefisien regresi tersebut memiliki arti apabila terdapat penambahan kelipatan waktu setelah aplikasi, maka persentase mortalitas larva *S. litura* akan mengalami peningkatan sebesar 1,1% setelah aplikasi EDP dan 0,88% setelah aplikasi EBP.



Gambar 10. Hubungan Pengaruh Waktu (LT_{50}) Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*T. diversifolia*) terhadap Mortalitas Larva *S. litura*; (a) grafik LT_{50} aplikasi daun paitan; (b) grafik LT_{50} aplikasi bunga paitan

Pada Gambar 9 dan Gambar 10 menunjukkan bahwa EDP dan EBP memiliki hubungan positif antara rentang waktu pengamatan dengan persentase mortalitas larva *S. litura*. Nilai koefisien regresi variabel konsentrasi (x) menunjukkan persentase mortalitas yang memiliki hubungan positif atau searah dengan garis regresi (Zahro', 2015).

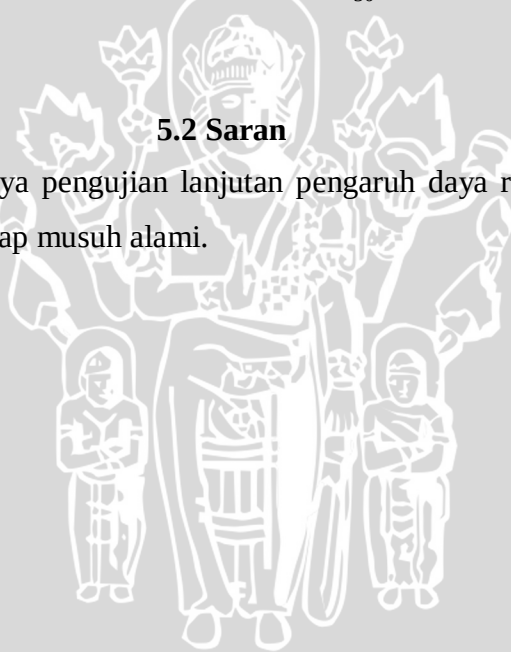
V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ekstrak bunga paitan (*T. diversifolia*) lebih efektif dibandingkan ekstrak daun paitan dalam mematikan larva *S. litura*. Ekstrak daun dan bunga paitan (*T. diversifolia*) juga mampu menghambat pembentukan pupa, imago dan sistem reproduksinya melalui penghambatan jumlah telur dan penetasan telur sampai 0 butir. Ekstrak daun dan bunga paitan memiliki nilai LC_{50} dan LT_{50} yang berbeda. Ekstrak daun memiliki nilai sebesar LC_{50} 19,2 gr/lt dan nilai LT_{50} sebesar 35,5 jam. Sedangkan ekstrak bunga paitan memiliki nilai LC_{50} sebesar 10,1 gr/lt dan nilai LT_{50} sebesar 30,63 jam.

5.2 Saran

Perlu diadakannya pengujian lanjutan pengaruh daya racun ekstrak daun dan bunga paitan terhadap musuh alami.



DAFTAR PUSTAKA

- Abbot, W. S. 1925. *A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide*. Journal of the American Mosquito Control Association Vol. 3, No. 2
- Adedire CO. dan Akinneye JO. 2004. Biological Activity of the Tree Marigold, *Tithonia diversifolia*, on Cowpea Seed Bruchid, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Ann. Appl Biol 144: 185–189.
- Anonymous. TT. Chapter II Pupa *Spodoptera litura*. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/23456789/33317/4/ChapterII.pdf>
Diakses Pada 2 Agustus 2016
- Arneti dan Santoni, A. 2006. Isolasi Senyawa Bioaktif Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*Tithonia diversifolia* A. Gray) (Asteraceae) dari Lokasi Tempat Tumbuh yang Berbeda dan Pengaruhnya terhadap *P. Xylostella* Linn. dan Parasitoid *Diadegma semiclausum* Hellen. Laporan Penelitian. Universitas Andalas.
- CABI. 2015. *Spodoptera litura* (Taro Caterpillar). <http://www.cabi.org/isc/datasheet/44520>. Diakses Pada 20 Januari 2016
- Chi, H. 1997. Computer Program for the Probit Analysis. National Chung Hsing. University Taichung: Taiwan
- Damayanti, R.R, T. Himawan, dan L.P. Astuti. 2013. Penghambatan Reproduksi *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) Menggunakan Fumigan Tablet Berbasis Minyak Mimba. Jurnal HPT Volume 1 Nomor 3 September 2013 ISSN : 2338 - 4336
- Departemen Kehutanan dan Perkebunan. 2000. Musuh Alami dan Hama pada Kapas. Proyek Pengendalian Hama Terpadu Perkebunan Rakyat. Direktorat Proteksi Tanaman Perkebunan. Jakarta
- Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan. 2012. Pedoman Penggunaan Insektisida (Pestisida) dalam Pengendalian Vektor. Jakarta : Kementerian Kesehatan RI.
- Djojosumarto, P. 2000. Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian. Kanisius: Yogyakarta
- Embriani. 2014. Status Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) sebagai Hama. BBPPTP Surabaya
- Erli, EW. dan Muflihati. 2015. Uji Aktivitas Minyak Atsiri Daun dan Bunga Paitan (*Syzygium polyanthum* Walp) terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren). Jurnal Hutan Lestari (2015) Vol. 3 (2) : 286 – 292
- Harto, S. 1998. Toksisitas Ekstrak Akar dan Daun Paitan *Tithonia diversifolia* Gray dan Pengaruhnya terhadap Mortalitas serta Aktivitas Makan Rayap Tanah (*Coptotermes* sp.). Undergraduate Thesis. FMIPA UNDIP.

- Hasnah., Husni. dan A. Fardisa. 2012. Pengaruh Ekstrak Rimpang Jeringau (*Acorus Calamus* L.) terhadap Mortalitas Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. Jurnal Floratek 7: 115 - 124
- Hendra, W. D. Salbiah dan A. Sutikno. 2013. Penggunaan Ekstrak Daun Paitan (*Tithonia diversifolia* Grey) untuk Mengendalikan Hama Kutu Daun (*Aphis gossypii* Glover) pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). Pekanbaru: Jurnal Fakultas Pertanian. Universitas Riau.
- Kalshoven .1981. The Pest of Corp In Indonesia. Revised and Translated by P.A. Van Der Laan. 1981. PT. Ichtiar Baru-Van Hoeve: Jakarta
- Lumowa, S. V. V. 2011. Ekstrak Babadotan (*Ageratum Conyzoides* L. terhadap Tingkat Kematian Larva *Spodoptera litura* F. Fkip Universitas Mulawarman: Samarinda
- Martinez, S.S. dan Helmut F. Van Emden. 2001. Growth Disruption. Abnormalities and Mortality of *Spodoptera littoralis* Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) caused by Azadirachtin. Neotrop. Entomol. vol. 30 no.1 Londrina Mar. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519566X2001000100017&script=sci_arttext.
- Meidalima, D. 2014. Perkembangan Populasi Ulat Grayak (*Spodoptera litura* (F.) Pada Kedelai di Laboratorium. Jurnal Ilmiah Agr IBA No. 2 Edisi Maret Tahun 2014
- Mokodompit, T.A., R. Koneri, P. Siahaan, dan A. M. Tangapo. Uji Ekstrak Daun *Tithonia diversifolia* sebagai Penghambat Daya Makan *Nilaparvata Lugens* Stal. Pada *Oryza Sativa* L. Jurnal Bios Logos, Agustus 2013, Vol. 3 No. 2
- Munarso, S.J., Yusniarti., S.E. Suyati. S.T., dan A. Budhiharto. 2012. Pestisida Nabati. Kementerian Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian PUSLITBANG Perkebunan: Bogor
- Nasa, H. 2015. Pengendalian Hama Terpadau. Online: <http://hamatanamankita.blogspot.co.id/2015/02/ulat-kropjantung-kubis-crocidolomia.html>. Diakses Pada 20 Januari 2016
- Notosandjojo, Y. V., Pardjo dan M.K. Himawati. 2007. Uji Toksisitas Minyak Laka terhadap *Crocidolomia binotalis* Zell. Pada Tanaman Caisin. Fakultas Pertanian UNS: Surakarta
- NPIC (National Pesticide International Center). 1999. Pesticide Formulation. Oregon State University. Diakses Pada 20 Januari 2016
- Nugroho, B.A. 2013. Pengenalan dan Pengendalian Hama Ulat Grayak pada Tanaman Kapas. Diunduh. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/bbpptpsurabaya/berita-439-pengenalan-dan-pengendalian-hama-ulat-grayak-pada-tanaman-kapas.html>. Diakses Pada 20 Januari 2016

- Petrus, I.N.R.P. 2014. Efektivitas Ekstrak Daun Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia*) terhadap Pengendalian Hama Ulat *Plutella xylostella* pada Tanaman Sawi. Jurnal Agrisistem. Vol. 10 No. 2 ISSN 1858-4330 162
- Prarifitriya, R.A.R. 2006. Uji Kerja Bersama (Join Action) Ekstrak Daun Johar (*Cassia siamea*) dan Pahitan (*Tithonia diversifolia*) serta Potensi Daya Racunnya Dibandingkan dengan Insektisida Piretroid terhadap Ulat Kubis (*Plutella xylostella*) (Lepidoptera: Plutellidae). Skripsi. HPT FP-UB: Malang
- Prijono, D. 1999. Prospek dan Strategi Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Alami. Bogor: Pusat Pengkajian Pengendalian Hama Terpadu. Institut Pertanian Bogor. 86 hal.
- Rahayu, 2007. Pengaruh Ekstrak Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*) terhadap Mortalitas Larva *Aedes Aegypti* Instar III. Skripsi: Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang
- Rohman, T. S. 2007. Pengaruh Ekstrak Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum*), Biji Mimba (*Azadirachta indica*), dan Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*) terhadap Kutu Daun *Toxoptera citricidus* pada Tanaman Jeruk (*Citrus Sp.*). Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang
- Rusdy, A. 2009. Efektivitas Ekstrak Nimba dalam Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) pada Tanaman Selada. Jurnal Floratek 4: 41 - 54
- Rusli, R., Arneti dan S.P. Sari. 2010. Pengujian Ekstrak Metanol Bunga Kipat (*Tithonia diversifolia* A. Gray) (Asteraceae) untuk Mengendalikan *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). Jurnal Manggaro. April 2010 Vol.11 No.1:25-32
- Safitri, D.N. 2007. Pengaruh Lama Waktu Perendaman Ekstrak Daun Paitan (*Tithonia diversifolia* Grey) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae) di Laboratorium. Skripsi: Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya Malang
- Sinaga, R. 1999. Uji Efektifitas Pestisida Nabati terhadap Hama *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.). Skripsi: Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Sumatra Utara Medan
- Subiyakto. 1999. Hama Tembakau Deli dan Pengendaliannya. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat. Malang
- Sujak dan N.E. Diana. 2012. Uji Efektifitas Ekstrak Nikotin Formula 1 (Pelarut Ether) terhadap Mortalitas *Aphis gossypi* (Homoptera: Aphididae). Agrovivor vol. 5 no. 1

- Sukorini, H. 2006. Pengaruh Pestisida Organik dan Interval Penyemprotan terhadap Hama *Plutella xylostella* pada Budidaya Tanaman Kubis Organik. Jurnal Gamma, Vol. II No. 1 September 2006: 11-16
- Taofik, M. 2010. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Aktif Ekstrak Air Daun Paitan (*Thitonia diversifolia*) sebagai Bahan Insektisida Botani untuk Pengendalian Hama Tungau *Eriophyidae*. Skripsi: Jurusan Kimia. Universitas Islam Negeri Malang
- Trisnadi, R. 2013. Mengendalikan Serangan Hama *Myzus persice*/ Rok Kerok (Daerah) pada Tembakau dengan Pestisida Nabati Jeringau (*Acorus calamus* L). Dinas Perkebunan dan Kehutanan: Probolinggo
- Trizelia, I.M., Firdos N. dan Dachryanus. 2008. Kompatibilitas Cendawan Entomopatogen dan Ekstrak Tumbuhan Paitan (*Tithonia diversifolia*) Untuk Pengelolaan Hama *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Nocyuidae) pada Tanaman Bawang Merah. Ringkasan Eksekutif Hasil-Hasil Penelitian Tahun 2008
- Tukimin. E. Karmawati. dan H. Prabowo. 2014. Sinergisme Antara Nematoda Patogen Serangga *Steinernema* sp. dan Minyak Biji Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.) terhadap Mortalitas dan Efek Lanjutan Larva *Spodoptera litura* F. Jurnal Littri 20(2). Juni 2014. Hlm. 93 - 99
- Utami. S. 2010. Aktivitas Insektisida Bintaro (*Cerbera odollam* Gaertn) terhadap Hama *Eurema* spp. pada Skala Laboratorium. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia Vol. 15 No.2. Hlm. 96-100
- Wardhana, AH. dan Diana N. 2014. Biolarvacidal Activity of Methanol Extract of Kipahit Leaves (*Tithonia diversifolia*) Against Larvae of *Chrysomya bezziana* fly. JITV 19 (1): 43-51
- Ware, G.W. 1978. *Pesticides Theory and Application*. America. W. H. Freeman and Company San Francisco
- Widawati, M. dan H. Prasetyowati. 2013. Efektivitas Ekstrak Buah *Beta Vulgaris* L. (Buah Bit) dengan Berbagai Fraksi Pelarut terhadap Mortalitas Larva *Aedes Aegypti*. Jurnal Aspirator, Vol.5, No.1, 2013 : 23-29
- Wiryadiputra, Soekadar., I. Rusda, dan I.N. Asyiah. 2014. Pengaruh Ekstrak Tanaman Picung (*Pangium Edule*) sebagai Pestisida Nabati terhadap Mortalitas Penggerek Buah Kopi *Effect Of Picung* (*Pangium Edule*) *Extracts As Botanical Pesticide On Mortality Of Coffee Berry Borer*. Jurnal: Pelita Perkebunan 30 (3) 2014, 220—228
- Wulandari, A., M. Martosudiro., F. A. Choliq. dan Bedjo. 2015. Pengaruh beberapa Konsentrasi *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus (SINPV) JTM 97C terhadap Mortalitas *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera:Noctuidae) pada Tanaman Kedelai. Jurnal HPT Vol. 3 No. m 1: Malang

Zahro', F. A. 2015. Uji Bioaktifitas Ekstrak Daun Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) terhadap *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae). Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Universitas Brawijaya: Malang



LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1. Analisis Ragam (ANOVA) Persentase Mortalitas Larva *S. litura* setelah Aplikasi EDP dan EBP pada Pengamatan 3 JSA

SK	JK	db	KT	F. Hit	P-value	F crit
Perlakuan	2076.011	9	230.6679	11.33226	4.21E-07	2.250131
Ulangan	144.3213	3	48.10711	2.363407	0.093352	2.960351
Galat	549.5845	27	20.35498			
Total	2769.917	39				

Tabel Lampiran 2. Analisis Ragam (ANOVA) Persentase Mortalitas Larva *S. litura* setelah Aplikasi EDP dan EBP pada Pengamatan 6 JSA

SK	JK	db	KT	F. Hit	P-value	F crit
Perlakuan	5280.332	9	586.7036	16.02994	1.12E-08	2.250131
Ulangan	172.313	3	57.43767	1.569314	0.219741	2.960351
Galat	988.2133	27	36.60049			
Total	6440.859	39				

Tabel Lampiran 3. Analisis Ragam (ANOVA) Persentase Mortalitas Larva *S. litura* setelah Aplikasi EDP dan EBP pada Pengamatan 12 JSA

SK	JK	db	KT	F. Hit	P-value	F crit
Perlakuan	14281.36	9	1586.818	33.39264	2.33E-12	2.250131
Ulangan	116.1981	3	38.73269	0.815082	0.496777	2.960351
Galat	1283.04	27	47.52001			
Total	15680.6	39				

Tabel Lampiran 4. Analisis Ragam (ANOVA) Persentase Mortalitas Larva *S. litura* setelah Aplikasi EDP dan EBP pada Pengamatan 24 JSA

SK	JK	Db	KT	F. Hit	P-value	F crit
Perlakuan	20330.39	9	2258.933	57.76339	2.58E-15	2.250131
Ulangan	27.18837	3	9.062789	0.231745	0.873456	2.960351
Galat	1055.88	27	39.10665			
Total	21413.46	39				

Tabel Lampiran 5. Analisis Ragam (ANOVA) Persentase Mortalitas Larva *S. litura* setelah Aplikasi EDP dan EBP pada Pengamatan 48 JSA

SK	JK	db	KT	F. Hit	P-value	F crit
Perlakuan	24408.14	9	2712.016	83.18732	2.42E-17	2.250131
Ulangan	17.82548	3	5.941828	0.182257	0.907515	2.960351
Galat	880.2355	27	32.60131			
Total	25306.2	39				

Tabel Lampiran 6. Analisis Ragam (ANOVA) Persentase Penghambatan Reproduksi *S. litura* setelah AEDP dan EBP pada Pengamatan 48 JSA

SK	JK	Db	KT	F. Hit	P-value	F crit
Perlakuan	4594,909	9	510,5454	43,55678	8,94E-14	2,250131
Ulangan	33,92458	3	11,30819	0,96475	0,423648	2,960351
Galat	316,4772	27	11,72138			
Total	4945,311	39				

Tabel Lampiran 7. Perhitungan Nilai LC₅₀ EDP dan EBP

EDP	EBP
Persamaan Regresi:	Persamaan Regresi:
$y = 1,37x + 3,242$	$y = 1,572x + 3,422$
$5 = 1,37x + 3,24$	$5 = 1,572x + 3,422$
$5 - 3,242 = 1,37x$	$5 - 3,422 = 1,572x$
$1,758 = 1,37x$	$1,578 = 1,572x$
$x = 1,758/1,37$	$x = 1,748/1,66$
$x = 1,28$	$x = 1,004$
$\text{Log } x = 1,28$	$\text{Log } x = 1,004$
$x = 19,2$	$x = 10,1$

Tabel Lampiran 8. Perhitungan Nilai LT₅₀ EDP dan EBP

EDP	EBP
Persamaan Regresi:	Persamaan Regresi:
$y = 1.1x + 3.3$	$y = 0.88x + 3.7$
$5 = 1.1x + 3.3$	$5 = 0.88x + 3.7$
$5 - 3.3 = 1.1x$	$5 - 3.7 = 0.88x$
$1.7 = 1.1x$	$1.3 = 0.88x$
$x = 1.7/1.1$	$x = 1.3 / 0.88$
$x = 1.55$	$x = 1.5$
$\text{Log } X = 1.55$	$\text{Log } X = 1.5$
$x = 35.5$	$x = 30.6$

Tabel Lampiran 9. Perhitungan LC₅₀ Daun Paitan Berdasarkan Analisa Probit (Chi, 1997)

Dosis (d)	Log dosis (x)	Jumlah awal (n)	Angka Kematian (r)	Mortalitas (%)	Mortalitas terkoreksi (P)	Probit y'	Epected probit (y)	95% Fiducial limits	
								Bawah	Atas
5	0,69897	20	3	15	15	3,964	4,2	3,715	4,684
10	1	20	8	40	40	4,747	4,612	4,274	4,95
20	130,103	20	11	55	55	5,125	5,024	4,752	5,297
40	160,206	20	14	70	70	5,524	5,437	5,096	5,777
80	190,309	20	15	75	75	5,674	5,849	5,36	6,338

Persamaan Regresi : $y = 1,36964854886943x + 3,24237854182713$

Standard Error : 0,327141389630514

Derajat Bebas : 3

The Chi-square value : 1,24522265967732

LC₅₀ : 19,1983794669238

Batas Bawah LC₅₀ : 11,2335599498487

Batas Atas LC₅₀ : 32,1672013321627

LC₉₀ : 165,569015471011

g value : 0,239459849486254

Tabel Lampiran 10. Perhitungan LC₅₀ Bunga Paitan Berdasarkan Analisa Probit (Chi, 1997)

Dosis (d)	Log dosis (x)	Jumlah awal (n)	Angka Kematian (r)	Mortalitas (%)	Mortalitas terkoreksi (P)	Probit y'	Epected probit (y)	95% Fiducial limits	
								Bawah	Atas
5	0,69897	20	5	25	25	4,326	4,521	4,042	5
10	1	20	11	55	55	5,125	4,994	4,663	5,326
20	130,103	20	15	75	75	5,674	5,467	5,168	5,766
40	160,206	20	16	80	80	5,841	5,94	5,53	6,351
80	190,309	20	18	90	90	6,414	6,414	5,825	7,002

Persamaan Regresi : $y = 1,57182096439915x + 3,42222679585903$

Standard Error : 0,353951226410595

Derajat Bebas : 3

The Chi-square value : 1,29662821821927

LC₅₀ : 10,0875765483677

Batas Bawah LC₅₀ : 4,99943763550888

Batas Atas LC₅₀ : 15,4802825979138

LC₉₀ : 65,9396868803819

g value : 0,221630304481546

Tabel Lampiran 11. Perhitungan LT₅₀ Daun Paitan Berdasarkan Analisa Probit (Chi, 1997)

Dosis (d)	Log dosis (x)	Jumlah awal (n)	Angka Kematian (r)	Mortalitas (%)	Mortalitas terkoreksi (P)	Probit y'	Epected probit (y)	95% Fiducial limits	
								Bawah	Atas
3	0,47712	20	2	10	10	3,718	3,897	3,583	4,211
6	0,77815	20	5	25	25	4,326	4,22	3,999	4,44
12	1,07918	20	7	35	35	4,615	4,543	4,376	4,71
24	1,38021	20	9	45	45	4,875	4,866	4,675	5,057
48	1,68124	20	11	55	55	5,125	5,189	4,916	5,461

Persamaan Regresi : $y = 1,07288654028378x + 3,38478093870982$

Standard Error : 0,327321607912244

Derajat Bebas : 3

The Chi-square value : 0,447015270965441

LC₅₀ : 32,0250019340455

Batas Bawah LC₅₀ : 21,644197294717

Batas Atas LC₅₀ : 62,2771038916851

LC₉₀ : 501,214558025124

g value : 0,140248137632699

Tabel Lampiran 12. Perhitungan LT₅₀ Bunga Paitan Berdasarkan Analisa Probit (Chi, 1997)

Dosis (d)	Log dosis (x)	Jumlah awal (n)	Angka Kematian (r)	Mortalitas (%)	Mortalitas terkoreksi (P)	Probit y'	Epected probit (y)	95% Fiducial limits	
								Bawah	Atas
3	0,47712	20	3	15	15	3,964	4,115	3,811	4,42
6	0,77815	20	6	30	30	4,476	4,38	4,165	4,594
12	1,07918	20	8	40	40	4,747	4,644	4,477	4,81
24	1,38021	20	9	45	45	4,875	4,908	4,712	5,104
48	1,68124	20	11	55	55	5,125	5,172	4,894	5,451

Persamaan Regresi : $y = 0,877721172468966 x + 3,69657074257785$

Standard Error : 0,31503009531073

Derajat Bebas : 3

The Chi-square value : 0,473528025300721

LC₅₀ : 30,55027834356

Batas Bawah LC₅₀ : 19,1501769098844

Batas Atas LC₅₀ : 75,3470883855652

LC₉₀ : 881,373451792469

g value : 0,20562201593331