

**UJI DAYA RACUN EKSTRAK DAUN DAN BUNGA PAITAN
TERHADAP HAMA KUTU DAUN PADA TANAMAN CABAI
MERAH**

Oleh
TARI RAHAYU



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2016**

REPOSITORY.UB.AC

**UJI DAYA RACUN EKSTRAK DAUN DAN BUNGA PAITAN
TERHADAP HAMA KUTU DAUN PADA TANAMAN CABAI
MERAH**

Oleh

TARI RAHAYU

125040200111111

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



SKRIPSI

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2016**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PERNYATAAN

Penulis menyatakan bahwa segala pernyataan dan hasil penelitian dalam skripsi ini adalah hasil dari penelitian penulis dengan bimbingan dari dosen pembimbing. Penulis menyatakan bahwa skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun. Sepengetahuan penulis, tidak terdapat pernyataan maupun karya yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh pihak lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya di dalam naskah serta dituliskan dalam daftar pustaka.

Malang, 10 Agustus 2016

Penulis



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Uji Daya Racun Ekstrak Daun dan Bunga
Paitan terhadap Hama Kutu Daun pada
Tanaman Cabai Merah

Nama Mahasiswa : Tari Rahayu

NIM : 125040200111111

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping II,

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

Tita Widjayanti, SP., MSi
NIP. 20130408708192001

Diketahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 1980601 2 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Mochammad Syamsul Hadi, SP., MP
NIP.201308 860623 1 001

Penguji II

Tita Widjayanti, SP., MSi
NIP.20130408708192001

Penguji III

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

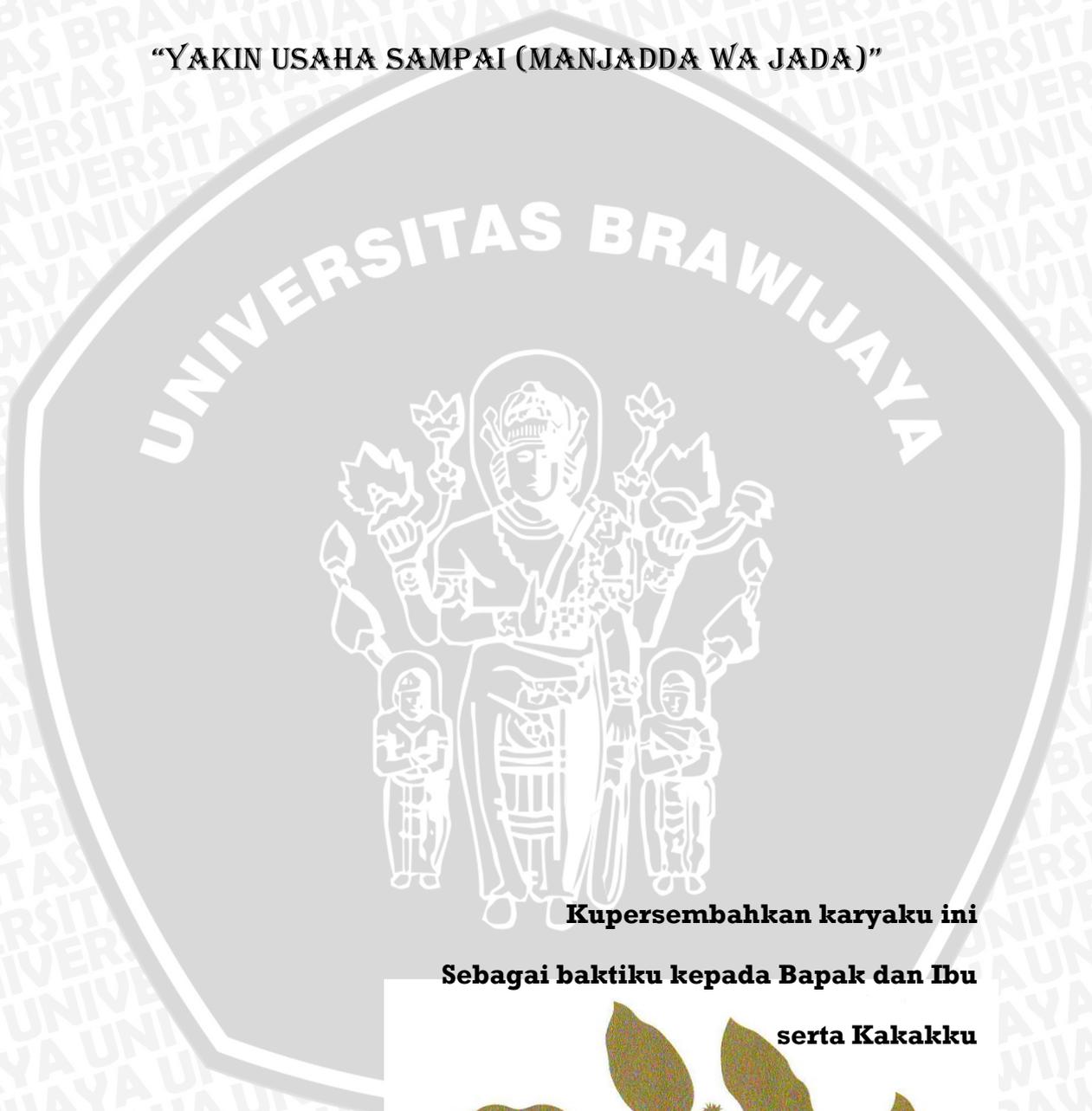
Penguji IV

Luqman Qurrata Aini, SP., MP., Ph.D.
NIP. 19720919 199802 1 001

TanggalLulus :

**“Yakinkan dengan Iman, Usahakan dengan Ilmu,
Sampaikan dengan Amal.”**

“YAKIN USAHA SAMPAI (MANJADDA WA JADA)”



Kupersembahkan karya ini

Sebagai baktiku kepada Bapak dan Ibu

serta Kakakku



RINGKASAN

Tari Rahayu 125040200111111. Uji Daya Racun Ekstrak Daun dan Bunga Paitan terhadap Hama Kutu Daun pada Tanaman Cabai Merah. Di bawah bimbingan Dr.Ir. Toto Himawan, SU. sebagai pembimbing utama dan Tita Widjayanti, SP., MSi. sebagai pembimbing pendamping.

Cabai merah adalah salah satu komoditas sayuran yang memegang peranan penting di Indonesia baik digunakan sebagai komoditas yang dikonsumsi oleh penduduk di dalam negeri maupun sebagai komoditas ekspor (Sumarni dan Muharam, 2005). Salah satu hama yang menyebabkan kerusakan pada tanaman cabai adalah hama kutu daun *Aphis gossypii* (Hendra dkk., 2015). Terdapatnya serangan kutu daun *A. gossypii* menyebabkan perlunya usaha pengendalian, salah satunya adalah dengan menggunakan pestisida nabati yang berasal dari daun dan bunga paitan. Pemilihan bahan yang berasal dari daun dan bunga paitan ini adalah karena tumbuhan paitan cukup tersedia jumlahnya dan mudah dijumpai (Petrus dan Parawansa, 2014). Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah untuk mengetahui daya racun (LC_{50}) ekstrak daun dan bunga paitan (*Tithonia diversifolia* A. Gray) terhadap *A. gossypii*, mengetahui lama waktu yang dibutuhkan (LT_{50}) ekstrak daun dan bunga paitan (*T. diversifolia*) untuk mematikan 50% *A. gossypii*, dan mengetahui pengaruh daya racun ekstrak daun dan bunga paitan (*T. diversifolia*) terhadap jumlah keturunan *A. gossypii*.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Toksikologi dan Rumah Kawat Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan Maret sampai dengan bulan Mei 2016. Penelitian terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan untuk masing-masing ekstrak pestisida nabati dengan perlakuan kontrol; 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; dan 0,9%. Daya racun dianalisis dengan menggunakan Analisis of Variance (ANOVA), apabila hasil uji berbeda nyata maka dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan 5%. Besarnya daya racun (LC_{50}) dan LT_{50} dihitung dengan menggunakan analisis probit program Hsin Chi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak bunga paitan mempunyai kandungan daya racun yang lebih tinggi daripada ekstrak daun paitan dengan konsentrasi yang dapat menyebabkan kematian 50% *A. gossypii* adalah konsentrasi sebesar 0,48% atau 4800 ppm, sedangkan ekstrak daun paitan adalah sebesar 0,55% atau 5500 ppm, ekstrak bunga paitan menyebabkan kematian 50% *A. gossypii* tercepat daripada ekstrak daun paitan pada waktu 37,42 jam, sedangkan ekstrak daun paitan adalah 65,63 jam, dan daya racun ekstrak daun dan bunga paitan dapat menyebabkan penurunan jumlah keturunan *A. gossypii*.

SUMMARY

Tari Rahayu 125040200111111. Poison Test of Leaf and Flower Extract of Mexican Sunflower for Aphid Pest on Red Chilli Plant. Main supervisor by Dr.Ir. Toto Himawan, SU. and Tita Widjayanti, SP., MSi. as associate supervisor.

Red chilli is one of important vegetable commodity in Indonesia either as consumed commodity by country inhabitant or an export commodity (Sumarni and Muharam, 2005). One of pest that causing a damage on red chilli plant is Aphid *Aphis gossypii* (Hendra dkk., 2015). Any Aphid *A. gossypii* attack is requiring of controlling effort, that is using of botanical pesticide from leaf and flower of mexican sunflower. Choosing of material from leaf and flower of mexican sunflower is because of mexican sunflower are amount is available enough and easy to be found (Petrus dan Parawansa, 2014). The aim of this research are to know the poison (LC_{50}) of leaf and flower extract of mexican (*Tithonia diversifolia* A. Gray) for *A. gossypii*, to know the long time needed (LT_{50}) of leaf and flower extract of mexican sunflower (*T. diversifolia*) that causing death of 50% *A. gossypii*, and to know the poison influence of leaf and flower extract of mexican sunflower (*T. diversifolia*) for generation amount of *A. gossypii*.

Research was conducted at Toxycology laboratory and Green house of Pest and Plant Disease Department, Faculty of Agriculture, Brawijaya University, on March until May 2016. Research was consist of 6 concentrations and 4 replications for each botanical pesticide extract with 0,0; 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; dan 0,9%. Poison is be analysed with using of Analisis of Variance (ANOVA), if the test result is difference so will continued with Duncan test with standart 5%. Poison (LC_{50}) and LT_{50} calculated by using of probit analysis of Hsin Chi program.

Research result showed that flower extract of mexican sunflower has higher poison contain than leaf extract of mexican sunflower with concentration can causing death of 50% *A. gossypii* is concentration of 0,48% or 4800 ppm, meanwhile the leaf extract of mexican sunflower is concentration of 0,55% or 5500 ppm, flower extract of mexican sunflower causing the fastest death of 50% *A. gossypii* than leaf extract of mexican sunflower on the time of 37,42 hour, meanwhile leaf extract of mexican sunflower on the time of 65,63 hour, and poison of leaf and flower extract of mexican sunflower can decreasing of generation amount of *A. gossypii*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul “Uji Daya Racun Ekstrak Daun dan Bunga Paitan terhadap Hama Kutu Daun pada Tanaman Cabai Merah”. Adapun tujuan penyusunan naskah skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat meraih gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr.Ir. Toto Himawan, SU. Selaku dosen pembimbing utama, Tita Widjayanti, SP., MSi. Selaku pembimbing pendamping, Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. Selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, keluarga yang telah memberikan semangat dan dorongan baik secara material, mental dan spiritual dalam penyelesaian naskah skripsi ini dan teman-teman HPT angkatan 2012 semua yang telah memberikan dukungan dan motivasi sepenuhnya hingga penyusunan naskah skripsi ini selesai.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan naskah skripsi ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan demi kesempurnaan naskah skripsi ini.

Malang, Juni 2016

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Tawangrejo Kecamatan Takeran Kabupaten Magetan pada tanggal 05 Agustus 1994 dari pasangan Sumarno dan Sulikah. Penulis merupakan putri kedua dari dua bersaudara.

Penulis menyelesaikan pendidikan TK Sawojajar Takeran tahun 2001, MIN 1 Takeran lulus tahun 2006. Tahun 2006 dari pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Takeran. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Kawedanan Magetan dan lulus tahun 2012. Pada tahun yang sama melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN), penulis diterima sebagai mahasiswa S-1 Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.

Semasa kuliah penulis aktif diberbagai organisasi. Di bidang akademik, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Dasar Perlindungan Tanaman (2013-2014) dan asisten praktikum mata kuliah Pertanian Berlanjut (2015-2016). Pengalaman organisasi yang pernah diikuti adalah di Lembaga kedaulatan mahasiswa (LKM) FP-UB penulis tercatat sebagai anggota bidang Hubungan Kerja Eksternal Center for Agriculture Development Studies (CADS) periode 2012-2013, Sekretaris Biro Komunikasi Publik Center for Agriculture Development Studies (CADS) periode 2013-2014, dan anggota bidang Penelitian dan Pengembangan Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman (HIMAPTA) periode 2015. Penulis juga merupakan anggota organisasi daerah FORMADIMA (Forum Mahasiswa Madiun Studi Malang) periode 2013-2014.

Penulis adalah kader HMI Komisariat Pertanian Universitas Brawijaya Malang yang mengikuti Latihan Kader I di HMI Cabang Malang pada tahun 2013. Selama aktif di HMI penulis pernah menjabat sebagai Ketua Departemen Pengembangan periode 2014-2015.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Hipotesa Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kutu Daun (<i>Aphis gossypii</i>)	5
2.1.1 Klasifikasi dan Penyebaran <i>Aphis gossypii</i>	5
2.1.2 Siklus Hidup <i>Aphis gossypii</i>	5
2.1.3 Tanaman Inang	6
2.1.4 Gejala Serangan	7
2.2 Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annum</i> L.)	8
2.3 Pestisida	8
2.3.1 Cara Kerja Insektisida (<i>Mode of Action</i>)	9
2.3.2 Daya Racun Pestisida	11
2.4 Pestisida Nabati	12
2.5 Paitan (<i>Tithonia diversifolia</i> A. Gray)	13
2.5.1 Klasifikasi Tumbuhan Paitan	13
2.5.2 Deskripsi Tumbuhan Paitan	13
2.5.3 Penyebaran dan Habitat Tumbuhan Paitan	14
2.5.4 Kegunaan Tumbuhan Paitan	15
2.5.5 Kandungan Kimia Tumbuhan Paitan	15
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Penanaman Tanaman Cabai Merah	18
3.4 Perbanyakkan Serangga Uji	18
3.5 Pelaksanaan Penelitian	19
3.6 Proses Ekstraksi Daun dan Bunga Paitan	20
3.7 Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan	21
3.8 Pengamatan	21
3.9 Analisis Data	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Daya Racun (LC ₅₀) Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (<i>Tithonia diversifolia</i> A. Gray) terhadap <i>Aphis gossypii</i>	23
4.2 Lama Waktu yang Dibutuhkan (LT ₅₀) Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (<i>Tithonia diversifolia</i> A. Gray) untuk Mematikan 50% <i>Aphis gossypii</i>	28
4.3 Pengaruh Daya Racun Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (<i>Tithonia diversifolia</i> A. Gray) terhadap Jumlah Keturunan <i>Aphis gossypii</i>	30

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 35
5.2 Saran 35

DAFTAR PUSTAKA 36

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kandungan Senyawa pada Bunga Paitan	16
2.	Kandungan Senyawa pada Daun Paitan	16
3.	Pelaksanaan Penelitian	19
4.	Rerata Mortalitas <i>A. gossypii</i> Akibat Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan	23
5.	Nilai LC ₅₀ Ekstrak Daun dan Bunga Paitan	24
6.	Nilai LT ₅₀ Ekstrak Daun dan Bunga Paitan	29
7.	Rerata Persentase Penurunan Jumlah Keturunan <i>A. gossypii</i> Setelah Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan	31
Nomor	Lampiran	Halaman
1.	Data Persentase Mortalitas <i>A. gossypii</i> Setelah Transformasi Akibat Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan	43
2.	Perhitungan Nilai LC ₅₀ Ekstrak Daun Paitan terhadap <i>A. gossypii</i>	44
3.	Perhitungan Nilai LC ₅₀ Ekstrak Bunga Paitan terhadap <i>A. gossypii</i>	45
4.	Perhitungan Nilai LT ₅₀ Ekstrak Daun Paitan Konsentrasi 0,5% terhadap <i>A. gossypii</i>	46
5.	Perhitungan Nilai LT ₅₀ Ekstrak Bunga Paitan Konsentrasi 0,5% terhadap <i>A. gossypii</i>	47
6.	Analisis Ragam Mortalitas <i>A. gossypii</i> Akibat Aplikasi Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan pada 3 JSA	48
7.	Analisis Ragam Mortalitas <i>A. gossypii</i> Akibat Aplikasi Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan pada 6 JSA	48
8.	Analisis Ragam Mortalitas <i>A. gossypii</i> Akibat Aplikasi Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan pada 12 JSA	49
9.	Analisis Ragam Mortalitas <i>A. gossypii</i> Akibat Aplikasi Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan pada 24 JSA	49
10.	Analisis Ragam Mortalitas <i>A. gossypii</i> Akibat Aplikasi Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan pada 48 JSA	50
11.	Analisis Ragam Penurunan Jumlah Keturunan <i>A. gossypii</i> Akibat Aplikasi Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan	50



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	<i>Aphis gossypii</i> Glover.....	6
2.	Tanaman Cabai Merah.....	8
3.	Tumbuhan Paitan.....	14
4.	Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Paitan terhadap Mortalitas <i>A. gossypii</i>	25
5.	Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Bunga Paitan terhadap Mortalitas <i>A. gossypii</i>	25
6.	Pengaruh Lama Waktu Ekstrak Daun Paitan terhadap Mortalitas <i>A. gossypii</i>	29
7.	Pengaruh Lama Waktu Ekstrak Bunga Paitan terhadap Mortalitas <i>A. gossypii</i>	29
8.	Nimfa dan Imago <i>A. gossypii</i>	30



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Cabai merah adalah salah satu komoditas sayuran yang memegang peranan penting di Indonesia baik digunakan sebagai komoditas yang dikonsumsi oleh penduduk di dalam negeri maupun sebagai komoditas ekspor (Sumarni dan Muharam, 2005). Cabai merah biasanya digunakan sebagai penyedap dan pelengkap menu masakan khas Indonesia, sehingga kebutuhan akan cabai merah di Indonesia tergolong tinggi. Pada dasawarsa terakhir ini, cabai merah merupakan komoditas unggulan diantara 18 jenis sayuran komersial lain yang dibudidayakan di Indonesia. Dalam pembudidayaan cabai merah petani sering mengalami fluktuasi harga, akan tetapi minat petani untuk membudidayakan cabai merah tetap tinggi mengingat tingginya kebutuhan akan cabai merah (Barus, 2006).

Dalam budidaya tanaman sayuran, salah satu kendala yang dihadapi adalah terdapatnya serangan hama yang dapat menurunkan hasil panen, begitupun juga pada tanaman cabai merah (Pasetriyani, 2010). Salah satu hama yang menyebabkan kerusakan pada tanaman cabai adalah hama kutu daun *Aphis gossypii* (Hendra dkk., 2015). Hama tersebut menyerang lebih dari 70 macam tanaman dan merupakan salah satu hama utama pada tanaman kapas, cucurbit, jeruk, sayuran yang ditanam pada rumah kaca, bit, dan tomat. Kutu daun *A. gossypii* kadang-kadang juga terdapat pada pohon pistachio di Iran (Takaloozadeh, 2010).

Bagian tanaman yang diserang oleh nimfa dan imago *A. gossypii* adalah pucuk tanaman dan daun muda (BPTP, 2014). Kutu daun *A. gossypii* menyebabkan kerusakan secara langsung pada tanaman dengan menghisap cairan dan mengambil getah dari jaringan floem dengan menggunakan mulutnya. Kutu daun *A. gossypii* yang memakan langsung pada bagian tanaman menyebabkan perubahan bentuk pada tanaman dan penurunan vigor tanaman yang dapat mengurangi hasil. Kerusakan secara tidak langsung mencakup penyebaran embun madu dan penularan virus pada tanaman inang (Takaloozadeh, 2010).

Terdapatnya serangan kutu daun *A. gossypii* menyebabkan perlunya usaha pengendalian untuk mengendalikan hama dan meminimalisir serangan hama kutu daun *A. gossypii*. Dalam usaha pengendalian tersebut, terdapat berbagai macam bentuk pengendalian yang dapat diterapkan. Pengendalian

tersebut diantaranya adalah dengan menggunakan varietas tahan, pengendalian dengan menggunakan musuh alami, penggunaan pestisida, ataupun pengendalian dengan menggunakan insektisida nabati. Akan tetapi, pengendalian yang dilakukan dengan cara mengaplikasikan pestisida akan membahayakan bagi kesehatan manusia karena menggunakan bahan-bahan kimia dalam pengaplikasiannya.

Pengendalian hama dengan bahan kimia mempunyai kelebihan antara lain mempunyai daya bunuh yang tinggi, penggunaannya mudah, dan hasilnya cepat diketahui. Dalam pengembangan suatu pestisida, diperlukan biaya lebih kurang 10.000.000 USD, oleh karena itu penghapusan suatu pestisida dari pasaran terasa berat oleh para pengusaha. Sebaliknya penggunaan pestisida yang kurang tepat akan sangat berbahaya antara lain akan merugikan masyarakat, karena sering terjadi keracunan, pencemaran lingkungan, menimbulkan resistensi dan resurgensi, serta merusak makhluk hidup yang berguna seperti parasit, patogen, predator, dan serangga penyerbuk (Triharso, 1994).

Kesadaran akan dampak negatif dari penggunaan pestisida kimia dalam mengendalikan hama memicu untuk menggunakan pestisida yang berbahan alami untuk mengendalikan hama. Penggunaan pestisida di dunia sudah mengarah ke pestisida alami sehingga pemanfaatan tumbuhan sebagai pestisida nabati pun mulai dilirik. Banyak petani yang beralih ke kearifan lokal dengan memanfaatkan tumbuhan sebagai pestisida atau dikenal dengan pestisida nabati (Kardinan, 2011).

Pestisida nabati merupakan pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan. Kelebihan dari penggunaan pestisida nabati antara lain mempunyai cara kerja yang unik yaitu tidak meracuni (non toksik), mudah terurai di alam, penggunaannya dalam dosis yang rendah, mudah diperoleh di alam, dan cara pembuatannya relatif mudah (Asmaliyah dkk., 2010).

Upaya pengendalian kutu daun *A. gossypii* sebaiknya dengan menerapkan pengendalian yang ramah lingkungan, salah satunya adalah dengan menggunakan pestisida nabati. Pestisida nabati yang dapat digunakan adalah tumbuhan paitan (*Tithonia diversifolia* A. Gray) dengan memanfaatkan daun dan bunganya. Kandungan kimia yang terkandung dalam tumbuhan tersebut adalah saponin, polifenol, dan flavonoida (Asmaliyah dkk., 2010). Pemilihan bahan yang berasal dari daun dan bunga paitan ini adalah karena

tumbuhan paitan cukup tersedia jumlahnya dan mudah dijumpai (Petrus dan Parawansa, 2014). Hasil uji bioaktivitas ekstrak air dan ekstrak etanol daun dan bunga paitan terhadap larva *Spodoptera exigua* menunjukkan bahwa ekstrak kedua bagian tumbuhan ini memiliki aktivitas insektisida yang kuat terhadap larva *S. exigua* (Trizelia dkk., 2008).

Penelitian tentang pestisida nabati dari ekstrak tumbuhan paitan untuk mengendalikan hama *A. gossypii* sebenarnya sudah ada, akan tetapi bagian tumbuhan yang digunakan hanya daun paitan. Penelitian tentang penggunaan ekstrak bunga paitan untuk mengendalikan hama *A. gossypii* belum ada yang melaksanakan, sehingga adanya penelitian tentang uji daya racun ekstrak daun dan bunga paitan (*T. diversifolia*) terhadap *A. gossypii* pada tanaman cabai merah ini perlu dilaksanakan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui daya racun (LC_{50}) ekstrak daun dan bunga paitan (*T. diversifolia*) terhadap *A. gossypii*.
2. Mengetahui lama waktu yang dibutuhkan (LT_{50}) ekstrak daun dan bunga paitan (*T. diversifolia*) untuk mematikan 50% *A. gossypii*.
3. Mengetahui pengaruh daya racun ekstrak daun dan bunga paitan (*T. diversifolia*) terhadap jumlah keturunan *A. gossypii*.

1.3 Hipotesa Penelitian

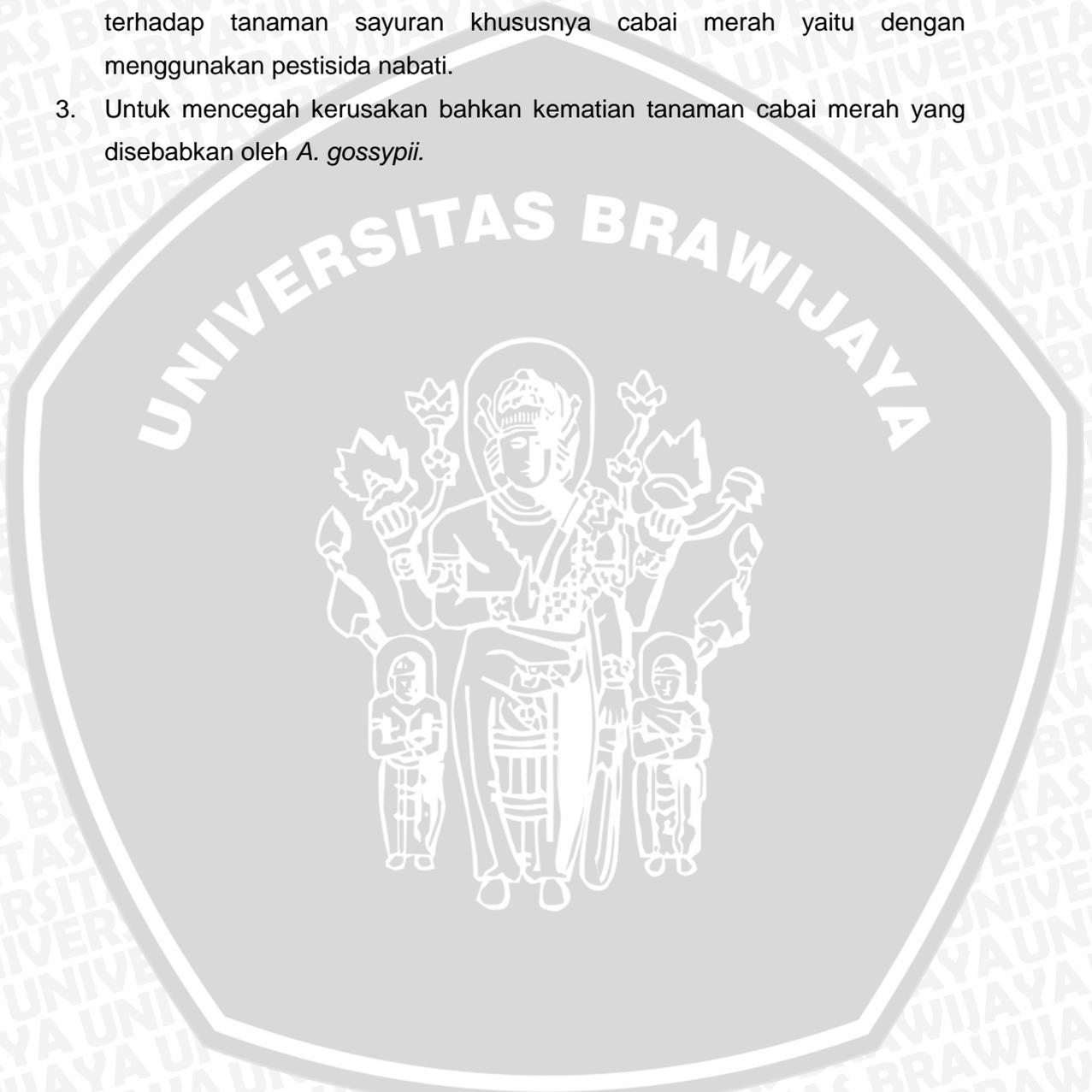
Hipotesis dalam penelitian ini yaitu :

1. Ekstrak daun dan bunga paitan (*T. diversifolia*) diduga mempunyai daya racun yang dapat menyebabkan mortalitas *A. gossypii* sebesar 50%.
2. Ekstrak daun dan bunga paitan (*T. diversifolia*) diduga dapat menyebabkan mortalitas *A. gossypii* sebesar 50% pada waktu tertentu.
3. Ekstrak daun dan bunga paitan (*T. diversifolia*) diduga dapat mempengaruhi jumlah keturunan *A. gossypii*

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu

1. Memberikan informasi tentang daya racun ekstrak daun dan bunga paitan (*T. diversifolia*) terhadap *A. gossypii*.
2. Memberikan informasi tentang pengendalian yang ramah lingkungan terhadap tanaman sayuran khususnya cabai merah yaitu dengan menggunakan pestisida nabati.
3. Untuk mencegah kerusakan bahkan kematian tanaman cabai merah yang disebabkan oleh *A. gossypii*.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kutu Daun (*Aphis gossypii*)

2.1.1 Klasifikasi dan Penyebaran *Aphis gossypii*

Kutu Daun *A. gossypii* diklasifikasikan dalam Kingdom: Animalia, Phylum: Arthropoda, Kelas: Insecta, Ordo: Hemiptera, Famili: Aphididae, Genus: *Aphis*, Spesies: *Aphis gossypii* (Triplehorn dan Johnson, 2005).

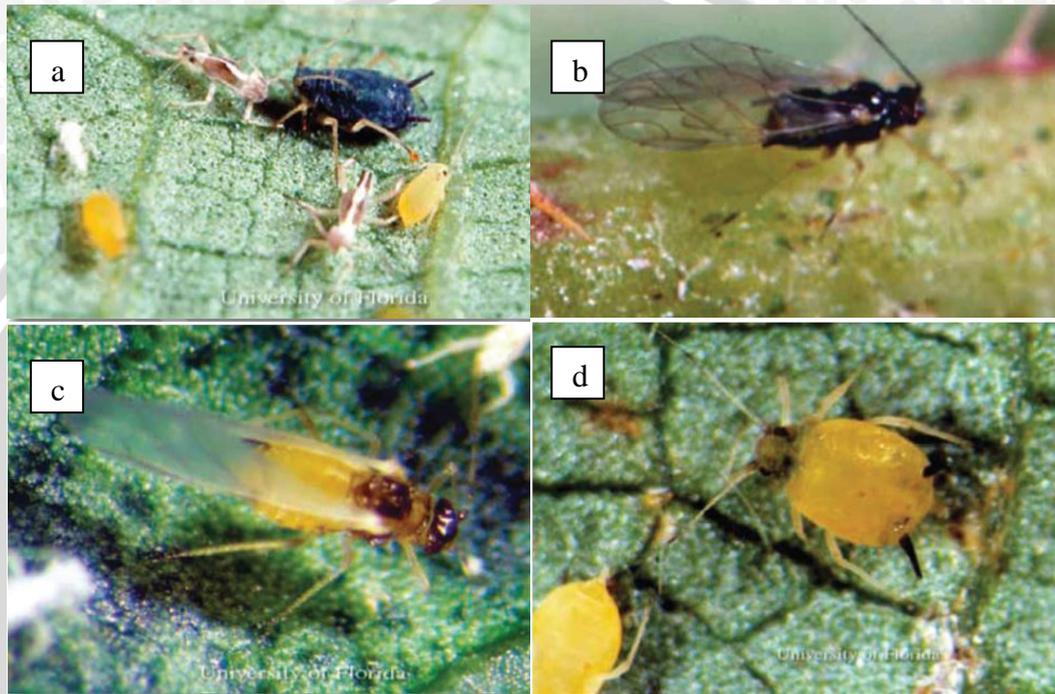
Kutu Daun *A. gossypii* tersebar di seluruh dunia dan merupakan spesies yang bersifat polifag. Penyebaran *A. gossypii* meliputi wilayah tropis, subtropis, dan wilayah yang beriklim sedang (Takaloozadeh, 2010). Di Amerika, *A. gossypii* merupakan hama yang terdapat di wilayah tenggara dan barat daya, akan tetapi *A. gossypii* kadang-kadang juga menyebabkan kerusakan di berbagai wilayah (Capinera, 2015). Penyebaran hama ini sangat luas, meliputi daerah beriklim tropis dan sedang kecuali Kanada bagian utara dan Asia bagian utara (BPTP, 2014).

2.1.2 Siklus Hidup *Aphis gossypii*

Siklus hidup *A. gossypii* berbeda antara wilayah Amerika bagian utara dan selatan. Di wilayah bagian utara, nimfa betina menetas dari telur pada saat musim semi. Nimfa tersebut kemudian mencari makan, berkembang menjadi dewasa, dan bereproduksi secara partenogenesis (secara vivipar) selama musim panas, atau nimfa tersebut menjadi nimfa betina bersayap dan membentuk koloni baru (Capinera, 2015).

Tidak seperti serangga lainnya, kebanyakan *A. gossypii* tidak bertelur. Kutu daun *A. gossypii* bereproduksi tanpa pembuahan yang disebut partenogenesis yaitu embrio berkembang tanpa harus kawin dengan serangga jantan dan bersifat viviporous yaitu lebih banyak melahirkan nimfa langsung dibandingkan bertelur. Warna tubuh dewasa sangat bervariasi mulai dari hijau terang sampai coklat kehijauan. Kutu daun *A. gossypii* dewasa ada yang bersayap dan ada yang tidak bersayap (Gambar 1). Kutu daun *A. gossypii* bersayap akan terbentuk lebih banyak yang dipengaruhi oleh tingkat kepadatan populasi yang tinggi, rendahnya kualitas makanan dan lain-lain. Kutu daun *A. gossypii* yang tidak bersayap lebih umum terjadi. Serangga ini mempunyai sepasang *cornicles* yang berwarna hitam yang terletak pada bahagian dorsal dari abdomen. Kutu daun *A. gossypii* kebanyakan ditemukan secara berkelompok. Seekor betina akan menghasilkan 20 nimfa setiap hari dan akan menjadi dewasa

setelah satu minggu (Srinivasan, 2009). Betina dewasa meletakkan telur pada bagian tanaman yang tersembunyi. Seekor betina dapat meletakkan 5 telur setiap hari selama 16–18 hari. Tidak perlu jantan untuk berkembangbiak. Kutu daun *A. gossypii* dewasa ada yang mempunyai sayap, ada yang tidak. Kutu daun *A. gossypii* yang bersayap dapat terbang ke tanaman lain untuk meletakkan telur (Proyek Pengendalian Hama Terpadu Perkebunan Rakyat, 2000).



Gambar 1. *A. gossypii* (Capinera, 2015)

Waktu reproduksi imago *A. gossypii* adalah 15 hari. Fase nimfa *A. gossypii* terdiri dari 4 instar dan masing-masing instar mempunyai periode 1–3 hari, dengan total periode nimfa adalah sekitar 4–12 hari. Populasi kutu daun dapat menjadi padat karena *A. gossypii* sangat menyukai daun-daun yang masih muda dan kaya nitrogen (Riyanto, 2010).

2.1.3 Tanaman Inang

Kutu Daun *A. gossypii* mempunyai kisaran inang yang sangat luas. Terdapat 60 tanaman yang telah diketahui sebagai tanaman inang di Florida, dan kemungkinan terdapat 700 tanaman inang di dunia (Capinera, 2015). Kutu Daun *A. gossypii* merupakan hama utama pada tanaman budidaya meliputi *Cucurbitaceae*, *Rutaceae*, dan *Malvaceae* (Schirmer dkk., 2008). Pada sayuran cucurbit, *A. gossypii* dapat menjadi hama utama pada tanaman semangka, timun, dan belawah, sedangkan *A. gossypii* bukan sebagai hama utama pada gambas dan labu (Capinera, 2015). Kutu Daun *A. gossypii* merupakan hama

penting pada tanaman timun dan cabai di dunia (Tazerouni dkk., 2016). Tanaman sayuran lain yang secara serius diserang oleh *A. gossypii* adalah asparagus, cabai, terung, dan okra. Beberapa tanaman lainnya yang mengalami luka secara permanen akibat serangan *A. gossypii* adalah jeruk, kapas, dan waru. Di Amerika bagian selatan, kapas merupakan tanaman inang yang penting bagi *A. gossypii* (Capinera, 2015).

Populasi *A. gossypii* pada kapas dan cucurbit pada khususnya dapat meluas dan dapat menyebabkan kerusakan. Lebih dari 50 virus tanaman ditularkan oleh *A. gossypii*, termasuk virus yang bersifat *non-persistent* pada buncis dan kacang polong, tanaman famili Criciferae, seledri, kacang tunggak, cucurbit, *Dahlia*, selada, bawang, pepaya, cabai, kedelai, strawberi, kentang manis, tembakau, dan tulip, sedangkan virus yang *persistent* yakni *Cotton anthocyanosis virus*, *Lily symptomless virus*, PEMV, dan *lily rosette disease* (Emden dan Harrington, 2007).

2.1.4 Gejala Serangan

Nimfa maupun *A. gossypii* dewasa mempunyai tipe mulut menusuk dan mengisap. Serangga ini mengisap cairan tanaman dan ditemukan dalam jumlah yang banyak pada bagian pucuk yang masih lunak atau di bawah permukaan daun (Srinivasan, 2009). Gejala kerusakan pada tanaman menyebabkan daun mengkerut, mengeriting dan melingkar, menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat dan tanaman menjadi kerdil (BPTP, 2014). Kerusakan ringan akan menyebabkan daun menguning. Kerusakan berat oleh *A. gossypii* akan menyebabkan daun muda mengeriting dan menjadi cacat (Srinivasan, 2009). Tanaman tumbuh kerdil, warna daunnya kekuning-kuningan, daun terpuntir dan menggulung, kemudian layu, dan akhirnya tanaman tidak hanya terhambat pertumbuhannya melainkan bisa juga mati (Setiadi, 2009). Sama seperti kutu kebul, *A. gossypii* juga menghasilkan embun madu dan merupakan tempat yang baik untuk berkembangnya embun jelaga (Srinivasan, 2009). Kutu daun mengeluarkan cairan manis seperti madu, yang biasanya disebut dengan embun madu. Embun madu menarik datangnya semut dan cendawan jelaga (BPTP, 2014).

2.2 Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*)

Tanaman cabai merah dapat diklasifikasikan kedalam Filum: Spermatophyta, Sub Filum: Angiospermae, Kelas: Monocotyledonae, Ordo:

Solanales,

Famili: Solanaceae, Genus: *Capsicum*, Spesies: *Capsicum annum*
(Setiawati dkk., 2008).



Gambar 2. Tanaman Cabai Merah (Sumarni dan Muharam, 2005)

Cabai merah dapat dibudidayakan di dataran rendah maupun dataran tinggi, pada lahan sawah atau tegalan dengan ketinggian 0 – 1000 meter di atas permukaan laut. Tanah yang baik untuk pertanaman cabai adalah yang berstruktur remah atau gembur, subur, banyak mengandung bahan organik, pH tanah antara 6 -7. Kandungan air tanah juga perlu diperhatikan. Tanaman cabai yang dibudidayakan di sawah sebaiknya ditanam pada akhir musim hujan, sedangkan di tegalan ditanam pada musim hujan (BB Pengkajian, 2008).

2.3 Pestisida

Pengertian pestisida luas sekali karena meliputi produk-produk yang digunakan di bidang pertanian, kehutanan, perkebunan, peternakan/kesehatan hewan, perikanan, dan kesehatan masyarakat. Pestisida (Inggris: *pesticide*) secara harfiah berarti pembunuh hama (*pest*: hama; *cide*: membunuh). Pestisida menurut Peraturan Pemerintah No. 7 tahun 1973 adalah semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang digunakan untuk : a) mengendalikan atau mencegah hama atau penyakit yang merusak tanaman, bagian tanaman, atau hasil-hasil pertanian, b) mengendalikan rerumputan, c) mengatur atau merangsang pertumbuhan yang tidak diinginkan, d) mengendalikan atau mencegah hama-hama luar pada hewan peliharaan atau ternak, e) mengendalikan hama-hama air, f) mengendalikan atau mencegah binatang-binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia dan binatang yang perlu dilindungi, dengan penggunaan pada tanaman, tanah, dan air (Peraturan Pemerintah, 1973).

2.3.1 Cara Kerja Insektisida (*Mode of Action*)

Cara kerja insektisida dibagi kedalam enam kelompok yaitu racun fisik, racun protoplasma, racun syaraf, penghambat metabolis, racun otot, dan agensia alkilasi (Ware, 1972).

2.3.1.1 Racun Fisik

Racun fisik merupakan bahan-bahan yang bertujuan untuk menghambat proses metabolisme secara mekanis, seperti minyak yang digunakan untuk mengendalikan larva nyamuk dengan cara menghambat atau menyumbat insang. Beberapa peracun fisik lainnya adalah *abrasive dust* (seperti asam borat), *ditomaceous earth*, silika gel, dan aerosilika gel. Bahan-bahan tersebut membunuh serangga dengan cara menyerap lilin dari kutikula serangga, dan selanjutnya dapat menyebabkan kehilangan air dari tubuh serangga. Serangga kemudian akan mengalami desikasi dan mati karena dehidrasi (Ware, 1972).

2.3.1.2 Racun Protoplasma

Racun protoplasma menyerang semua sistem enzim pada serangga. Senyawa yang merupakan golongan racun protoplasma adalah merkuri dan garam-garamnya, semua asam-asam kuat, dan beberapa logam berat termasuk kadmium dan timbal. Jumlah fenomenal dibutuhkan untuk membunuh dengan cara ini dibandingkan dengan insektisida pada umumnya (Ware, 1972).

2.3.1.3 Racun Syaraf

a) Narkotika

Beberapa fumigan terutama fumigan halogen (yang mengandung khlorin, bromine, atau fluorine) merupakan kelompok narkotik, yang cara kerjanya lebih bersifat fisik daripada kimiawi. Fumigan tersebut bersifat larut dalam lemak, memiliki simtomatologi umum, pengaruhnya bersifat *reversible*, dan aktivitasnya sedikit berubah akibat perubahan susunan molekulnya. Narkotika farmakologis dapat menimbulkan narkosis, tidur atau tidak sadar, yang cara kerjanya berpengaruh pada serangga. Narkotika ini akan tinggal diam atau mengumpul dalam jaringan yang mengandung lipida termasuk *nerve sheath* dan lipoprotein otak (Ware, 1972).

b) Racun Axonic

Axon adalah pemanjangan tubuh sel saraf (=neuron), terutama penting dalam transmisi impuls dari satu sel saraf ke sel saraf yang lain. Semua transmisi axonic mengandung daya listrik. Bahan kimia axonic merupakan bahan yang

dapat berpengaruh terhadap transmisi impuls didalam axon tersebut. Kelompok yang termasuk racun axonic yaitu semua insektisida organoklorin atau insektisida hidrokarbon berkhlor dan pyrethroid (Ware, 1972).

c) Racun *Synaptic*

Sinapse merupakan suatu celah yang menghubungkan sel syaraf satu dengan lainnya atau dengan sel-sel somatik (pada otot), beberapa kelenjar maupun sel reseptor sensori. Bagian inilah yang merupakan sasaran dari racun *synaptic*. Racun *synaptic* diantaranya adalah insektisida antikholinesterase yang menyerang enzim kholinesterase, sehingga merusak fungsi enzim tersebut untuk dapat menghidrolisa asetilkolin (ACh); Organofosfat yang mengganggu sistem enzim dalam penghantaran (konduksi) rangsang syaraf, yaitu kholinesterase; Karbamat yang mempunyai daya penetrasi yang baik pada kutikula serangga, sehingga apabila mengenai kulit serangga akan diabsorpsi ke dalam lapisan kutikula; Insektisida *Postsynaptic* yang menyerang reseptor asetilkolin; Insektisida Adrenergik yang menyerang sistem adrenergik, yaitu sinapse yang menggunakan transmitter norepinephrine atau adrenalin dalam penghantaran impuls syaraf (Ware, 1972).

2.3.1.4 Penghambat Metabolis

a. Penghambat Transport Elektron dalam Mitokondria

Rantai transport elektron merupakan seri-seri sitokrom di dalam mitokondria yang terlibat dalam menghasilkan energi yang berasal dari oksidasi molekul-molekul karbohidrat, lemak, dan protein. Pestisida-pestisida yang bekerja pada rantai transport elektron ini antara lain rotenon, fumigan yang bekerja melalui ion Cyanida (CN⁻), dinitrofenol, akarisida dan fungisida organotin, danfungisida-fungisida oxathiin (Ware, 1972).

b. Penghambat *Mixed-Function Oxidase*

Mixed-Function Oxidase merupakan enzim yang dihasilkan oleh mikrosom-mikrosom hati mamalia dan dalam beberapa jaringan serangga (misalnya pada badan lemak). Oksidasi didalam mikrosom berperan untuk dapat menyebabkan terjadinya detoksifikasi atau aktivasi suatu insektisida (Ware, 1972).

c. Penghambat enzim dalam siklus Glikolisis-Asam Sitrat

Kelompok insektisida ini bekerja dengan cara menghambat/mengganggu enzim-enzim yang bekerja atau memungkinkan berlangsungnya siklus Glikolisis-Asam Sitrat, contohnya senyawa-senyawa Fluorine dan Arsen (Ware, 1972).

2.3.1.5 Racun Otot

Racun otot merupakan racun yang bekerja secara langsung pada jaringan otot, contoh dari racun otot adalah Ryania dan Sabadilla. Ryania mengandung alkaloida, ryanodine, yang berasal dari tanaman *Ryania speciosa*. Daya racun ryanodine 20 kali lebih beracun terhadap mamalia daripada serangga. Ryanodine bekerja dengan cara mengacaukan membran dan pengaruhnya spesifik terhadap perangsangan membran otot. Serangga yang teracuni menunjukkan peningkatan konsumsi oksigen yang hebat (sepuluh kali lipat), diikuti dengan lumpuh lemah dan mati. Secara teoritis dikatakan dapat mengganggu relaksasi sistem otot. Sabadilla berasal dari tepung biji tanaman leli, *Schoenocaulon officinale*. Tanaman tersebut mengandung dua alkaloida yang bersifat sebagai insektisida, yaitu cevadine dan veratridine. Sabadilla menunjukkan cara kerja yang sama dengan ryanodine, dengan gejala lumpuh lemah dan mati (Ware, 1972).

2.3.1.6 Agenia Alkilasi

Agenia alkilasi merupakan suatu substansi yang aktif terhadap senyawa yang berhubungan dengan biologi. Pada dasarnya ada dua cara kerja dari agenia alkilasi, yaitu senyawa ini akan bereaksi secara langsung dengan kromosom-kromosom sel dengan cara menyerang satu atau lebih *reactive loci* pada molekul asam nukleat dan senyawa ini akan menon-aktifkan enzim-enzim esensial, sehingga tidak dapat menyelesaikan fungsinya secara normal dalam mensintesa asam-asam nukleat (Ware, 1972).

2.3.2 Daya Racun Pestisida

Toksistas atau daya racun adalah sifat bawaan pestisida yang menggambarkan potensi pestisida untuk menimbulkan kematian langsung atau bahaya lainnya pada hewan tingkat tinggi, termasuk manusia. Toksistas dibedakan menjadi toksistas akut, toksistas kronik, dan toksistas subkronik. Toksistas akut merupakan pengaruh merugikan yang timbul segera setelah pemaparan dengan dosis tunggal suatu bahan kimia atau pemberian dosis ganda dalam waktu kurang lebih 24 jam (Runia, 2008)..

Toksistas akut dinyatakan dalam angka LD₅₀, yaitu dosis yang bisa mematikan (*lethal dose*) 50% dari binatang uji (umumnya tikus, kecuali dinyatakan lain) yang dihitung dalam mg/kg berat badan. LD₅₀ merupakan indikator daya racun yang utama, di samping indikator lain. Dibedakan antara LD₅₀ oral (lewat mulut) dan LD₅₀ dermal (lewat kulit). LD₅₀ oral adalah potensi

kematian yang terjadi pada hewan uji jika senyawa kimia tersebut termakan, sedangkan LD₅₀ dermal adalah potensi kematian jika hewan uji kontak langsung lewat kulit dengan racun tersebut. Toksisitas kronik adalah pengaruh merugikan yang timbul akibat pemberian takaran harian berulang dari pestisida atau pemaparan pestisida yang berlangsung cukup lama (biasanya lebih dari 50% rentang hidup). Pada hewan percobaan, ini berarti periode pemaparan selama 2 tahun. Sementara toksisitas subkronik mirip dengan toksisitas kronik, tetapi untuk rentang waktu yang lebih pendek, sekitar 10% dari rentang hidupnya, atau untuk hewan percobaan adalah pemaparan selama 3 bulan. Parameter lain yang digunakan adalah LC₅₀ (*Lethal Concentration*) inhalasi, yaitu konsentrasi (mg/l udara) pestisida yang mematikan 50% dari binatang uji. LC₅₀ juga digunakan untuk menguji daya racun pestisida (mg/l air) terhadap hewan air (misal ikan) (Runia, 2008).

Dalam beberapa kasus dosis secara tepat yang diberikan pada serangga tidak dapat dideterminasi, tetapi konsentrasi insektisida pada media justru dapat ditentukan sehingga daya racun insektisida dapat dinyatakan dengan nilai LC₅₀ dan LT₅₀ (*Lethal Time*). LC₅₀ merupakan konsentrasi yang dibutuhkan untuk mematikan 50% dari serangga uji. LT₅₀ merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% dari serangga uji (Busvine, 1971).

2.4 Pestisida Nabati

Pestisida nabati merupakan bahan aktif tunggal atau majemuk yang berasal dari tumbuhan yang bisa digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu tumbuhan. Pestisida nabati ini bisa berfungsi sebagai penolak, penarik, antifertilitas (pemandul), pembunuh, dan bentuk lainnya. Secara umum, pestisida nabati diartikan sebagai suatu pestisida yang bahan dasarnya dari tumbuhan yang relatif mudah dibuat dengan kemampuan dan pengetahuan terbatas. Karena terbuat dari bahan alami atau nabati, maka jenis pestisida ini bersifat mudah terurai (bio-degradable) di alam, sehingga tak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia dan ternak peliharaan, karena residu (sisa-sisa zat) mudah hilang. Pestisida nabati memiliki beberapa fungsi, antara lain: a) Repelan, yaitu menolak kehadiran serangga. Misalnya: dengan bau yang menyengat; b) Antifidan, mencegah serangga memakan tanaman yang telah disemprot; c) Merusak perkembangan telur, larva, dan pupa; d) Menghambat reproduksi serangga betina; e) Racun syaraf; f) Mengacaukan sistem hormon di dalam tubuh serangga; g) Atraktan, pemikat kehadiran serangga yang dapat

dipakai pada perangkap serangga; h) Mengendalikan pertumbuhan jamur dan bakteri (Syakir, 2011).

2.5 Paitan (*Tithonia diversifolia*)

2.5.1 Klasifikasi Tumbuhan Paitan

Tumbuhan paitan diklasifikasikan dalam Filum: Spermatophyta, Sub Filum: Angiospermae, Kelas: Dicotyledonae, Ordo: Asterales, Famili: Asteraceae, Genus: *Tithonia*, Spesies: *Tithonia diversifolia* (Setiawati dkk., 2008).

Tumbuhan paitan mempunyai nama daerah yang bermacam-macam antara lain: *Kipait* (Sunda), *Kembang Bulan* (Jawa), *Mexican Sunflower* (Inggris) (Setiawati dkk., 2008). Nama lain tumbuhan paitan antara lain: *Tree marigold*, *tithonia*, *Mexican sunflower* (Inggris), *kembang mbulan*, *harsaga* (Indonesia), *kembang mbulan* (Javanese), *jalacate*, *guasmara* (Spanish), *thantawan-nu*, *daoruang-yipun*, *benchamatnam* (Thailand) (Orwa dkk., 2009).

2.5.2 Deskripsi Tumbuhan Paitan

Tumbuhan paitan merupakan tumbuhan perdu atau semak dengan tinggi 1,2 - 3 meter. Pada setiap cabangnya, terdapat daun sekitar 3 – 5 daun, dengan bagian dasar daun yang tipis, bagian atasnya halus, dan bagian tepi daun berbentuk *crenate*. Ukuran daun sekitar 5 – 17 x 5 – 12 cm, bagian bawah ditutupi dengan rambut halus yang padat, dan tulang daun berbentuk *palmate* (Kandungu dkk, 2013). Tumbuhan paitan tumbuh pada ketinggian 200 - 1500 meter di atas permukaan laut dan tumbuhan ini toleran terhadap pemangkasan yang berlebihan (Setiawati, 2008).



Gambar 3. Tumbuhan Paitan (Kandungu dkk., 2013)

Tumbuhan paitan mempunyai batang yang tegak, bulat, berkayu, dan berwarna hijau. Daunnya tunggal, berseling, mempunyai panjang 26-32 cm,

lebar 15-25 cm, bagian ujung dan pangkalnya runcing, pertulangan menyirip, serta berwarna hijau. Bunganya majemuk, berada di ujung ranting, tangkainya bulat, kelopak bunga berbentuk tabung, berbulu halus, berwarna hijau, mahkota lepas, bentuk pita, halus, berwarna kuning, benang sari bulat, berwarna kuning, putik melengkung dan berwarna kuning. Buah berbentuk kotak, bulat, apabila masih muda berwarna hijau, sedangkan apabila sudah tua akan berwarna coklat. Biji bulat, keras, dan berwarna coklat. Akar tumbuhan paitan berupa akar tunggang dan berwarna putih kotor (Taofik, 2010).

2.5.3 Penyebaran dan Habitat Tumbuhan Paitan

Tumbuhan *T. diversifolia* merupakan tumbuhan asli dari Meksiko dan Amerika Tengah, tumbuhan ini telah diintroduksi ke sebagian besar negara-negara tropis, dan telah beradaptasi di Indonesia dan negara lain di Asia Tenggara (Setiawati, 2008). Sekarang ini *T. diversifolia* didistribusikan setidaknya di 64 wilayah di Provinsi Yunnan (Sun dkk., 2001). *T. diversifolia* merupakan tumbuhan semak yang pada umumnya terdapat pada bagian tepi lahan, padang rumput, dan tanah yang terganggu di Afrika Timur. Pada awalnya tumbuhan paitan diperkenalkan ke Kenya dari Afrika Tengah sebagai tanaman ornamen, sekarang tumbuhan tersebut ditemukan di Provinsi bagian Barat dan Tengah, di wilayah yang berhubungan dengan pantai, dan bagian dari *Rift Valley*. Tumbuhan tersebut tumbuh di wilayah yang mempunyai rata-rata suhu tahunan 15 – 30° C serta rata-rata curah hujan tahunan 100 – 2000 mm (Kandungu dkk, 2013).

Tumbuhan *T. diversifolia* termasuk tumbuhan penutup tanah yang umumnya tumbuh liar di tempat-tempat curam, misalnya di tebing-tebing, tepi sungai, dan selokan. Sekarang tumbuhan tersebut banyak ditanam sebagai tanaman hias, karena warna bunganya yang kuning indah. Selain itu, tumbuhan paitan sering ditanam untuk pagar dan untuk mencegah kelongsoran tanah (Sulistijowati dan Gunawan, 1999).

2.5.4 Kegunaan Tumbuhan Paitan

Tumbuhan paitan mengandung bahan insektisida dan nematisida. *T. diversifolia* umum digunakan sebagai pupuk hijau, ditanam di lereng-lereng curam untuk mengendalikan erosi, selain itu ditanam di sepanjang jalan dan diperkebunan teh. Di Pulau Jawa, kayunya dikumpulkan untuk kayu bakar. Bunganya dapat digunakan sebagai obat luka atau luka lebam (Setiawati dkk., 2008). Tumbuhan paitan diketahui mengandung banyak bahan

yang bermanfaat bagi manusia sebagai antioksidan, antibakteri, pengendali hama, sebagai bagian dari obat, dan untuk banyak tujuan lain pada bidang industri (Chukwuka dan Ojo, 2014). Tumbuhan paitan dilaporkan dapat digunakan untuk mengendalikan ulat bulu dan aphid (Kareru dkk., 2013). Tumbuhan paitan juga dilaporkan efektif untuk dapat mengendalikan *Cochliobolus lunatus* dan *Fusarium solani* di lahan (Ilondu dkk., 2014). Kegunaan tumbuhan paitan antara lain sebagai makanan hewan ternak, bahan bakar, obat-obatan, biomassa, meningkatkan kualitas tanah, sebagai tanaman hias, sebagai tanaman pagar, dan dapat digunakan untuk meningkatkan hasil tanaman (Orwa dkk., 2009).

2.5.5 Kandungan Senyawa Tumbuhan Paitan

Kandungan senyawa pada bunga paitan yaitu α -pinene, β -caryophyllene, β -pinene, Germacrene D, dan 1,8-Cineole (Tabel 1). Senyawa-senyawa tersebut merupakan senyawa yang termasuk kedalam minyak esensial (Chukwuka dan Ojo, 2014). Minyak esensial merupakan ekstrak tanaman yang bersifat mudah menguap yang digunakan oleh manusia karena kandungan antiseptiknya atau aromanya (Wallace dkk., 2002). Minyak esensial dapat digunakan untuk menolak serangga, menghambat daya makan serangga, dan menghambat pertumbuhan serangga (Sendi dan Ebadollahi, 2013).

Tabel 1. Kandungan Senyawa pada Bunga Paitan

Nama Senyawa	Persentase (%)
α -pinene	34.42
β -caryophyllene	22.34
β -pinene	11.14
Germacrene D	11.13
1,8-Cineole	8.76

(Chukwuka dan Ojo, 2014)

Kandungan senyawa pada daun paitan yaitu alkaloid, tannin, flavonoid, saponin, terpenoid, dan fenol (tabel 2). Alkaloid dan terpenoid merupakan senyawa yang termasuk kedalam saponin. Saponin merupakan alkaloid dan triterpenoid (Negi dkk., 2013), sedangkan triterpenoid merupakan senyawa yang berasal dari golongan terpen (Bhargava dkk., 2013). Saponin dapat meningkatkan mortalitas, menghambat daya makan, mengurangi berat, menghambat perkembangan, dan mengurangi reproduksi pada serangga (Geyter dkk., 2007). Tannin dan flavonoid termasuk kedalam senyawa fenol

(Vihakas, 2014). Senyawa fenol merupakan senyawa yang tidak berwarna, mempunyai bau yang khas, larut dalam air dan pelarut organik (Wichalowicz dan Duda, 2007). Senyawa fenol dapat menyebabkan aphid untuk berpindah ke tanaman inang lain (Czerniewicz dkk., 2011).

Tabel 2. Kandungan Senyawa pada Daun Paitan

Nama Senyawa	Jumlah Kandungan (mg/100g)
Alkaloid	853.33
Tannin	382.22
Flavonoid	338.89
Saponin	327.76
Terpenoid	65.00
Fenol	48.46

(Olayinka dkk., 2015)

Hasil penelitian Taofik (2010), menunjukkan bahwa ekstrak air daun paitan memiliki tingkat toksisitas terhadap hama tungau Eriophyidae, yang ditunjukkan dengan nilai LC_{50} kurang dari 1000 ppm. Nilai LC_{50} masing-masing perlakuan adalah 3,9163 ppm, 3,1784 ppm dan 2,2922 ppm, sehingga yang memiliki bioaktivitas tertinggi terhadap hama tungau Eriophyidae adalah 2,2922 ppm, yaitu pada perlakuan selama 72 jam. Hasil penelitian Mokodompit dkk. (2013), menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun paitan berpengaruh terhadap penghambatan daya makan wereng batang cokelat. Penghambatan makan tertinggi terjadi pada konsentrasi 7% setelah 24 jam.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Toksikologi dan Rumah Kawat Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan bulan Mei 2016.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah botol semprot, labu ukur 100 ml, plastik mika, alat tulis (buku, pena, dan lain-lain), *seed tray*, polibek, kain kasa, kertas label, timbangan analitik, *orbital shaker*, *rotary vacuum evaporator*, gelas ukur, tabung Erlenmeyer 250 mL, *grinder*, corong, kertas saring kasar, kertas putih, pisau, jarum, gunting, kuas, solasi, kaca pembesar, dan kamera digital. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih cabai merah varietas impala, nimfa *A. gossypii* instar IV, metanol 70%, dan daun serta bunga paitan.

3.3 Penanaman Tanaman Cabai Merah

Benih cabai merah yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih cabai merah varietas impala yang diperoleh dengan membeli di pedagang benih. Benih cabai merah ditanam di *seed tray* sampai tanaman berusia 3 minggu. Media tanam yang digunakan adalah tanah dan kompos dengan perbandingan 1 : 1. Setelah bibit tanaman cabai merah berusia 3 minggu, kemudian bibit tanaman cabai merah dipindahtanam pada media polibek berukuran 18 x 25 cm yang telah diberi media tanam berupa tanah, arang sekam, dan kompos dengan perbandingan 1 : 0,5 : 1. Tanaman cabai merah dilakukan perawatan meliputi penyiraman dan penyiangan gulma yang tumbuh. Tanaman cabai merah yang digunakan adalah sebanyak 48 tanaman cabai merah.

3.4 Perbanyak Serangga Uji

Serangga uji diperoleh dari tanaman cabai merah yang terserang oleh *A. gossypii*. Serangga uji yang digunakan adalah kutu *A. gossypii* instar IV (berumur 6 hari) (Hendra dkk., 2015). Serangga uji tersebut kemudian diperbanyak secara langsung pada tanaman cabai merah yang digunakan sebagai tanaman perlakuan. Perbanyak dilakukan dengan cara meletakkan imago *A. gossypii* pada tunas tanaman cabai merah (Rohman, 2007). Tanaman cabai merah yang digunakan sebagai tanaman

perlakuan adalah tanaman cabai merah yang telah berusia 1,5 bulan, sedangkan jumlah imago pada tunas tiap tanaman perlakuan adalah sebanyak 10 imago. Pemindahan imago dilaksanakan dengan menggunakan kuas yang telah dibasahi untuk menghindari stilet terputus. Tanaman cabai merah yang telah diinfestasi imago *A. gossypii* kemudian ditutup dengan sungkup yang terbuat dari plastik mika dan bagian atas ditutup dengan kain kasa serta pada permukaan tanah dilapisi dengan kertas putih untuk mengetahui jumlah serangga uji yang mati. Imago *A. gossypii* selanjutnya dibiarkan untuk berkembang biak pada tanaman perlakuan sampai menghasilkan anakan berupa nimfa *A. gossypii*. Imago kemudian dipindahkan ke tanaman cabai merah yang tidak digunakan sebagai tanaman perlakuan, sedangkan nimfa *A. gossypii* dipelihara pada tanaman perlakuan sampai berumur 6 hari. Jumlah nimfa *A. gossypii* yang dibutuhkan untuk dilakukan perlakuan adalah sebanyak 20 nimfa *A. gossypii* instar IV pada tiap tanaman perlakuan.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan terdiri dari 6 konsentrasi dan 4 kali ulangan.

Tabel 3. Konsentrasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan

6 Konsentrasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan
tanpa ekstrak (kontrol)
Konsentrasi ekstrak 0,1 %
Konsentrasi ekstrak 0,3 %
Konsentrasi ekstrak 0,5 %
Konsentrasi ekstrak 0,7 %
Konsentrasi ekstrak 0,9 %

Konsentrasi diperoleh dengan cara pengenceran dari larutan induk yang berasal dari ekstrak daun dan bunga paitan setelah proses evaporasi. Pengenceran dihitung dengan menggunakan rumus pengenceran berdasarkan Nurohmaningrum (2016):

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

Keterangan: N_1 = Konsentrasi awal
 V_1 = Volume yang dihitung
 N_2 = Konsentrasi akhir pengenceran
 V_2 = Volume pengenceran akhir

Konsentrasi 0,1 % diperoleh dengan cara mengambil larutan sebanyak 0,01 ml dari larutan induk dan dimasukkan kedalam labu ukur 10 ml. Larutan sebanyak

0,01 ml tersebut kemudian ditambahkan dengan sedikit aquades, larutan dikocok hingga homogen dan ditambahkan aquades kembali sampai tanda batas 10 ml (Ekawati dan Tukiran, 2012). Konsentrasi 0,3; 0,5; 0,7; dan 0,9 % diperoleh dengan cara mengambil larutan sebanyak 0,03; 0,05; 0,07; dan 0,09 ml dari larutan induk, kemudian ditambahkan dengan sedikit aquades, larutan dikocok hingga homogen dan ditambahkan aquades kembali kedalam labu ukur 10 ml.

3.6 Proses Ekstraksi Daun dan Bunga Paitan

Proses ekstraksi merupakan proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut tertentu. Jenis-jenis metode ekstraksi antara lain maserasi, ultrasound-assisted solvent extraction, perkolasi, soxhlet, reflux, dan destilasi uap (Mukhriani, 2014). Proses ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah maserasi. Penelitian ini menggunakan metode maserasi karena maserasi merupakan teknik ekstraksi yang dilakukan untuk bahan yang tidak tahan panas dengan cara perendaman didalam pelarut tertentu selama waktu tertentu (Yenie dkk., 2013). Bahan yang tidak tahan panas contohnya adalah flavonoid. Senyawa flavonoid adalah golongan senyawa yang tidak tahan panas dan mudah teroksidasi pada suhu tinggi (Rompas dkk., 2008).

Bagian tumbuhan paitan yang diekstraksi adalah bagian daun dan bunganya. Daun dan bunga paitan dicuci sampai bersih kemudian dikeringanginkan sampai agak layu. Daun paitan yang sudah layu kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 40°C selama 2-3 hari, sedangkan bunga paitan dikeringkan selama 1 hari pada suhu yang sama. Daun dan bunga paitan yang sudah kering kemudian dihaluskan dengan menggunakan *grinder* selama 3 detik. Daun dan bunga paitan yang sudah halus kemudian dimaserasi dengan memasukkan bahan dan pelarut kedalam botol media 250 ml dengan perbandingan 1 : 15, yaitu 10 gram bahan dengan 150 ml metanol. Sampel kemudian diaduk dengan menggunakan *orbital shaker* selama 24 jam, kemudian diambil filtratnya dengan cara disaring dengan menggunakan kertas saring kasar dan corong gelas. Filtrat yang diperoleh dari hasil shaker dipisahkan dari pelarut metanol dengan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 65°C. Hasil evaporasi disimpan pada lemari pendingin dengan suhu 4°C (Utami, 2010).

3.7 Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan

Aplikasi dilakukan setelah jumlah nimfa *A. gossypii* mencukupi kebutuhan, apabila jumlah nimfa *A. gossypii* melebihi jumlah nimfa yang

dibutuhkan, maka nimfa tersebut ditusuk dengan menggunakan jarum sampai jumlahnya sesuai dengan yang dibutuhkan. Nimfa *A. gossypii* yang telah ditusuk dengan jarum kemudian dibuang dari tanaman perlakuan. Aplikasi ekstrak daun dan bunga paitan dilakukan dengan menggunakan cara penyemprotan. Pada mulanya dilaksanakan metode kalibrasi menggunakan botol semprot yang telah diisi dengan air kemudian disemprotkan ke tanaman cabai merah yang tidak digunakan sebagai tanaman perlakuan sampai mengenai seluruh tanaman cabai merah. Banyaknya semprotan ekstrak daun dan bunga paitan tersebut kemudian diaplikasikan ke gelas ukur untuk mengetahui volume semprot. Volume semprot yang diperoleh adalah 10 ml. Setelah diketahui volume semprot, ekstrak daun dan bunga paitan kemudian diaplikasikan ke tanaman cabai merah yang digunakan sebagai tanaman perlakuan dengan menggunakan botol semprot. Perlakuan insektisida nabati disemprotkan dengan menggunakan sprayer dan dilakukan pada pagi hari pada saat stomata terbuka (Rohman, 2007).

3.8 Variabel Pengamatan

Data kematian serangga uji atau mortalitas diperoleh dengan cara mengamati tanaman cabai merah yang berisi nimfa *A. gossypii* dan telah diberi perlakuan sesuai dengan masing-masing konsentrasi perlakuan. Pengamatan dilakukan mulai 3, 6, 12, 24, dan 48 jam setelah aplikasi. Pengamatan dilakukan dengan cara: 1) menghitung jumlah mortalitas kutu daun *A. gossypii* dan 2) perkembangan kutu daun *A. gossypii* dengan menghitung jumlah keturunan yang dihasilkan. Adapun kriteria kematian kutu daun *A. gossypii* adalah jika serangga coba disentuh dengan kuas, badan maupun kakinya sudah tidak bergerak lagi (Rohman, 2007). Selain itu apabila terdapat kutu daun yang mati, maka ditandai dengan adanya kutu daun yang jatuh pada permukaan kertas putih yang telah diletakkan pada permukaan tanah.

3.9 Analisa Data

Daya racun dianalisis dengan menggunakan Analisis of Variance (ANOVA), apabila hasil uji berbeda nyata maka dilakukan uji lanjutan dengan uji Duncan 5%. Besarnya daya racun (LC_{50}) dan LT_{50} dihitung dengan menggunakan analisis probit program Hsin Chi (1997).

Persentase kematian atau mortalitas kutu daun *A. gossypii* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$M = \frac{\sum \text{Aphis gossypii yang mati}}{\sum \text{total Aphis gossypii yang diamati}} \times 100\%$$

(Damayanti, dkk. 2013)

Apabila pada kontrol terdapat kematian, maka % kematian dapat dihitung dengan menggunakan rumus Abbott (% kematian terkoreksi), dengan syarat % kematian tidak lebih dari 20%. Rumus tersebut yaitu:

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

Keterangan:

P = Persentase kematian terkoreksi

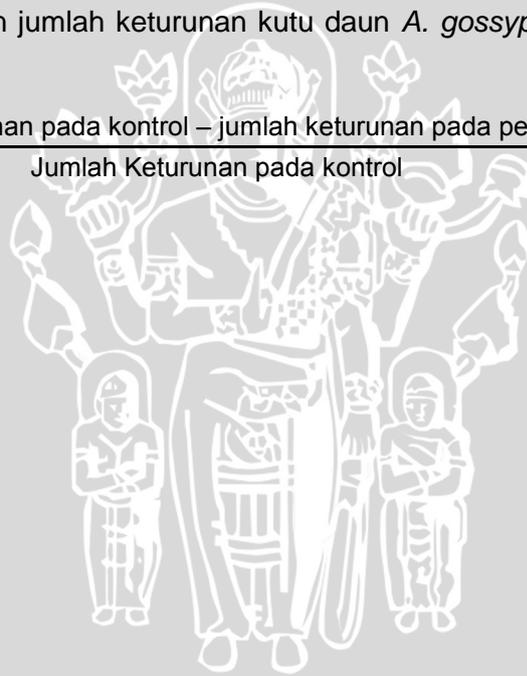
X = Persentase serangga yang hidup pada kontrol

Y = Persentase serangga yang hidup pada perlakuan

(Abbott, 1925)

Persentase penurunan jumlah keturunan kutu daun *A. gossypii* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{\text{Jumlah Keturunan pada kontrol} - \text{jumlah keturunan pada perlakuan}}{\text{Jumlah Keturunan pada kontrol}} \times 100\%$$



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Daya Racun (LC₅₀) Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*Tithonia diversifolia* A. Gray) terhadap *Aphis gossypii*

Daya racun ekstrak daun dan bunga paitan diketahui dari nilai LC₅₀ ekstrak daun dan bunga paitan. Berdasarkan data hasil analisis, diketahui bahwa mortalitas *A. gossypii* karena aplikasi ekstrak daun dan bunga paitan tidak terjadi secara langsung, akan tetapi terjadi secara berangsur-angsur atau mengalami peningkatan mulai pada saat 3 sampai 48 JSA (Tabel 4). Peningkatan mortalitas *A. gossypii* baik karena perlakuan konsentrasi ekstrak daun maupun bunga paitan diduga disebabkan oleh adanya kandungan senyawa pada ekstrak daun maupun bunga paitan yang berfungsi sebagai racun perut. Dono dkk. (2008) menyatakan bahwa racun perut dapat memperlambat proses dalam mematikan serangga uji. Racun perut tersebut menyebabkan serangga uji tidak langsung mati, akan tetapi menyebabkan serangga uji mati secara perlahan-lahan. Racun perut kebanyakan juga bersifat sebagai racun kontak. Racun perut harus termakan oleh serangga supaya racun dapat bekerja secara efektif (Phillips, 2007). Penyerapan racun oleh serangga hanya melalui dinding usus tengah (Modder, 1971). Racun yang telah masuk kedalam tubuh serangga menyebabkan alat pencernaan serangga terganggu dan lama kelamaan menimbulkan kematian (Agazali dkk., 2015).

Perlakuan konsentrasi yang menyebabkan mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi 0,9% baik pada ekstrak daun maupun bunga paitan pada 3 sampai 48 jam setelah aplikasi. Persentase mortalitas *A. gossypii* akibat aplikasi ekstrak daun paitan secara berturut-turut adalah sebesar 11,25; 22,5; 41,25; 67,5; dan 100%, sedangkan bunga paitan secara berturut-turut adalah sebesar 8,75; 22,5; 40; 66,25; dan 100% (Tabel 4). Aplikasi ekstrak daun dan bunga paitan pada 48 jam setelah aplikasi menunjukkan persentase mortalitas *A. gossypii* yang sama, yaitu sebesar 100% dan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata diantara keduanya. Hal tersebut diduga karena kedua ekstrak mengandung senyawa aktif yang hampir sama dan mempunyai potensi sebagai insektisida (Kaihena dkk., 2011).

Tabel 4. Rerata Mortalitas *A. gossypii* Akibat Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan

Ekstrak Pesticida Nabati	Mortalitas <i>A. gossypii</i> (%)				
	3 JSA	6 JSA	12 JSA	24 JSA	48 JSA
Konsentrasi 0,1%					
Daun Paitan	0 a	0 a	0 a	1,25 a	6,25 a
Bunga Paitan	0 a	0 a	0 a	3,75 a	12,5 a
Konsentrasi 0,3%					
Daun Paitan	0 a	2,5 ab	6,25 b	12,5 b	22,5 b
Bunga Paitan	0 a	2,5 ab	6,25 b	15 bc	27,5 b
Konsentrasi 0,5%					
Daun Paitan	0 a	6,25 bc	13,75 c	25 cd	42,5 c
Bunga Paitan	2,5 b	11,25 e	21,25 d	36,25 de	60 d
Konsentrasi 0,7%					
Daun Paitan	0 a	10 de	22,5 cd	41,25 e	70 d
Bunga Paitan	2,5 b	11,25 e	25 d	41,25 e	65 d
Konsentrasi 0,9%					
Daun Paitan	11,25 c	22,5 f	41,25 e	67,5 f	100 e
Bunga Paitan	8,75 c	22,5 f	40 e	66,25 f	100 e

Ket : - Data persentase mortalitas *A. gossypii* sebelum dianalisa, ditransformasi ke $\text{Arc Sin } \sqrt{x + 0,5}$

- Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan 5%

- JSA adalah jam setelah aplikasi

Berdasarkan data mortalitas *A. gossypii* akibat aplikasi ekstrak daun dan bunga paitan yang diperoleh, selanjutnya dapat dicari model hubungan antara konsentrasi dan mortalitas dengan menggunakan analisis probit. Negara (2003) menyatakan bahwa analisis probit digunakan untuk pendugaan nilai toksisitas suatu insektisida.

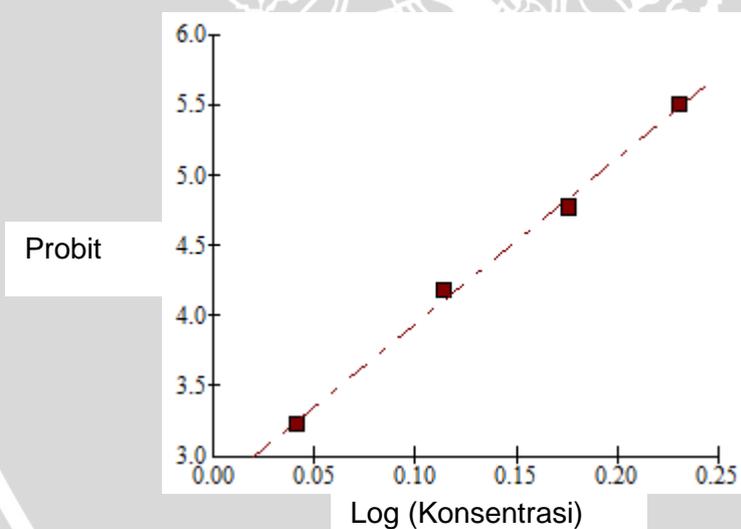
Nilai LC_{50} ekstrak daun paitan yang diperoleh sebagai konsentrasi yang menyebabkan kematian pada *A. gossypii* sebesar 50% adalah 0,55% atau setara dengan 5500 ppm, sedangkan ekstrak bunga paitan sebesar 0,48% atau setara dengan 4800 ppm. Nilai LC_{90} ekstrak daun paitan yang diperoleh sebagai konsentrasi yang menyebabkan kematian pada *A. gossypii* sebesar 90% adalah 0,99% atau setara dengan 9900 ppm, sedangkan ekstrak bunga paitan sebesar 1,08% atau setara dengan 10800 ppm. Nilai persamaan regresi ekstrak daun paitan menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi sebesar 0,2% akan menyebabkan kematian *A. gossypii* sebesar 11,630%, sedangkan pada ekstrak bunga paitan sebesar 8,716%. Tingkat kesalahan pada ekstrak daun paitan sebesar 1,513, sedangkan ekstrak bunga paitan adalah 1,145. Batas bawah LC_{50} ekstrak daun paitan adalah 0,499 dan batas atas adalah 0,609, sedangkan batas

bawah ekstrak bunga paitan adalah 1,307 dan batas atas adalah 0,911 (Hasil sebelum anti log). Batas bawah merupakan batas untuk mencapai nilai LC₅₀, sedangkan batas atas merupakan batas nilai LC₅₀ (Tabel 5). Hasil perhitungan analisis probit selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2 dan 3. Dari hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa ekstrak pestisida nabati yang lebih mempunyai kandungan daya racun yang lebih tinggi adalah ekstrak bunga paitan.

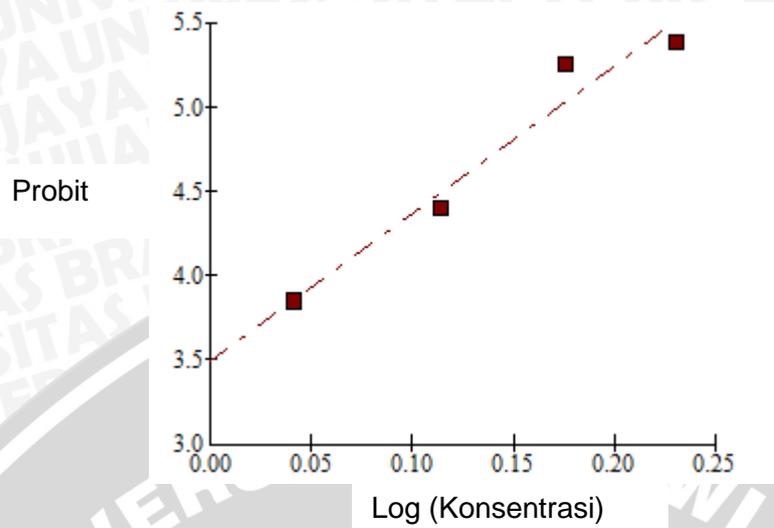
Tabel 5. Nilai LC₅₀ Ekstrak Daun dan Bunga Paitan

Ekstrak Pestisida Nabati	Persamaan Garis Regresi	SE	LC ₅₀ (%)	LC ₉₀ (%)	Batas LC ₅₀ Acuan	
					Bawah	Atas
Daun Paitan	$y = 11,630 x + 2,791$	1,513	0,55	0,99	1,499	1,609
Bunga Paitan	$y = 8,716 x + 3,504$	1,145	0,48	1,08	1,307	1,911

Ket : Hasil analisis probit LC₅₀ ekstrak daun dan bunga paitan setelah dianalisis probit dengan anti log



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Paitan terhadap Mortalitas *A. gossypii*



Gambar 5. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Bunga Paitan terhadap Mortalitas *A. gossypii*

Mortalitas *A. gossypii* karena aplikasi ekstrak bunga paitan disebabkan oleh tumbuhan paitan dapat digunakan sebagai insektisida. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Arneti dan Adlis (2006) bahwa tumbuhan paitan berfungsi sebagai insektisida. Insektisida nabati dapat membunuh, dapat mengganggu serangga hama dengan cara kerja antara lain merusak perkembangan telur, larva, dan pupa, menghambat pergantian kulit, mengganggu komunikasi serangga, penolak makan, menghambat reproduksi serangga betina, mengurangi nafsu makan, menghambat kemampuan makan serangga, dan mengusir serangga (Sudarmo dan Mulyaningsih, 2014).

Tumbuhan paitan termasuk bunganya dapat digunakan sebagai insektisida karena kandungan senyawa kimia yang terdapat didalamnya. Tumbuhan paitan mengandung banyak senyawa aktif biologis (Dai dkk., 2015). Arneti dan Adlis (2006) menyatakan bahwa kandungan senyawa kimia pada bunga paitan lebih tinggi daripada daun paitan. Hal tersebut disebabkan oleh kandungan senyawa metabolit sekunder banyak terkumpul pada bagian bunga. Senyawa metabolit sekunder yang telah diproduksi oleh tanaman akan disimpan pada tempat penyimpanan utama yaitu pada bunga dan biji (Taiz dan Zeiger, 2002).

Arneti dan Adlis (2006) menyatakan bahwa pemberian ekstrak bunga paitan dengan konsentrasi 2% atau setara dengan 20000 ppm efektif dalam

mengendalikan larva *Plutella xylostella* instar II. Perbedaan konsentrasi yang berbeda jauh antara konsentrasi yang dapat menyebabkan mortalitas *A. gossypii* dan *P. xylostella* tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan pada serangga uji yang digunakan. Kaihena dkk. (2011) menyatakan bahwa perbedaan serangga uji menyebabkan adanya perbedaan efektivitas konsentrasi pestisida nabati. Serangga uji yang berukuran lebih besar mempunyai sifat yang lebih tahan terhadap pestisida. Hasil penelitian Arneti dan Adlis (2006) menunjukkan bahwa pemberian perlakuan ekstrak bunga paitan menyebabkan mortalitas larva *P. xylostella* lebih tinggi daripada pemberian perlakuan ekstrak daun paitan. Hal tersebut disebabkan oleh rendahnya kandungan senyawa aktif yang terdapat didalam daun paitan dibandingkan dengan senyawa aktif yang terdapat didalam bunga paitan.

Hasil analisis fitokimia ekstrak daun dan bunga paitan, ekstrak daun paitan mengandung 106 jenis senyawa, sedangkan ekstrak bunga paitan mengandung 48 jenis senyawa. Berdasarkan hasil analisis fitokimia tersebut, diperoleh hasil bahwa ekstrak daun dan bunga paitan mempunyai kandungan senyawa yang tertinggi berupa asam heksadekanoat dan asam linoleat. Kandungan asam heksadekanoat dan asam linoleat tertinggi terdapat pada ekstrak bunga paitan. Kandungan asam heksadekanoat pada ekstrak bunga paitan adalah sebesar 12,08%, sedangkan ekstrak daun paitan adalah sebesar 12,06%. Kandungan asam linoleat pada ekstrak bunga paitan adalah sebesar 20,40%, sedangkan ekstrak daun paitan adalah sebesar 10,83% (Adlis dan Antoni, 2006). Asam heksadekanoat merupakan bagian dari asam lemak (Tomaz dkk., 2012), begitupun asam linoleat juga merupakan bagian dari asam lemak (Isa, 2011), sedangkan asam lemak merupakan bagian dari lemak atau lipid (Rustan dan Drevon, 2005). Asam lemak berfungsi sebagai insektisida kontak (Kuhne, 2008). Asam heksadekanoat merupakan senyawa yang bersifat toksik (Santi dkk., 2012), sedangkan asam linoleat dapat menyebabkan penghambatan daya makan serangga uji (Khani dkk., 2010).

Senyawa yang bersifat toksik masuk kedalam tubuh serangga melalui lubang alami tubuh yaitu kutikula. Senyawa yang telah masuk kedalam tubuh serangga akan menyebar terbawa oleh peredaran darah dan menyerang sistem syaraf serangga sehingga lama kelamaan akan menyebabkan kematian (Agazali dkk., 2015). Senyawa yang dapat menghambat daya makan serangga menyebabkan serangga berhenti makan kemudian menyebabkan kelaparan.

Senyawa tersebut juga dapat menyebabkan serangga berpindah dari tanaman perlakuan ke tanaman lain (Bakavathiappan dkk., 2012). Senyawa penghambat daya makan serangga menyebabkan tanaman yang dimakan serangga mempunyai rasa yang tidak disukai serangga sehingga serangga tidak akan memakan tanaman tersebut. Senyawa tersebut dapat menghambat daya makan serangga karena bersifat racun dan mempunyai rasa yang tidak enak. Senyawa tersebut juga mencegah serangga untuk meletakkan telur (Singh, 2007).

4.2 Lama Waktu yang Dibutuhkan (LT_{50}) Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*Tithonia diversifolia* A. Gray) untuk Mematikan 50% *Aphis gossypii*

Berdasarkan data mortalitas *A. gossypii* akibat aplikasi ekstrak daun dan bunga paitan yang diperoleh, selanjutnya dapat dicari model hubungan antara waktu dan mortalitas dengan menggunakan analisis probit. Rohman (2007) menyatakan bahwa analisis probit merupakan metode penghitungan untuk memperoleh nilai toksisitas (daya racun) suatu jenis insektisida terhadap serangga percobaan.

Model hubungan antara waktu dan mortalitas *A. gossypii* menunjukkan nilai LT_{50} yang berarti waktu yang diperlukan untuk dapat menyebabkan mortalitas serangga uji sebesar 50%. Model diperoleh dari hasil data mortalitas *A. gossypii* mulai 3 jam setelah aplikasi sampai dengan 48 jam setelah aplikasi dari beberapa konsentrasi jenis bahan nabati yang diuji dengan menggunakan analisis probit (Hsin Chi).

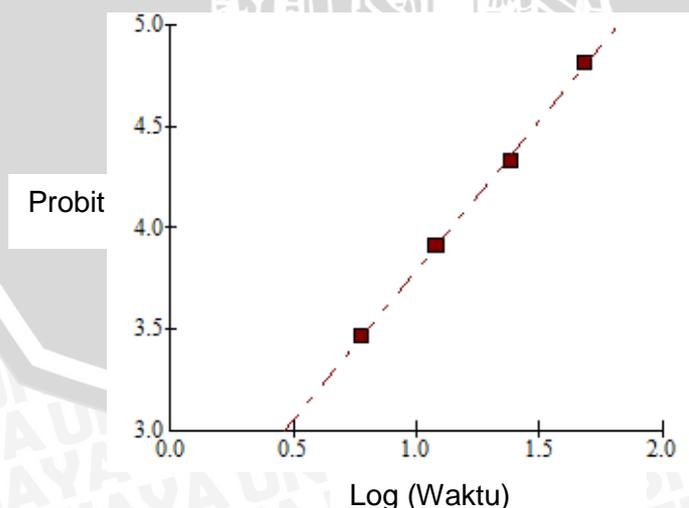
Nilai LT_{50} ekstrak daun paitan adalah 65,63 jam, sedangkan bunga paitan adalah 37,42 jam. Nilai LT_{90} ekstrak daun paitan yang diperoleh sebagai konsentrasi yang menyebabkan kematian pada *A. gossypii* sebesar 90% adalah 477,24 jam, sedangkan ekstrak bunga paitan sebesar 201,64 jam. Nilai persamaan regresi ekstrak daun paitan menunjukkan bahwa setiap kelipatan waktu akan menyebabkan kematian *A. gossypii* sebesar 1,487%, sedangkan pada ekstrak bunga paitan sebesar 1,752%. Tingkat kesalahan pada ekstrak daun paitan sebesar 0,262, sedangkan ekstrak bunga paitan adalah 0,269. Batas bawah LT_{50} ekstrak daun paitan adalah 57,716 dan batas atas adalah 76,495, sedangkan batas bawah ekstrak bunga paitan adalah 30,889 dan batas atas adalah 48,528. Batas bawah merupakan batas untuk mencapai nilai LT_{50} , sedangkan batas atas merupakan batas nilai LT_{50} (Tabel 6). Hasil perhitungan analisis probit selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4 dan 5.

Hasil diatas menunjukkan bahwa waktu yang tercepat untuk dapat mematikan 50% serangga uji terdapat pada ekstrak bunga paitan. Ekstrak daun paitan lebih lambat untuk menyebabkan mortalitas *A. gossypii* diduga disebabkan oleh ekstrak daun paitan yang mempunyai tingkat polaritas yang rendah (Rohman, 2007). Ekstrak daun paitan lebih lambat untuk menyebabkan mortalitas *A. gossypii* juga diduga disebabkan oleh rendahnya kandungan senyawa kimia yang ada pada ekstrak daun paitan. Arneti dan Adlis (2006) menyatakan bahwa ekstrak daun paitan yang tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi menyebabkan mortalitas yang lebih rendah terhadap serangga uji daripada ekstrak bunga paitan. Rendahnya mortalitas serangga uji tersebut disebabkan oleh rendahnya kandungan senyawa aktif yang terdapat di dalam daun paitan dibandingkan dengan senyawa aktif yang terdapat didalam bunga paitan.

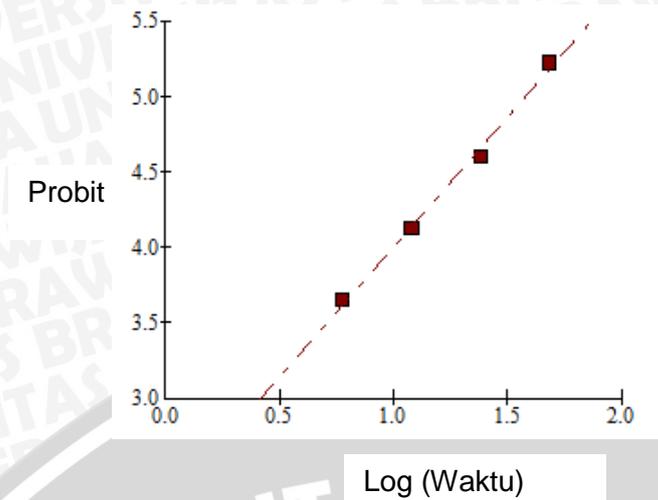
Tabel 6. Nilai LT₅₀ Ekstrak Daun dan Bunga Paitan

Ekstrak Pestisida Nabati	Persamaan Garis Regresi	SE	LT ₅₀ (Jam)	LT ₉₀ (Jam)	Batas Acuan LT ₅₀	
					Bawah	Atas
Daun Paitan	$y = 1,487 x + 2,297$	0,262	65,63	477,24	57,716	76,495
Bunga Paitan	$y = 1,752 x + 2,244$	0,269	37,42	201,64	30,889	48,528

Ket: Hasil analisis probit LT₅₀ ekstrak daun dan bunga paitan



Gambar 6. Pengaruh Lama Waktu Ekstrak Daun Paitan terhadap Mortalitas *A. gossypii*



Gambar 7. Pengaruh Lama Waktu Ekstrak Daun Paitan terhadap Mortalitas *A. gossypii*

4.3 Pengaruh Daya Racun Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*Tithonia diversifolia* A. Gray) terhadap Jumlah Keturunan *Aphis gossypii*

Daya racun ekstrak daun dan bunga paitan juga dilihat pengaruhnya terhadap penurunan jumlah keturunan yang dihasilkan *A. gossypii*. Perhitungan jumlah keturunan dilaksanakan pada saat melaksanakan pengamatan pada 3, 6, 12, 24, dan 48 jam setelah aplikasi ekstrak daun dan bunga paitan. Munculnya keturunan *A. gossypii* ditandai dengan adanya individu baru berupa nimfa *A. gossypii*. Nimfa *A. gossypii* mempunyai ukuran yang lebih kecil dan berwarna lebih cerah daripada imago *A. gossypii* (Gambar 8). Banyaknya nimfa *A. gossypii* kemudian dicatat dan hasilnya digunakan sebagai data untuk perhitungan persentase penurunan jumlah keturunan *A. gossypii*.



Gambar 8. Nimfa (kiri) dan imago *A. gossypii* (kanan)

Kandungan daya racun ekstrak daun dan bunga paitan dapat menyebabkan penurunan jumlah keturunan *A. gossypii* dengan persentase penurunan jumlah keturunan tertinggi terdapat pada ekstrak bunga paitan, akan tetapi menunjukkan hasil yang tidak berpengaruh nyata antara ekstrak daun dan bunga paitan. Persentase penurunan jumlah keturunan tertinggi terdapat pada konsentrasi 0,9% baik pada perlakuan ekstrak daun maupun bunga paitan dengan persentase penurunan jumlah keturunan setelah aplikasi ekstrak daun paitan adalah sebesar 76,01%, sedangkan setelah aplikasi ekstrak bunga paitan adalah sebesar 77,5% (tabel 7).

Tabel 7. Rerata persentase penurunan jumlah keturunan *A. gossypii* setelah aplikasi ekstrak daun dan bunga paitan

Konsentrasi (%)	Penurunan Jumlah Keturunan <i>A. gossypii</i> setelah aplikasi ekstrak daun paitan (%)	Penurunan Jumlah Keturunan <i>A. gossypii</i> setelah aplikasi ekstrak bunga paitan (%)
0,10%	17,77 a	23,42 ab
0,30%	29,46 ab	36,38 bc
0,50%	47,64 cd	51,25 de
0,70%	61,85 e	62,6 ef
0,90%	76,01	77,5 f

Ket : - Data penurunan jumlah keturunan *A. gossypii* setelah uji lanjut taraf Duncan 5%

- Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan 5%

Penurunan jumlah keturunan akibat aplikasi ekstrak bunga paitan diduga disebabkan oleh kematian serangga uji pada perlakuan berbagai konsentrasi ekstrak bunga paitan. Hasil penelitian Rohman (2007) menyatakan bahwa pada konsentrasi ekstrak paitan 25, 50, dan 100 g/l terjadi penurunan persentase keturunan yang dihasilkan oleh *Toxoptera citricidus*, hal ini disebabkan terjadinya kematian *T. citricidus*.

Penurunan jumlah keturunan yang dihasilkan *A. gossypii* diduga juga disebabkan oleh residu bahan aktif yang terdapat pada *A. gossypii*. Hal tersebut didukung dengan hasil penelitian Indriati (2015) yang menyatakan bahwa penurunan jumlah keturunan *Helopeltis Antonii* pada konsentrasi subletal ekstrak *Piper retrofractum* kemungkinan disebabkan karena residu bahan aktif dalam tubuh serangga uji. Residu tersebut dapat mempengaruhi metabolisme nutrisi yang diperlukan untuk mendukung perkembangan dan reproduksi serangga. Residu bahan aktif dalam tubuh *A. gossypii* berasal dari ekstrak bunga paitan yang diaplikasikan terhadap *A. gossypii* dan masih terdapatnya

kandungan bahan aktif pada daun cabai merah setelah proses aplikasi ekstrak bunga paitan. Sari (2014) menyatakan bahwa apabila dalam makanan yang dimakan oleh serangga terdapat kandungan senyawa kimia tertentu, maka akan dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan serangga. Kondisi makanan yang tidak cocok bagi pencernaan serangga akan menyebabkan perkembangan populasi serangga menjadi terhambat.

Proses penghambatan pertumbuhan dan perkembangan serangga mempunyai hubungan dengan alat pengatur pertumbuhan serangga (IGR) yang bekerja pada sistem endokrin atau hormon serangga. Kebanyakan IGR masuk ke dalam tubuh serangga dan meniru hormon juvenile yang diproduksi di otak serangga. Hormon juvenile kemudian memberikan informasi pada serangga untuk tetap pada fase belum matang atau dewasa. Ketika serangga cukup untuk mengalami pertumbuhan, produksi hormon juvenile berhenti untuk melakukan pergantian kulit menuju fase dewasa. Senyawa kimia IGR seperti hydroprene, methoprene, pyriproxypen, dan fenoxycarb akan meniru kerja hormon juvenile dan menahan serangga untuk tetap pada fase belum matang atau dewasa. Serangga kemudian tidak bisa melakukan pergantian kulit secara sempurna untuk berubah ke fase dewasa, kemudian serangga juga tidak dapat bereproduksi secara normal (Valles dan Koehler, 2014). Proses pergantian kulit pada serangga melibatkan tujuh hormon, yaitu hormon juvenile, hormon protorasikotropik (PTTH), ecdison, hormon pemicu eksidisi (ETH), hormon eklosi (EH), bursikon, dan crustacean cardioactive peptide (CCAP). Gangguan pada produksi satu jenis hormon dapat mengakibatkan penghambatan respirasi sel pada organ penghasil hormon dan akan berdampak terhadap fungsi sistem hormon secara keseluruhan. Hal tersebut akan menyebabkan serangga mengalami hambatan dalam pertumbuhannya (Chapman, 1998).

Bahan aktif yang diduga dapat mempengaruhi jumlah keturunan *A. gossypii* adalah minyak esensial yang merupakan senyawa yang terkandung di dalam ekstrak bunga paitan. Minyak esensial tersebut mempunyai aroma yang khas dan dapat menghambat daya makan serangga. Sonyaratri (2006) menyatakan bahwa aroma yang terdapat pada ekstrak menyebabkan penghambatan peletakan telur oleh serangga betina, sedangkan senyawa yang menyebabkan penghambatan daya makan serangga dapat menyebabkan serangga tidak mau bertelur atau memakan media pada masa infestasi.

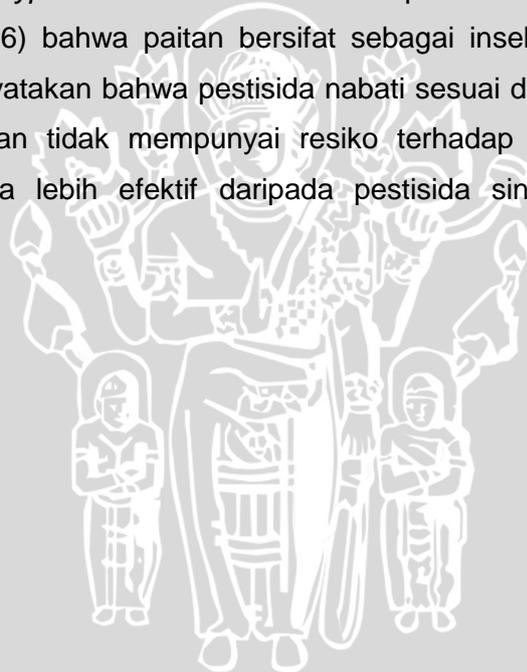
Persentase penurunan jumlah keturunan yang dihasilkan *A. gossypii* diduga juga disebabkan oleh bau yang terdapat pada ekstrak bunga paitan. Budiasih (2011) menyatakan bahwa bebauan yang menyengat yang berasal dari tanaman juga dapat dimanfaatkan sebagai pengusir nyamuk. Bau yang terdapat pada ekstrak bunga paitan berasal dari flavonoid. Tarigan dkk. (2012) menyatakan bahwa flavonoid merupakan senyawa yang mempunyai bau sangat tajam. Sulistijowati dan Gunawan (1998) menyatakan bahwa paitan mengandung senyawa terpenoid dan flavonoid. Senyawa terpenoid mengandung minyak esensial (Mastuti, 2016) dan ekstrak bunga paitan mengandung minyak esensial (Chukwuka dan Ojo, 2014). Minyak esensial dapat menghambat daya makan serangga (Sendi dan Ebadollahi, 2013). Aktivitas penghambat makan dapat berpengaruh dalam proses perkembangan serangga sehingga akan menurunkan pemanfaatan nutrisi untuk aktivitas pertumbuhan dan reproduksi serangga. Penurunan pemanfaatan nutrisi oleh serangga dapat mengganggu proses pembentukan telur, produksi telur, masa oviposisi, dan perkembangan serangga (Dono dkk., 2008).

Senyawa terpenoid terdiri dari monoterpenoid, diterpenoid, triterpenoid, tetraterpenoid, dan sesquiterpenoid (Wu dkk., 2004). Unsur utama dari terpenoid adalah monoterpenoid (Zhang dkk., 2012). Monoterpenoid dapat digunakan untuk mengendalikan hama gudang (Ali dan Mohammed, 2013). Senyawa flavonoid merupakan bagian dari senyawa fenol. Senyawa fenol diketahui sebagai pelindung terhadap berbagai macam spesies aphid (Wojcicka, 2010). Tanaman membutuhkan senyawa fenol antara lain untuk pigmentasi, pertumbuhan, reproduksi, tahan terhadap penyakit (Lattanzio dkk., 2006). Senyawa terpenoid dan senyawa fenol merupakan senyawa metabolit sekunder pada tanaman. Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa yang digunakan untuk pertahanan tanaman (Freeman dan Beattie, 2008).

Berdasarkan hasil penelitian Afrensi (2007), pemberian perlakuan minyak kemangi dengan konsentrasi 5, 10, 20, dan 40% dapat menolak *Chrysomya megacephala* pada ikan mas. Penolakan tersebut menyebabkan *C. megacephala* tidak hinggap pada ikan mas dan pada akhirnya *C. megacephala* tidak bisa menghasilkan telur yang dapat berubah menjadi larva. Penolakan *C. megacephala* pada ikan mas tersebut disebabkan adanya bau pada minyak kemangi.

Berdasarkan hasil penelitian Rusli dkk. (2010), ekstrak metanol bunga paitan mempengaruhi jumlah telur yang dihasilkan per betina *Spodoptera exigua* dan persentase jumlah telur yang menetas. Perlakuan yang diberi ekstrak metanol bunga paitan memberikan pengaruh nyata dengan kontrol. Persentase jumlah telur yang diletakkan per betina pada kontrol sebanyak 104,58 butir dengan persentase menetas sebesar 81,57%. Persentase jumlah telur yang diletakkan per betina pada perlakuan konsentrasi 0,2% sebanyak 58,50 butir dengan persentase menetas sebesar 56,20%. Telur tidak dihasilkan pada konsentrasi 0,4; 0,6; dan 0,8% karena mortalitas larva yang tinggi sehingga tidak ada imago betina yang terbentuk.

Penurunan jumlah keturunan *A. gossypii* karena aplikasi ekstrak bunga paitan menunjukkan bahwa bunga paitan efektif dalam mempengaruhi jumlah keturunan *A. gossypii*. Hal tersebut serupa dengan pernyataan Arneti dan Adlis (2006) bahwa paitan bersifat sebagai insektisida. Sable dan Randeep (2014) menyatakan bahwa pestisida nabati sesuai dengan lingkungan, ramah lingkungan, dan tidak mempunyai resiko terhadap manusia. Ekstrak tanaman kadang juga lebih efektif daripada pestisida sintetis (Remia dan Logaswamy, 2009).



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- Ekstrak bunga paitan mempunyai kandungan daya racun yang lebih tinggi daripada ekstrak daun paitan dengan konsentrasi yang dapat menyebabkan kematian 50% *A. gossypii* adalah konsentrasi sebesar 0,48% atau 4800 ppm, sedangkan ekstrak daun paitan adalah sebesar 0,55% atau 5500 ppm.
- Ekstrak bunga paitan menyebabkan kematian 50% *A. gossypii* tercepat daripada ekstrak daun paitan pada waktu 37,42 jam, sedangkan ekstrak daun paitan adalah 65,63 jam.
- Daya racun ekstrak daun dan bunga paitan dapat menyebabkan penurunan jumlah keturunan *A. gossypii*.

5.2 Saran

Sebaiknya waktu pengamatan dapat dipertimbangkan kembali mengingat adanya waktu pengamatan yang dilakukan pada malam hari yang menyebabkan kesulitan pada saat melaksanakan pengamatan jumlah keturunan *A. gossypii* serta konsentrasi ekstrak daun dan bunga paitan sebaiknya tidak melebihi konsentrasi 0,9% untuk diaplikasikan ke *A. gossypii* karena konsentrasi tersebut dapat menyebabkan mortalitas sebesar 100%. Penggunaan pestisida nabati berbahan dasar ekstrak daun dan bunga paitan diharapkan dapat menggantikan penggunaan pestisida kimiawi untuk mengendalikan *A. gossypii*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbot W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Jurnal Econ. Entomol.* 18.
- Adnyana I.G.S, K. Sumiartha, dan I.P. Sudiarta. 2012. Efikasi Pestisida Nabati Minyak Atsiri Tanaman Tropis terhadap Mortalitas Ulat Bulu Gempinis. *Jurnal Elektronik Agroekoteknologi Tropika* 1 (1): 1-11
- Afrensi D.O. 2007. Pengaruh Minyak Atsiri Kemangi (*Ocimum basilicum forma citratum* Back) terhadap Infestasi Larva Lalat Hijau (*Chrysomya megacephala*) pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor
- Agazali F., M. Hoesain, dan S. Prastowo. 2015. Efektivitas Insektisida Nabati Daun Tanjung dan Daun Pepaya terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Berkala Ilmiah Pertanian 1 (1): 1-5
- Ali W.K. dan H.H. Mohammed. 2013. Toxic Effect of Some Plant Extracts on the Mortality of Flour Beetle *Tribolium confusum* (Duval) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Entomol. Ornithol. Herpetol.* 2 (3): 1-3
- Arneti dan A. Santoni. 2006. Isolasi Senyawa Bioaktif Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*Tithonia diversifolia* A. Gray) (Asteraceae) dari Lokasi Tempat Tumbuh yang Berbeda dan Pengaruhnya terhadap Hama *Plutella xylostella* Linn. dan Parasitoid *Diadegma semiclausum* Hellen. Padang: Universitas Andalas
- Asmaliyah E.E.E., Wati, S. Utami, K. Mulyadi, Yudhistira, F.W. Sari. 2010. Pengenalan Tumbuhan Penghasil Pestisida Nabati dan Pemanfaatannya secara Tradisional. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Produktivitas Hutan
- Bakavathiappan G., S. Baskaran, M. Pavaraj, dan S. Jeyaparvathi. 2012. Effect of *Calotropis procera* Leaf Extract on *Spodoptera litura* (Fab.). *J. Biopest.* (5): 135-138
- Barus A.W. 2006. Pertumbuhan dan Produksi Cabai (*Capsicum annum* L.) dengan Penggunaan Mulsa dan Pemupukan PK. *Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian* 4 (1): 43-46
- BB Pengkajian. 2008. Teknologi Budidaya Cabai Merah. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
- Bhargava V.V., S.C. Patel, K.S. Desai. 2013. Importance of Terpenoids and Essential Oils in Chemotaxonomic Approach. *International Journal of Herbal Medicine* 1 (2): 14-21
- BPTP. 2014. Hama dan Penyakit pada Tanaman Cabai serta Pengendaliannya. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jambi
- Budiasih K.S. 2011. Pemanfaatan Beberapa Tanaman yang Berpotensi sebagai Bahan Anti Nyamuk. Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta
- Busvine J.R. 1971. A Critical Review of The Techniques For Testing Insecticides. Common Wealth Agricultural Bureaux. London

- Chapman R.F. 1998. The Insects Structure and Function. Cambridge University Press: United Kingdom
- Capinera J.L. 2015. Melon Aphid or Cotton Aphid, *Aphis gossypii* Glover (Insecta: Hemiptera: Aphididae). University of Florida
- Chi H. 1997. Computer Program for The Probit Analysis. National Chunga Hsing University, Taichung, Taiwan
- Chukwuka K. S dan O.M. Ojo. 2014. Extraction and Characterization of Essential Oils from *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. American Journal of Essential Oils and Natural Products 1 (4): 1-5
- Czerniewicz P., B. Leszczynski, G. Chrzanowski, C. Semproch, dan H. Sytykiewicz. 2011. Effects of Host Plant Phenolics on Spring Migration of Bird Cherry-Oat Aphid (*Rhopalosiphum padi* L.). Allelopathy Journal 27 (2): 309-316
- Dai D.N, T.D. Thang, A. Ogunmoye, O.I. Eresanya, dan I.A. Ogunwande. 2015. Chemical Constituents of Essential Oils from The Leaves of *Tithonia diversifolia*, *Houttuynia cordata* and *Asarum glabrum* Grown in Vietnam. American Journal of Essential Oils and Natural Products 2 (4): 17-21
- Damayanti R.R., T. Himawan, L.P. Astuti. 2013. Penghambatan Reproduksi *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) Menggunakan Fumigan Tablet Berbasis Minyak Mimba. Jurnal HPT 1 (3): 2338-4336
- Dono D., S. Hidayat, C. Nasahi, dan E. Anggraini. 2008. Pengaruh Ekstrak Biji *Barringtonia asiatica* L. (Kurz) (Lecythidaceae) terhadap Mortalitas Larva dan Fekunditas *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae). Jurnal Agrikultura 19 (1): 5-14
- Ekawati R. A. dan Tukiran. 2012. Pengembangan Formula Insektisida Nabati dari Bahan Aktif Ekstrak n-Heksana Kulit Batang Tumbuhan Pancal Kidang (*Aglaiia odoratissima* Blume). UNESA Journal of Chemistry 1 (2): Hal 75-80
- Emden H.F. dan R. Harrington. 2007. Aphids as Crop Pests. CABI Head Office. UK
- Freeman B.C. dan G.A. Beattie. 2008. An Overview of Plant Defenses Against Pathogens and Herbivores. Iowa State University
- Geyter E.D., E. Lambert, D. Geelen, dan G. Smaghe. 2007. Novel Advances with Plant Saponins as Natural Insecticides to Control Pest Insects. Pest Technology. Global Science Books
- Hendra W., D. Salbiah, dan A. Sutikno. 2015. Penggunaan Ekstrak Daun Paitan (*Tithonia diversifolia* Grey) untuk Mengendalikan Hama Kutu Daun (*Aphis gossypii* Glover) pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). Fakultas Pertanian. Universitas Riau. Hal. 1-5
- Ilundu E.M., I.M. Ojeifo, dan E.O. Egho. 2014. Field Evaluation of Leaf Extract of Some Asteraceae for the Management of Leafspot Disease of Sweet Potatoes in Abraka, Delta State, Nigeria. Academia Journal of Agricultural Research 2 (3): 80-86
- Indriati G., Dadang, dan D. Prijono. 2015. Aktivitas Insektisida Ekstrak Buah Cabai Jawa (*Piper retrofractum*) terhadap *Helopeltis antonii* (Hemiptera: Miridae). Jurnal Litri 21 (1): 33-40

- Isa I. 2011. Penetapan Asam Lemak Linoleat dan Linoleat pada Minyak Kedelai secara Kromatografi Gas. *Saintek* 6 (1): 1-6
- Jadhav D.R., N. Mallikarjuna, A. Rathore, dan D. Pokle. 2012. Effect of Some Flavonoids on Survival and Development of *Helicoverpa armigera* (Hubner) and *Spodoptera litura* (Fab) (Lepidoptera: Noctuidae). *Asian Journal of Agricultural Sciences* 4 (4): 298-307
- Kaihena M., V. Lalihatu, dan M. Nindatu. 2011. Efektivitas Ekstrak Metanol Daun Sirih (*Piper betle* L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk Anopheles sp dan Culex. *Moluca Medica* 4 (1): 88-105
- Kandungu J., P. Anjarwalla, L. Mwaura, D.A. Ofori, R. Jamnadass, P.C. Stevenson, dan P. Smith. 2013. Pesticidal Plant Leaflet *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray
- Kardinan A. 2011. Penggunaan Pestisida Nabati sebagai Kearifan Lokal dalam Pengendalian Hama Tanaman Menuju Sistem Pertanian Organik. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 4 (4): Hal 262-278
- Kareru P., Z.K. Rotich, dan E.W. Maina. 2013. Use of Botanicals and Safer Insecticides Designed in Controlling Insects: The African Case. *INTECH*
- Khani M., R.M. Awang, D. Omar, M. Rahmani, dan S. Rezazadeh. 2011. Tropical Medicinal Plant Extracts Against Rice Weevil, *Sitophilus oryzae* L. *Journal of Medicinal Plants Research* 5 (2): 259-265
- Kuhne S. 1998. Prospects and Limits of Botanical Insecticides in Organic Farming. *Agronomski Glasnik* 4: 377-382
- Lattanzio V., V.M.T. Lattanzio, dan A. Cardinalli. 2006. Role of Phenolics in the Resistance Mechanisms of Plants Against Fungal Patogens and Insects. *Universita degli Studi di Foggia. Italy*
- Mastuti R. 2016. Metabolit Sekunder dan Pertahanan Tumbuhan. Jurusan Biologi, FMIPA. Universitas Brawijaya
- Michalowicz J. dan W. Duda. 2007. Phenols-Sources and Toxicity. *Polish J. of Environ. Stud.* 16 (3): 347-362
- Miller A.L. 1996. Antioxidant Flavonoids: Structure, Function and Clinical Usage. *Alternative Medicine Review* 1 (2): 103-111
- Modder W.W.D. 1971. The Action of Insecticides. *Vidyodaya J. Arts, Sci., Lett.* 4 (1): 47-53
- Mokodompit T. A., R. Koneri, P. Siahaan, dan A.M. Tangapo. 2013. Uji Ekstrak Daun *Tithonia diversifolia* sebagai Penghambat Daya Makan *Nilaparvata lugens* Stal. pada *Oryza sativa* L. *Jurnal BIOS LOGOS* 3 (2): 50-56
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan* 7 (2): 361-367
- Negara A. 2003. Penggunaan Analisis Probit untuk Pendugaan Tingkat Kepekaan Populasi *Spodoptera exigua* terhadap Deltametrin di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Informatika Pertanian* 12: 1-9
- Negi J.S., P.S. Negi, G.J. Pant, M.S.M. Rawat, dan S.K. Negi. 2013. Naturally Occurring Saponins: Chemistry and Biology. *Journal of Poisonous and Medicinal Plant Research* 1 (1): 1-6

- Nurohmaningrum L. 2016. Efektifitas Formulasi Minyak Atsiri Tanaman Sereh Wangi sebagai Biolarvasida Larva *Spodoptera exigua* pada Tanaman Bawang Merah. Artikel Skripsi. Universitas Nusantara PGRI Kediri
- Nursal dan N. Pasaribu. 2003. Indeks Nutrisi Larva Instar V *Heliothis armigera* Hubner pada Makanan yang Menagndung Ekstrak Kulit Batang Bakau (*Rhizophora Mucronata* Lamk.) dan Temperatur yang Berbeda. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara
- Odeyemi. 2014. Antibacterial Activities of Crude Extracts of *Tithonia diversifolia* Against Common Environmental Pathogenic Bacteria. International Journal of Science and Technology 20 (4): 1421-1426
- Olayinka B.U, D.A. Raiyemo, dan E.O. Etejere. 2015. Phytochemical and Proximate Composition of *Tithonia Diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Valahia University Press 16 (1): 195-200
- Orwa C., A. Mutua, R. Kindt, R. Jamnadass, dan S. Anthony. 2009. Agroforestry Database: a Ttree Reference and Selection Guide Version 4.0
- Pasetriyani E.T. 2010. Pengendalian Hama Tanaman Sayuran dengan Cara Murah, Mudah, Efektif dan Ramah Lingkungan. Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah 2 (1): 34-42
- Peraturan Pemerintah. 1973. Pengawasan Atas Peredaran, Penyimpanan, dan Penggunaan Pestisida. Jakarta
- Petrus dan I.N.R Parawansa. 2014. Efektivitas Ekstrak Daun Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia*) terhadap Pengendalian Hama Ulat *Plutella xylostella* pada Tanaman Sawi. Jurnal Agrisistem 10 (2): 162-169
- Phillips C. 2007. Control of Insect Pests in Eucalypt Plantations. Government of South Australia
- Proyek Pengendalian Hama Terpadu Perkebunan Rakyat. 2000. Musuh Alami dan Hama pada Kapas. Direktorat Proteksi Tanaman Perkebunan, Departemen Kehutanan dan Perkebunan: Jakarta
- Remia K. M. dan S. Logaswamy. Larvicidal Efficacy of Leaf Extract of Two Botanical Against the Mosquito Vector *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Indian Journal of Natural Products and Resources 1 (2): 208-212
- Riyanto. 2010. Kelimpahan Serangga Predator Kutu Daun (*Aphis gossypii*) (Glover) (Hemiptera: Aphididae) sebagai Sumbangan Materi Kontekstual pada Mata Kuliah Entomologi di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UNSRI. Seminar Kenaikan Pangkat dari Lektor ke Lektor Kepala di FKIP Unsri
- Rizal S., D. Mutiara, dan I. Lestary. 2010. Uji Toksisitas Akut Serbuk Kering Daun Sirsak (*Annona muricata* Linn.) terhadap Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L.) ISSN 7 (2): 33-39
- 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*). Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang
- Rompas R.A., H.J. Edy, dan A. Yudistira. 2012. Isolasi dan Identifikasi Flavonoid dalam Daun Lamun (*Syringodim isoetifolium*). FMIPA UNSRAT. Manado

- Runia Y.A. 2008. Faktor-faktor yang berhubungan dengan Keracunan Pestisida Organofosfat, Karbamat, dan Kejadian Anemia pada Petani Hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang. Program Pascasarjana. Universitas Diponegoro Semarang
- Rusli R., Arneti, dan S.P. Sari. 2010. Pengujian Ekstrak Metanol Bunga Kipait (*Tithonia diversifolia* A. Gray) (Asteraceae) untuk Mengendalikan *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). Manggaro 11 (1): 25-32
- Rustan A.C. dan C.A. Drevon. 2005. Fatty Acids: Structures and Properties. Encyclopedia of Life Sciences
- Sable M. dan R.K. Kushwaha. 2014. Efficacy of Different Plant Leaf Extract Against Mustard Aphid *Lipaphis erysimi* (Kalt). Jr. Of Industrial Pollution Control 30 (2): 231-233
- Samsudin. 2011. Biosintesa dan Cara Kerja Azadirachtin sebagai Bahan Aktif Insektisida Nabati. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri. Sukabumi
- Santi S.R., I.W. Suirta, dan K.A.A. Pratama. Identifikasi Senyawa Toksik Ekstrak Kloroform Kulit Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) Jurnal Kimia 6 (2): 178-182
- Sari D.E. 2014. Disparitas Bioaktivasi Ekstrak Tanaman terhadap Kepik Hitam (*Paraecusmetus pallicornis* Dallas). Makassar: Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin
- Schirmer S, C. Sengonca, dan P. Blaeser. 2008. Influence of Abiotic Factors on Some Biological and Ecological Characteristics of the Aphid Parasitoid *Aphelinus asychis* (Hymenoptera: Aphelinidae) Parasitizing *Aphis gossypii* (Sternorrhyncha: Aphididae). Eur. J. Entomol. 105: 121-129
- Sendi J.J. dan A. Ebadollahi. 2013. Biological Activities of Essential Oils on Insects. RPMP 37: 129-150
- Setiadi. 2009. Budidaya Kentang + Pilihan Berbagai Varietas dan Pengadaan Benih. Penebar Swadaya: Depok
- Setiawati W, R. Murtiningsih, N. Gunaeni, T. Rubiati. 2008. Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati. Balai Penelitian Tanaman Sayuran: Bandung Barat
- Singh D.K. 2007. Toxicology of Insecticides. Department of Zoology. University of Delhi
- Sonyaratri D. 2006. Kajian Daya Insektisida Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) dan Ekstrak Daun Mindi (*Melia azedarach* L.) terhadap Perkembangan Serangga Hama Gudang *Sitophilus zeamais* Motsch. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor
- Srinivasan R. 2009. Serangga Hama dan Tungau pada Tanaman Terung. Balitsa: Bandung
- Sudarmo dan Mulyaningsih. 2014. Mudah Membuat Pestisida Nabati. PT. Agromedia Pustaka: Jakarta Selatan
- Sulistijowati A. dan D. Gunawan. 1999. Efek Ekstrak Daun Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia* A. Gray) terhadap *Candida albicans* serta Profil

Kromatografinya. Media Litbangkes Edisi Khusus "Obat Asli Indonesia" VIII (3&4): 32-37

- Sumarni N. dan A. Muharam. 2005. Budidaya Tanaman Cabai Merah. Balitsa: Bandung
- Sun W, G. Chen, dan S. Wang. 2001. Characteristics of *Tithonia diversifolia*: an Alien Invasive Plant in Yunnan, South-west China. 3rd Global Botanic Gardens Congress. Hal. 1-7
- Syakir M. 2011. Status Penelitian Pestisida Nabati Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. Semnas Pesnab IV. Jakarta, 15 Oktober 2011
- Taiz L. dan E. Zeiger. 2002. Plant Physiology. Sunderland. Sinauer Associates
- Takaloozadeh H.M. 2010. Effects of Host Plants and Various Temperatures on Population Growth Parameters of *Aphis Gossypii* Glover (Hom.: Aphididae). Middle-East Journal of Scientific Research 6 (1): 25-30
- Taofik M. 2010. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Aktif Ekstrak Air Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*) sebagai Bahan Insektisida Botani untuk Pengendalian Hama Tungau *Eriophyidae*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri (UIN) Malang
- Tarigan R., M.U. Tarigan, dan S. Oemry. 2012. Uji Efektivitas Larutan Kulit Jeruk Manis dan Larutan Daun Mimba untuk Mengendalikan *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Sawi di Lapangan. Jurnal Online Agroekoteknologi 1 (1): 172-182
- Tazerouni Z, A.A. Talebi, Y. Fathipour, dan M. Soufbaf. 2016. Bottom-up Effect of Two Host Plants on Life Table Parameters of *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae). J. Agr. Sci. Tech. 18: 179-190
- Tomaz A.C.A, G.E.C. Miranda, M.F.V Souza, dan E.V.L. Cunha. 2012. Analysis and Characterization of Methyl Esters of Fatty Acids of Some *Gracilaria* Species. Biochemical Systematics and Ecology 44: 303-306
- Triharso. 1994. Dasar-dasar Perlindungan Tanaman. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta
- Triplehorn C.A dan N.F Johnson. 2005. Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects Seventh Edition. Thomson Brooks/Cole. Belmont, California, USA
- Trizelia, H.I. Manti, F. Nurdin, dan Dachriyanus. 2008. Kompatibilitas Cendawan Entomopatogen dan Ekstrak Tumbuhan Paitan (*Tithonia diversifolia*) untuk Pengelolaan Hama *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) pada Tanaman Bawang Merah. Kerjasama Kemitraan Penelitian Pertanian Dengan Perguruan Tinggi (KKPPT). Hal. 54-56
- Utami S. 2010. Aktivitas Insektisida Bintaro (*Cerbera odollam* Gaertn) terhadap Hama *Eurema* spp. pada Skala Laboratorium. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman 7 (4): 211-220
- Utami W.S, Nuri, dan Y. Armiyanti. 2013. Effect *Tithonia diversifolia* ((Hemley) A. Gray) Ethanol Extract as Antimalarial on Mice Strain Balb / C Before and After Infected by *Plasmodium berghei*. Jurnal Medika Planta (1) 5 : 56-66

- Valles S.M. dan P.G. Koehler. 2014. Insecticides Used in the Urban Environment: Mode of Action. University of Florida
- Vihakas M. 2014. Flavonoids and Other Phenolic Compounds: Characterization and Interactions with Lepidopteran and Sawfly Larvae. University of Turku
- Wallace R.J., N.R. McEwan, F.M. McIntosh, B. Teferedegne, dan C.J. Newbold. 2002. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 15 (10): 1458-1468
- Ware G. 1972. Pesticides: Theory and Application. W.H. Freeman and Company: San Francisco
- Wojcicka A. 2010. Cereal Phenolic Compounds as Biopesticides of Cereal Aphids. J. of Environ. Stud. 19 (6): 1337-1343
- Wu T., A.G. Damu, C. Su, dan P. Kuo. 2004. *Aristolochia* and Their Biological Activities. Nat. Prod. Rep. 21: 594-624
- Yenie E., S. Elystia, A. Calvin, dan M. Irfhan. 2013. Pembuatan Pestisida Organik menggunakan Metode Ekstraksi dari Sampah Daun Pepaya dan Umbi Bawang Putih. Jurnal Teknik Lingkungan UNAND 10 (1): 46-59
- Zhang H., M. Qiu, Y. Chen, J. Chen, Y. Sun, C. Wang, dan H.H.S. Fong. 2012. Plant Terpenes. Encyclopedia of Life Support Systems



Tabel Lampiran 1. Data Persentase Mortalitas *A. gossypii* Setelah Transformasi Akibat Aplikasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan

Ekstrak Pestisida Nabati	Mortalitas <i>A. gossypii</i> (%)				
	3 JSA	6 JSA	12 JSA	24 JSA	48 JSA
	Konsentrasi 0,1%				
Daun Paitan	0 a	0 a	0 a	1,25 a	6,25 a
Bunga Paitan	0 a	0 a	0 a	3,75 a	12,5 a
	Konsentrasi 0,3%				
Daun Paitan	0 a	2,5 ab	6,25 b	12,5 b	22,5 b
Bunga Paitan	0 a	2,5 ab	6,25 b	15 bc	27,5 b
	Konsentrasi 0,5%				
Daun Paitan	0 a	6,25 bc	13,75 c	25 cd	42,5 c
Bunga Paitan	2,5 b	11,25 e	21,25 d	36,25 de	60 d
	Konsentrasi 0,7%				
Daun Paitan	0 a	10 de	22,5 cd	41,25 e	70 d
Bunga Paitan	2,5 b	11,25 e	25 d	41,25 e	65 d
	Konsentrasi 0,9%				
Daun Paitan	11,25 c	22,5 f	41,25 e	67,5 f	100 e
Bunga Paitan	8,75 c	22,5 f	40 e	66,25 f	100 e



Tabel Lampiran 2. Perhitungan Nilai LC_{50} Ekstrak Daun Paitan terhadap *A. gossypii*

Concentration	Log (C)	Number of insects used in the treatment (n)	Number of insect died in the treatment (r)	Mortality % (M)	Corrected mortality % (M')	Probit	Expected probit	95% fiducial limits of probit	
								lower	upper
0,0	-	80	2	0,025	0	-	-	-	-
0,1	4,139268	80	5	6,25	3,85	3,2308	3,2722	2,8698	3,6745
0,3	0,113943	80	18	22,5	20,51	4,1767	4,116	3,8884	4,3435
0,5	0,176091	80	34	42,5	41,03	4,7735	4,8387	4,6744	5,0031
0,7	0,230448	80	56	70	69,23	5,502	5,4709	5,2303	5,7116
0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Chi-square value = 0,392333567789557

Degree of freedom = 2

The heterogeneity factor = 0,196166783894778

The regression equation is: $y = 2,79077118086227 + 11,6301823516704x$

Standard Error of slope = 1,5131283141056

LC_{50} = 0,54866151955122

LC_{90} = 0,99596326469891

Lower 95% fiducial limit of LC_{50} = 1,49911274976818

Upper 95% fiducial limit of LC_{50} = 1,60996519063459

Tabel Lampiran 3. Perhitungan Nilai LC₅₀ Ekstrak Bunga Paitan terhadap *A. gossypii*

Concentration	Log (C)	Number of insects used in the treatment (n)	Number of insect died in the treatment (r)	Mortality % (M)	Corrected mortality % (M')	Probit	Expected probit	95% fiducial limits of probit	
								lower	upper
0,0	-	80	0	0	0	-	-	-	-
0,1	4,139268	80	10	12,5	12,5	3,8496	3,8645	3,0385	4,6906
0,3	0,113943	80	22	27,5	27,5	4,4026	4,4969	4,0078	4,986
0,5	0,176091	80	48	60	60	5,2529	5,0386	4,5768	5,5003
0,7	0,230448	80	52	65	65	5,3849	5,5123	4,8356	6,1891
0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Chi-square value = 3,48683227628467
 Degree of freedom = 2
 The heterogeneity factor = 1,74341613814234
 The regression equation is: $y = 3,50377246681785 + 8,71591006858448 x$
 Standard Error of slope = 1,14463627638091
 LC₅₀ = 0,48479413261766
 LC₉₀ = 1,08308833261628
 Lower 95% fiducial limit of LC₅₀ = 1,30739171128209
 Upper 95% fiducial limit of LC₅₀ = 1,91096865237153

Tabel Lampiran 4. Perhitungan Nilai LT_{50} Ekstrak Daun Paitan Konsentrasi 0,5 % terhadap *A. gossypii*

Time	Log (T)	Number of insects used in the treatment (n)	Number of insect died in the treatment (r)	Mortality % (M)	Corrected mortality % (M')	Probit	Expected probit	95% fiducial limits of probit	
								lower	upper
3	-	80	0	0	0	-	-	-	-
6	0,778151	80	5	6,25	6,25	3,4656	3,4548	3,3552	3,5543
12	1,079181	80	11	13,75	13,75	3,9083	3,9025	3,8394	3,9656
24	1,380211	80	20	25	25	4,3258	4,3502	4,3005	4,3999
48	1,681241	80	34	42,5	42,5	4,8112	4,798	4,7247	4,8712

Chi-square value = 3,83064949143659E-03

Degree of freedom = 2

The heterogeneity factor = 1,91532474571829E-02

The regression equation is: $y = 2,29736583039022 + 1,48735349340599 x$

Standard Error of slope = 0,262220213604527

$LT_{50} = 65,6259930017352$

$LT_{90} = 477,244120511853$

Lower 95% fiducial limit of $LT_{50} = 57,7160414157723$

Upper 95% fiducial limit of $LT_{50} = 76,4946753235666$

Tabel Lampiran 5. Perhitungan Nilai LT_{50} Ekstrak Bunga Paitan Konsentrasi 0,5 % terhadap *A. gossypii*

Time	Log (T)	Number of insects used in the treatment (n)	Number of insect died in the treatment (r)	Mortality % (M)	Corrected mortality % (M')	Probit	Expected probit	95% fiducial limits of probit	
								lower	upper
3	-	80	2	0,025	0	-	-	-	-
6	0,778151	80	9	11,25	8,97	3,6574	3,6073	3,3394	3,8753
12	1,079181	80	17	21,25	19,23	4,1307	4,1347	3,9663	4,3031
24	1,380211	80	29	36,25	34,62	4,6047	4,6621	4,5307	4,7936
48	1,681241	80	48	60	58,97	5,2265	5,1895	4,9932	5,3859

Chi-square value = 0,267333735089011

Degree of freedom = 2

The heterogeneity factor = 0,133666867544505

The regression equation is: $y = 2,24405587407723 + 1,75196422578903 x$

Standard Error of slope = 0,26874346831086

LT_{50} = 37,4161923509632

LT_{90} = 201,642176196878

Lower 95% fiducial limit of LT_{50} = 30,8885618220507

Upper 95% fiducial limit of LT_{50} = 48,5281456453345

Tabel Lampiran 6. Analisis Ragam Mortalitas *A. gossypii* Akibat Aplikasi Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan pada 3 JSA

EFFECT	SS	D F	MS	F	ProbF	Sign .	S.E.M.	S.E.D.	L.S.D. (0.05)	L.S.D. (0.01)
Ulangan	0,79829 2	3	0,26609 7	1,30606 9	0,29276 8					
Faktor	1,34749 5	1	1,34749 5	6,61382 2	0,01594 3	*	0,10093	0,14273 7	0,29287 3	0,39548
Konsentra si	35,8106 9	4	8,95267 3	43,9418 3	1,92E- 11	**	0,15958 5	0,22568 7	0,46307 2	0,62530 8
Faktor x Konsentra si	5,46322 4	4	1,36580 5	6,70369 2	0,00069 9	**	0,22568 7	0,31917	0,65488 3	0,88431 9
Residual	5,50095 9	2 7	0,20373 9							
Total	48,9206 6	3 9	1,25437 6							
C.V. (%) = 30,7693157061036										

Tabel Lampiran 7. Analisis Ragam Mortalitas *A. gossypii* Akibat Aplikasi Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan pada 6 JSA

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign .	S.E.M.	S.E.D.	L.S.D. (0.05)	L.S.D. (0.01)
Ulangan	11,5792 6	3	3,85975 3	11,6674 3	4,39E- 05	**				
Faktor	0,63640 1	1	0,63640 1	1,92374 1	0,1767 9		0,12861 1	0,18188 3	0,37319 3	0,50394
Konsentra si	78,2284 3	4	19,5571 1	59,1180 8	5,77E- 13	**	0,20335 1	0,28758 2	0,59007	0,79679 9
Faktor x Konsentra si	1,39722 4	4	0,34930 6	1,05589 8	0,3972 7		0,28758 2	0,40670 3	0,83448 5	1,12684 4
Residual	8,93198 7	27	0,33081 4							
Total	100,773 3	39	2,58393 1							
C.V. (%) = 21,9668247673318										

Tabel Lampiran 8. Analisis Ragam Mortalitas *A. gossypii* Akibat Aplikasi Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan pada 12 JSA

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign .	S.E.M.	S.E.D.	L.S.D. (0.05)	L.S.D. (0.01)
Ulangan	14,3488	3	4,78293	10,0568	0,00012	7 **				
Faktor	0,29068	4	0,29068	0,61120	0,44113	7	0,15420	0,21808	0,44746	0,60423
Konsentra si	158,016	4	39,5040	83,0630	9,02E-15	7 **	0,24382	0,34481	0,70750	0,95537
Faktor x Konsentra si	1,71998	4	0,42999	0,90412	0,47543	2	0,34481	0,48764	1,00056	1,35110
Residual	12,8409	7	0,47559	2						
Total	187,216	8	4,80043	1						

C.V. (%) = 18,8080380201231

Tabel Lampiran 9. Analisis Ragam Mortalitas *A. gossypii* Akibat Aplikasi Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan pada 24 JSA

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign .	S.E.M.	S.E.D.	L.S.D. (0.05)	L.S.D. (0.01)
Ulangan	5,4202	56	1,8067	2,6171	0,0714	23				
Faktor	1,5139	86	1,5139	2,1930	0,1502	1	0,1857	0,2627	0,5391	0,727984
Konsentras i	211,06	64	52,766	76,434	2,53E-14	78 **	0,2937	0,4154	0,8524	1,151044
Faktor x Konsentras i	1,8255	59	0,4563	0,6610	0,6243	78	0,4154	0,5875	1,2054	1,627823
Residual	18,639	5	0,6903	52						
Total	238,46	57	6,1145	05						

C.V. (%) = 16,4413980564792

Tabel Lampiran 10. Analisis Ragam Mortalitas *A. gossypii* Akibat Aplikasi Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan pada 48 JSA

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign .	S.E.M.	S.E.D.	L.S.D. (0.05)	L.S.D. (0.01)
Ulangan	8,02512	6	2,67504	4,56661	0,01032	6 *				
Faktor	1,91063	1	1,91063	3,26167	0,08207	8	0,17114	0,24202	0,49660	0,67058
Konsentra si	236,484	3	59,1210	100,926	7,89E-16	**	0,27059	0,38268	0,78519	1,06029
Faktor x Konsentra si	3,24646	3	0,81161	1,38552	0,26533	5	0,38268	0,54119	1,11043	1,49947
Residual	15,8161	3	0,58578			2				
Total	265,482	7	6,80724			39				
C.V. (%) = 11,4748514837061										

Tabel Lampiran 11. Analisis Ragam Penurunan Jumlah Keturunan *A. gossypii* Akibat Aplikasi Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun dan Bunga Paitan

EFFECT	SS	D F	MS	F	ProbF	Sign n.	S.E.M.	S.E.D.	L.S.D. (0.05)	L.S.D. (0.01)
Ulangan	2595,970	587	865,3235	10,26388	0,000110	3 **				
Faktor	135,3872	025	135,3872	1,605871	0,215894	3	2,0531	2,9035	5,9576	8,0448
Konsentrasi	16070,20	687	4017,551	47,65348	7,4593E-12	**	3,2462	4,5909	9,4198	12,720
Faktor x Konsentrasi	55,62488	5	13,90622	0,164946	0,954313	5	4,5909	6,4925	13,321	17,988
Residual	2276,305	738	84,30761			2				
Total	21133,49	528	541,8844			9				
C.V. (%) = 18,9774727725491										