

**PENGARUH EKSTRAK DAUN KACANG BABI DAN
EKSTRAK DAUN PAITAN TERHADAP REPRODUKSI DAN
MORTALITAS TUNGAU *Tetranychus urticae***

**OLEH
IRVAN INSANUL MUTTAQIN**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2018

**PENGARUH EKSTRAK DAUN KACANG BABI DAN
EKSTRAK DAUN PAITAN TERHADAP REPRODUKSI DAN
MORTALITAS TUNGAU *Tetranychus urticae***

**OLEH
IRVAN INSANUL MUTTAQIN**

135040201111166

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

SKRIPSI

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

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

2018



PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan gagasan dan hasil penelitian saya sendiri dengan bimbingan komisi pembimbing, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar pada program sejenis di perguruan tinggi manapun. Semua data dan informasi yang dipergunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya.

Malang, Juni 2018

Irvan Insanul Muttaqin



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pengaruh Ekstrak Daun Kacang Babi dan Ekstrak Daun Paitan Terhadap Reproduksi dan Mortalitas Tungau *Tetranychus urticae*

Nama Mahasiswa : Irvan Insanul Muttaqin

NIM : 135040201111166

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.
NIP. 19580112 198203 2 002

Tita Widjayanti, SP.,M.Si.
NIK. 20130487 0819 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan

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

Tanggal persetujuan :



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.
NIP. 20140577 04151 1 001

Tita Widjayanti, SP., M.Si.
NIK. 20130487 0819 2 001

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.
NIP. 19580112 198203 2 002

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522 198103 1 006

Tanggal Lulus:

RINGKASAN

Irvan Insanul Muttaqin. 135040201111166. Pengaruh Ekstrak Daun Kacang Babi dan Ekstrak Daun Paitan terhadap Reproduksi dan Mortalitas Tungau *Tetranychus urticae*. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. dan Tita Widjayanti, SP., M.Si.

Tetranychus urticae merupakan salah satu Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dari golongan hama yang dapat menyerang beberapa tanaman budidaya. Salah satu upaya untuk meminimalisir serangan tungau *T. urticae* adalah penggunaan pestisida kimia. Upaya tersebut terbukti menurunkan populasi tungau *T. urticae*, namun menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan makhluk hidup disekitarnya. Dampak tersebut dapat dikurangi dengan beralih ke pestisida nabati. Mekanisme kerja dari pestisida nabati adalah memanfaatkan senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman untuk menekan pertumbuhan dan perkembangan OPT. Tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati contohnya adalah tanaman kacang babi *Tephrosia vogelii* Hooker (Leguminosae) dan tanaman paitan *Tithonia diversifolia* Hemsley (Asteraceae). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh Ekstrak Daun Kacang Babi (EDKB) dan Ekstrak Daun Paitan (EDP) terhadap reproduksi dan mortalitas tungau *T. urticae*.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Toksikologi Pestisida dan Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan Juni sampai Desember 2017. Penelitian terdiri dari tiga percobaan. Percobaan pertama adalah menentukan nilai LC₅₀ dari EDKB dan EDP yang terdiri dari 6 konsentrasi yaitu masing-masing ekstrak 0,2; 0,4; 0,8 serta 0% sebagai kontrol. Masing-masing diulang sebanyak 4 kali dan didapatkan hasil LC₅₀ EDKB 0,38% sedangkan EDP 0,75%. Nilai LC₅₀ yang didapatkan selanjutnya digunakan sebagai perlakuan pada percobaan kedua. Percobaan kedua bertujuan mengetahui pengaruh EDKB dan EDP terhadap reproduksi tungau *T. urticae*. Percobaan tersebut diulang sebanyak 20 kali. Percobaan ketiga bertujuan untuk mengetahui pengaruh EDKB dan EDP terhadap mortalitas tungau *T. urticae* berbagai fase. Konsentrasi EDKB yang digunakan adalah 0,19; 0,38; 0,75 % sementara konsentrasi EDP 0,38; 0,75 dan 1,5%. Kemudian ditambah konsentrasi 0% sebagai kontrol dan diulang sebanyak 4 kali.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi EDKB dan EDP efektif menurunkan keperidian dan mempersingkat lama hidup tungau *T. urticae*. Hal tersebut dapat dilihat dari jumlah telur yang dihasilkan setelah aplikasi EDKB dan EDP yang lebih sedikit dibanding kontrol, serta lama hidup yang lebih singkat dibanding kontrol. EDKB dan EDP juga efektif dalam menyebabkan mortalitas pada semua fase tungau *T. urticae*. Mortalitas tertinggi terjadi pada konsentrasi tertinggi dari masing-masing ekstrak yaitu 0,75% EDKB dan 1,5% EDP. Semakin tinggi konsentrasi EDKB dan EDP semakin mampu menurunkan reproduksi dan semakin meningkatkan mortalitas tungau *T. urticae* berbagai fase.



SUMMARY

Irvan Insanul Muttaqin. 135040201111166. The Effect of Kacang Babi Leaf Extract and Paitan Leaf Extract to Reproduction and Mortality of *Tetranychus urticae* Mites. Supervised by Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. dan Tita Widjayanti, SP., M.Si.

Tetranychus urticae is one of the plant pest and disease that can attack a some cultivated plants. One of effort to minimize *T. urticae* mite attack is by using chemical pesticides. These efforts have been shown to decrease *T. urticae* mite populations, but have a negative impact on the environment and surrounding creatures. The impact can be reduced by using botanical pesticide. The work mechanism of botanical pesticides is to utilize the secondary metabolite compounds contained in the plant to press the growth and development of the pest. Plants that can be utilized as a botanical pesticide for example is Kacang Babi *Tephrosia vogelii* and Paitan *Tithonia diversifolia*. The aims from this research is to examine the effect of Kacang Babi Leaf Extract (KBLE) and Paitan Leaf Extract (PLE) on the reproduction and mortality of *T. urticae* mite.

The research was conducted in Pesticide Toxicology Laboratory and Plant Pest Laboratory, Department Plant Pest and Disease, Agriculture Faculty, Brawijaya University from June to December 2017. The study consisted of three experiments. The first experiment is to determine the LC₅₀ value of EDKB and EDP consisting of 6 concentrations of each extract 0.2; 0.4; 0.8 and 0% as control. Each was repeated 4 times and obtained LC₅₀ of EDKB 0.38% and EDP 0.75%. The LC₅₀ values are obtained were further used as treatments in the second experiment. The aims of the second experiment is to determine the effect of EDKB and EDP on the reproduction of *T. urticae* mite. The experiment was repeated 20 times. The aims of the third experiment is to determine the effect of EDKB and EDP on the mortality of the each phase *T. urticae* mites. EDKB concentrations are used is 0.19; 0.38; 0.75% while EDP concentrations are used is 0.38; 0.75 and 1.5%. Then by added 0% concentration as control and repeated 4 times.

The results showed that the application of EDKB and EDP effectively decrease fecundity and shorten the life of *T. urticae* mite. It can be seen from the number of eggs produced after EDKB and EDP applications are fewer than the control, as well as a shorter life span than control. EDKB and EDP are also effective to causing mortality in all phases of *T. urticae* mite. The highest mortality was happened at the highest concentration of each extract 0.75% EDKB and 1.5% EDP. The higher concentrations of EDKB and EDP are increasingly capable to decreasing reproduction and increasing the mortality of the all phase of *T. urticae* mites.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat serta hidayah-Nya terutama nikmat kesempatan dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Ekstrak Daun Kacang Babi Dan Daun Paitan terhadap Reproduksi Dan Mortalitas Tungau *Tetranychus urticae*” sebagai salah satu syarat mengajukan Gelar Sarjana di program strata satu Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Pembuatan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang kepada Ibu Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. dan Ibu Tita Widjayanti SP., M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi kepada penulis.

Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Joko Susilo dan Umi Kurotin kedua orang tua dan keluarga yang tidak pernah lupa dan bosan untuk selalu memberikan semangat hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Christy Nur Cahyani, Venna Andarista, Rohmatin Maula, Elysa Nur Martatina, Akhmat Riza Faizah, FX Andre Prayoga, Yesi Mias Tabah, Nevi Meita, Yuni Intan Anastasya serta sahabat-sahabat di Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan yang selalu memberikan dukungan serta bersedia membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat memberikan bermanfaat bagi penulis maupun semua pembaca.

Malang, Juni 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Ponorogo pada tanggal 10 Juli 1995 sebagai anak pertama dari Bapak Joko Susilo dan Ibu Kurotin. Penulis memulai pendidikan dasar di Sekolah Dasar Negeri (SDN) 1 Tulung (2001-2007), kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 1 Sampung (2007-2010), dan melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas (SMAN) Negeri 3 Ponorogo (2010-2013). Pada tahun 2013, penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Program Studi Agroekoteknologi, Minat Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa, Penulis juga aktif mengikuti berbagai kepanitiaan, antara lain: Koordinator Lapangan Pendidikan Dasar dan Orientasi Keprofesian (Proteksi) tahun 2016, Koordinator Divisi Transkoper Komisi Pemilihan Formatur dan Mide Formatur Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman pada tahun 2016, Anggota Protektor dalam acara Proteksi tahun 2017, Anggota Divisi Pendamping Rantai V Prodi Agroekoteknologi 2014. Penulis juga sering menjadi Juara dalam olahraga Futsal baik tingkat Universitas maupun tingkat lainnya. Penulis juga pernah melakukan kegiatan magang kerja di Balai Besar Karantina Pertanian (BBKP) Surabaya pada tahun 2016.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	4
SUMMARY	5
KATA PENGANTAR	6
RIWAYAT HIDUP	7
DAFTAR ISI.....	8
DAFTAR TABEL.....	9
DAFTAR GAMBAR.....	11
I.PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not d ed.
Latar Belakang	Error! Bookmark not d ed.
Tujuan.....	Error! Bookmark not d ed.
Hipotesis	Error! Bookmark not d ed.
Manfaat.....	Error! Bookmark not d ed.
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not d ed.
Tungau <i>Tetranychus Urticae</i> Koch.....	Error! Bookmark not d ed.
Klasifikasi Tungau <i>Tetranychus urticae</i>	Error! Bookmark not d ed.
Morfologi Tungau <i>Tetranychus urticae</i>	Error! Bookmark not d ed.
Biologi Tungau <i>Tetranychus urticae</i>	Error! Bookmark not d ed.
Ekologi Tungau <i>Tetranychus urticae</i>	Error! Bookmark not d ed.
Gejala Serangan Tungau <i>Tetranychus urticae</i>	Error! Bookma: not defined.
Kacang Babi <i>Tephrosia vogelii</i>	Error! Bookmark not d ed.
Klasifikasi Tanaman Kacang Babi.....	Error! Bookmark not d ed.
Morfologi Tanaman Kacang Babi.....	Error! Bookmark not d ed.
Ekologi Tanaman Kacang Babi.....	Error! Bookmark not d ed.
Tanaman Paitan <i>Tithonia diversifolia</i>	Error! Bookmark not d ed.
Klasifikasi Tanaman Paitan.....	Error! Bookmark not d ed.
Morfologi Tanaman Paitan.....	Error! Bookmark not d ed.
Ekologi Tanaman Paitan.....	Error! Bookmark not d ed.
Pestisida	Error! Bookmark not d ed.
Pestisida Nabati	Error! Bookmark not d ed.



Cara Pembuatan Pestisida Nabati	Error! Bookmark not defined.
III. METODOLOGI	Error! Bookmark not defined.
Tempat Dan Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Alat Dan Bahan	Error! Bookmark not defined.
Metode Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Arena Perbanyakkan Tungau <i>Tetranychus urticae</i>	Error! Bookmark not defined.
Identifikasi dan Perbanyakkan Tungau <i>Tetranychus urticae</i>	Error! Bookmark not defined.
Ekstraksi Daun Kacang Babi dan Daun Paitan	Error! Bookmark not defined.
Pembuatan Arena Pengujian EDKB dan EDP pada <i>Tetranychus urticae</i>	Error! Bookmark not defined.
Pengujian EDKB dan EDP Untuk Penentuan LC50 pada <i>Tetranychus urticae</i>	Error! Bookmark not defined.
Pengujian EDKB dan EDP terhadap Reproduksi <i>Tetranychus urticae</i> .	Error! Bookmark not defined.
Pengujian EDKB dan EDP terhadap Mortalitas <i>Tetranychus urticae</i>	Error! Bookmark not defined.
Analisis data.....	Error! Bookmark not defined.
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
Pengaruh EDKB dan EDP terhadap Reproduksi Tungau <i>Tetranychus urticae</i>	Error! Bookmark not defined.
Pengaruh EDKB dan EDP terhadap Mortalitas Imago Tungau <i>Tetranychus urticae</i>	Error! Bookmark not defined.
Pengaruh EDKB dan EDP terhadap Mortalitas Nimfa Tungau <i>Tetranychus urticae</i>	Error! Bookmark not defined.
Pengaruh EDKB dan EDP terhadap Mortalitas Larva Tungau <i>Tetranychus urticae</i>	Error! Bookmark not defined.
Pengaruh EDKB dan EDP terhadap Daya Tetas Telur Tungau <i>Tetranychus urticae</i>	Error! Bookmark not defined.
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Konsentrasi EDKB dan EDP yang Digunakan Sebagai Perlakuan LC50.....	21
2	Konsentrasi EDKB dan EDP yang Digunakan Sebagai Perlakuan.....	24
3	Rerata Keperidian dan Lama Hidup Imago Tungau <i>Tetranychus urticae</i> Setelah Aplikasi EDKB dan EDP.....	27
4	Rerata Mortalitas Imago Tungau <i>Tetranychus urticae</i> Setelah Aplikasi EDKB dan EDP.....	30
5	Rerata Mortalitas Nimfa Tungau <i>Tetranychus urticae</i> Setelah Aplikasi EDKB dan EDP.....	34
6	Rerata Mortalitas Larva Tungau <i>Tetranychus urticae</i> Setelah Aplikasi EDKB dan EDP.....	36
7	Rerata Mortalitas Telur Tungau <i>Tetranychus urticae</i> Setelah Aplikasi EDKB dan EDP.....	38
Lampiran		
1	Analisis Ragam Keperidian Tungau <i>Tetranychus urticae</i> Setelah Aplikasi EDKB dan EDP.....	48
2	Analisis Ragam Lama Hidup Jantan <i>Tetranychus urticae</i> Setelah Aplikasi EDKB dan EDP.....	48
3	Analisis Ragam Lama Hidup Betina <i>Tetranychus urticae</i> Setelah Aplikasi EDKB dan EDP.....	48
4	Analisis Ragam Mortalitas Imago Tungau <i>Tetranychus urticae</i> 1 HSA.....	48
5	Analisis Ragam Mortalitas Imago Tungau <i>Tetranychus urticae</i> 2 HSA.....	48
6	Analisis Ragam Mortalitas Imago Tungau <i>Tetranychus urticae</i> 3 HSA.....	49
7	Analisis Ragam Mortalitas Nimfa Tungau <i>Tetranychus urticae</i> 1 HSA.....	49
8	Analisis Ragam Mortalitas Nimfa Tungau <i>Tetranychus urticae</i> 2 HSA.....	49
9	Analisis Ragam Mortalitas Nimfa Tungau <i>Tetranychus urticae</i> 3 HSA.....	49



10	Analisis Ragam Mortalitas Nimfa tungau <i>Tetranychus urticae</i> 4 HSA	49
11	Analisis Ragam Mortalitas Larva Tungau <i>Tetranychus urticae</i> 1 HSA	50
12	Analisis Ragam Mortalitas Larva Tungau <i>Tetranychus urticae</i> 2 HSA	50
13	Analisis Ragam Mortalitas Larva Tungau <i>Tetranychus urticae</i> 3 HSA	50
14	Analisis Ragam Mortalitas telur tungau <i>Tetranychus urticae</i>	50
15	Analisis Uji t Keberpidian Tungau <i>Tetranychus urticae</i> Setelah Aplikasi EDKB dan EDP.....	51
16	Analisis Uji t Lama Hidup Jantan Tungau <i>Tetranychus urticae</i> Setelah Aplikasi EDKB dan EDP.....	51
17	Analisis Uji t Lama Hidup Betina Tungau <i>Tetranychus urticae</i> Setelah Aplikasi EDKB dan EDP.....	52
18	Analisis Uji t Mortalitas Imago Tungau <i>Tetranychus urticae</i> Setelah Aplikasi EDKB dan EDP.....	52
19	Analisis Uji t Mortalitas Nimfa Tungau <i>Tetranychus urticae</i> Setelah Aplikasi EDKB dan EDP.....	53
20	Analisis Uji t Mortalitas Larva Tungau <i>Tetranychus urticae</i> Setelah Aplikasi EDKB dan EDP.....	53
21	Analisis Uji t Mortalitas Telur Tungau <i>Tetranychus urticae</i> Setelah Aplikasi EDKB dan EDP.....	54
22	Analisis Probit LC50 EDKB dan EDP	54
23	Uji Korelasi Antara Keberpidian dan Lama Hidup Tungau <i>Tetranychus urticae</i>	54
24	Rerata Suhu dan Kelembaban Nisbi Laboratorium Selama Bulan Agustus-Desember 2017.....	54

DAFTAR GAMBAR

Nomor

Halaman



		Teks	
1	Tungau <i>Tetranychus urticae</i>		4
2	Telur <i>Tetranychus urticae</i>		5
3	Larva <i>Tetranychus urticae</i>		6
4	Nimfa <i>Tetranychus urticae</i> . a: betina, b: jantan		7
5	Imago <i>Tetranychus urticae</i>		7
6	Gejala Serangan <i>Tetranychus urticae</i> pada tanaman singkong		9
7	Morfologi Kacang Babi. a: Tanaman, b: Daun,c: Bunga		10
8	Morfologi Tanaman Paitan: a: Bunga Paitan, b: Daun Paitan.....		12
9	Arena Perbanyakkan tampak penampang melintang <i>Tetranychus urticae</i> .a: Petri		19
10	Arena Pengujian <i>T. urticae</i> tampak penampang melintang: a:stoples.....		20
11	Hubungan antara nilai probit kematian dengan logaritma konsentrasi EDKB dan EDP		22
12	Imago tungau <i>Tetranychus urticae</i> . a: sehat, b: mati akibat ekstrak (perbesaran 5,6x)		33
13	Nimfa tungau <i>Tetranychus urticae</i> . a: sehat, b: mati akibat ekstrak (perbesaran 5,6x)		35
14	Larva tungau <i>Tetranychus urticae</i> . a: sehat, b: mati akibat ekstrak (perbesaran 5,6x)		37
15	Telur Tungau <i>Tetranychus urticae</i> . a: sehat, b: telur tidak menetas akibat ekstrak (perbesaran 5,6x)		39
		Lampiran	
1	Ciri-ciri <i>Tetranychus urticae</i> , a: dua pasang seta pada anal betina dan satu pasang seta pada para anal betina, b: dua pasang seta pada anal betina dan satu pasang seta pada para anal betina (Zhang, 2003), c: dua pasang duplex seta pada tarsus I dengan jarak yang berjauhan, d: dua pasang duplex seta pada tarsus I dengan jarak yang berjauhan (Zhang, 2003), e: empodium terdiri dari tiga pasang rambut, f: empodium terdiri dari tiga pasang rambut (Zhang, 2003), g:bentuk aedagus jantan, h: gambar literatur bentuk aedagus jantan (Zhang, 2003).....		55



I.PENDAHULUAN

Latar Belakang

Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) merupakan salah satu faktor yang menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas tanaman budidaya. OPT yang menjadi penyebab turunnya kualitas tanaman salah satunya adalah tungau merah *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae). Tungau merah yang sering dijumpai menyerang tanaman termasuk dalam genus *Tetranychus*. Tungau ini lebih dikenal dengan nama *Two-spotted spider mite*. *T. urticae* merupakan tungau polifag dengan kisaran inang yang luas, sebaran mobilitas yang tinggi dan terdapat dalam jumlah besar sehingga menjadikan tungau ini sebagai salah satu hama penting dan bersifat kosmopolit. *T. urticae* menjadi hama yang menyerang berbagai jenis tanaman, baik tanaman hias maupun sayuran yang ditanam di rumah kaca dan di luar rumah kaca, termasuk tanaman ubi kayu (Basuki dan Budianto, 2013).

Serangan tungau *T. urticae* ini dapat menyebabkan penurunan produksi dengan merusak pelindung permukaan daun, stomata, jaringan palisade dan jaringan bunga karang. Hal tersebut mengakibatkan pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan terganggu. Gejala serangan tungau *T. urticae* adalah daun menguning akibat nutrisi yang terdapat didalam daun ditusuk dan dihisap oleh tungau tersebut. Pada serangan yang parah, daun berwarna kuning kemerahan atau seperti karat. Populasi tungau yang tinggi tidak hanya menurunkan aktivitas fotosintesis dan pengurangan jumlah klorofil pada daun hingga 60%, tetapi juga meningkatkan kecepatan transpirasi. Meskipun serangan *T. urticae* tidak sampai menimbulkan kematian pada tanaman, tetapi *T. urticae* dapat merusak jaringan daun, mengganggu proses fotosintesis dan transpirasi tanaman (Razmjou *et al.*, 2009).

Penggunaan pestisida sintesis terbukti dapat menurunkan populasi tungau *T. urticae*, tetapi penggunaannya yang kurang bijaksana dapat menimbulkan dampak negatif bagi masyarakat, kelestarian lingkungan, menimbulkan resistensi, resurgensi hama, serta meningkatkan residu pestisida dalam produk yang dihasilkan (Astuti dan Saepudin, 2012). Dampak dari penggunaan pestisida sintesis dapat dikurangi dengan mengembangkan pengendalian yang lebih efektif dan aman terhadap lingkungan salah satunya melalui penggunaan pestisida nabati (Martono *et al.*, 2004). Pestisida nabati diartikan sebagai suatu pestisida

dengan bahan dasar tumbuhan yang relatif mudah dibuat dengan kemampuan dan pengetahuan terbatas. Selain itu, karena terbuat dari tumbuhan yang merupakan bahan alami menyebabkan pestisida ini bersifat mudah terurai, sehingga tidak mencemari lingkungan dan aman bagi makhluk hidup disekitarnya (Syakir, 2011).

Tanaman yang bisa dimanfaatkan menjadi pestisida nabati salah satunya adalah tanaman kacang babi *Tephrosia vogelii* Hooker (Leguminosae). Tanaman ini merupakan jenis tanaman semak yang biasa tumbuh di hutan dan hidup didataran tinggi, sehingga tidak banyak yang mengetahui manfaat dari tanaman ini. Ekstrak daun kacang babi yang dicampur dengan ekstrak buah *Piper cubeba* L. (Piperaceae) mampu menghambat perkembangan larva instar III *Crocidolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae) hingga 100%, selain itu dapat menyebabkan kematian lebih dari 80% pada konsentrasi tertinggi (Abizar dan Prijono, 2010). Di Afrika Selatan para petani menggunakan daun kering kacang babi untuk mengendalikan hama gudang pada bahan simpan kacang-kacangan (Mwaura *et al.*, 2013). Fraksi heksana dari *T. vogelii* selain memiliki aktivitas pestisida yang kuat terhadap larva *C. pavonana* di laboratorium, juga memiliki persistensi yang baik pada tanaman brokoli di rumah kaca (Wulan, 2008). Pestisida nabati dari daun *T. vogelii* telah sering digunakan oleh petani di Jawa Barat, termasuk di pertanian organik untuk mengendalikan hama pemakan daun (Nugroho, 2008).

Tanaman lain yang berpotensi menjadi pestisida nabati adalah tanaman paitan *Tithonia diversifolia* Hemsley (Asteraceae). Tanaman paitan jarang menjadi perhatian masyarakat karena merupakan tanaman pagar, sehingga banyak yang tidak mengetahui manfaat dari tanaman ini. Keberadaannya yang banyak tumbuh di pinggir jalan membuat masyarakat berfikir bahwa tanaman ini tidak bermanfaat. Daun paitan mengandung senyawa alkaloid yang dapat membunuh serangga (Arneti dan Santoni, 2006). Ekstrak daun paitan juga mampu mengakibatkan mortalitas tungau Eriophyidae sebesar 20,8% pada hari pertama aplikasi dan sebesar 38,8% hari ketiga (Taofik, 2010). Selain itu, ekstrak daun *T. diversifolia* dengan konsentrasi 7% dapat menghambat daya makan dari wereng batang coklat *Nilaparvata lugens* Stal (Hemiptera: Delphacidae) (Mokodompit *et al.*, 2013).

Penelitian tentang pengaruh ekstrak daun kacang babi dan daun paitan ini dilakukan pada skala laboratorium untuk mengelola hama tungau *T. urticae* yang masih jarang dilakukan di Indonesia, sehingga perlu adanya pengkajian lebih lanjut mengenai pestisida nabati tersebut. Potensi yang terdapat dalam masing-masing ekstrak diharapkan dapat memberi informasi baru atau informasi alternatif dalam mengelola dan mengendalikan hama tungau *T.urticae*.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh ekstrak daun kacang babi dan ekstrak daun paitan terhadap reproduksi dan mortalitas tungau *T.urticae* setiap fase pada beberapa konsentrasi.

Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah aplikasi ekstrak daun kacang babi dan ekstrak daun paitan pada konsentrasi yang semakin tinggi dapat menurunkan reproduksi dan meningkatkan mortalitas tungau *T. urticae* setiap fase.

Manfaat

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi tentang efektivitas ekstrak daun kacang babi dan daun paitan sebagai pestisida nabati dalam mengendalikan hama tungau *T.urticae*.

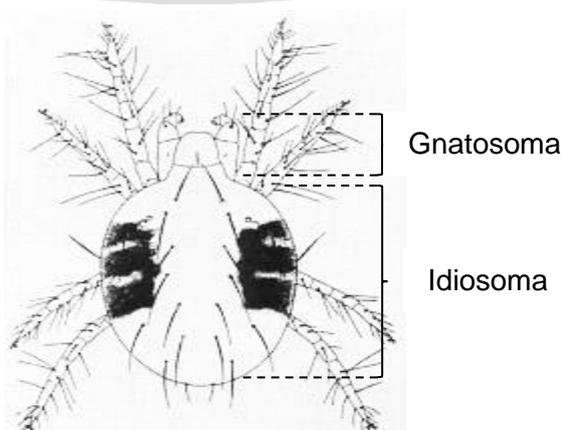
II. TINJAUAN PUSTAKA

Tungau *Tetranychus Urticae* Koch

Klasifikasi Tungau *Tetranychus urticae*. Tungau *Tetranychus urticae* termasuk ke dalam kelas Arachnida, ordo Acarina, subordo Trombidiformes, superfamili Tetranycoidea, famili Tetranychidae, subfamili Tetranychinae, genus *Tetranychus* (Krantz 1978).

Morfologi Tungau *Tetranychus urticae*. Tungau *T. urticae* yang sering disebut Tungau Laba-laba Merah (TLM) dewasa berbentuk oval, berwarna hijau kekuningan ataupun merah kekuningan. *T. urticae* memiliki ukuran tubuh yang kecil dan ukuran tubuh betina lebih besar daripada ukuran tubuh jantan. Panjang tubuh dari *T. urticae* betina kira-kira 400-500 μm . Tubuh jantan berukuran lebih kecil dengan tubuh histeriosoma lebih meruncing dibandingkan dengan tubuh dari imago betina (Zhang, 2003). *T. urticae* dewasa berwarna kekuningan, merah atau hijau. Instar-instar yang belum dewasa biasanya berwarna pucat kekuningan. Meskipun *T. urticae* disebut tungau merah, tetapi tungau *T. urticae* tersebut jarang yang berwarna merah (Borrer *et al.*, 1996).

Tubuh *T. urticae* dibagi menjadi dua bagian yaitu gnatosoma dan idiosoma (Gambar 1). Gnathosoma menyerupai kepala pada serangga umumnya, namun hanya terdapat alat mulut pada bagaian ini. Idiosoma terbagi atas podosoma dan opistosoma. Podosoma merupakan bagian tubuh dari *T. urticae* yang merupakan tempat melekatnya tungkai pertama hingga tungkai keempat. Podosoma juga terbagi atas histerosoma dan propodosoma.



Gambar 1. Tungau *Tetranychus urticae* (Fasulo dan Denmark, 2010)

Histeriosoma merupakan bagian tubuh *T. urticae* yang terdapat tungkai ketiga dan keempat, dan propodosoma adalah bagian tubuh *T. urticae* yang merupakan tempat melekatnya tungkai pertama dan kedua. Bagian opistosoma merupakan bagian ujung posterior idiosoma yang tidak terdapat tungkai (Zhang, 2003).

Secara umum beberapa ciri khas dari tungau yaitu bertipe mulut menusuk menghisap dan bagian gnatosoma terlihat jelas. *T. urticae* memiliki tungkai yang panjangnya melebihi dari panjang tubuhnya. Pembagian empat pasang tungkai seluruh family Tetranychidae selalu tetap dan tidak dimodifikasi. Pada tubuh tungau ini terdapat sekat atau kelenjar yang membagi tubuhnya, tetapi kelenjar yang memisahkan ketiga bagian tubuh tungau tersebut tidak begitu jelas (Kalshoven, 1981).

Biologi Tungau *Tetranychus urticae*. Selama hidupnya *T. urticae* mengalami beberapa tahap perkembangan, yaitu telur, larva, protokrisalis, protonimfa, deutokrisalis, deutonimfa, teliokrisalis, dan imago. Siklus hidup tungau antara larva dan dewasa disebut nimfa dan *T. urticae* mengalami tiga kali pergantian kulit (Borror *et al.*, 1996).

Telur *T. urticae* berbentuk bulat berwarna pucat dan transparan pada awal diletakkan oleh imago betina. Beberapa hari selanjutnya seiring berkembangnya telur, warna telur *T. urticae* akan berubah menjadi keruh dan kekuningan (Gambar 2). Satu tungau betina mampu bertelur sebanyak 2-3 butir sampai 15-20 butir telur per hari (Puspitarini, 2005). *T. urticae* biasanya meletakkan telurnya secara berkelompok pada bagian permukaan bawah daun. Telur *T. urticae* akan menetas dan berubah menjadi larva yang berwarna pucat kekuningan dan lunak. Larva *T. urticae* memiliki tiga pasang tungkai dan berwarna kuning kehijauan apabila telah melakukan aktivitas makan pada daun tanaman inang (Zhang, 2003).



Gambar 2. Telur *Tetranychus urticae* (Auger *et al.*, 2013)

Larva dari *T. urticae* selanjutnya akan berubah menjadi nimfa (Gambar 3). Pada fase nimfa terbagi menjadi fase protonimfa dan deutonimfa yang masing-masing stadia memiliki empat pasang tungkai (Kalshoven, 1981). Pada stadia larva hingga nantinya menjadi imago, baik protonimfa dan deutonimfa masing-masing akan diselingi dengan fase diam atau tidak aktifnya *T. urticae* yang berturut-turut yaitu protokrisalis, deutokrisalis dan teliokrisalis (Zhang, 2003).



Gambar 3. Larva *Tetranychus urticae* (Auger *et al.*, 2013)

Protokrisalis (larva inaktif) merupakan stadia inaktif antara larva dan protonimfa. Pada masa inaktif warna tidak jauh berbeda dengan larva, mengkilat dan melekat pada substrat di permukaan daun. Posisi dua pasang tungkai merapat ke tubuh dan direntangkan lurus ke arah anterior, sedangkan satu pasang lainnya akan mengarah ke posterior. Menjelang ganti kulit warna larva menjadi keputih-putihan dan mengkilat (Zhang, 2003).

Protonimfa berukuran lebih besar sedikit dari larva dan memiliki dua bintik hitam pada bagian lateral dengan tungkai empat pasang tidak berwarna (bening) (Gambar 4). Pada saat keluar dari kulit lamanya berwarna kuning bening, lama kelamaan terjadi perubahan warna menjadi kuning, dan dua bintik yang terdapat di bagian lateral semakin jelas terlihat (Zhang, 2003).

Deutokrisalis (protonimfa inaktif) berukuran dan berwarna tidak jauh berbeda dengan protonimfa. Sama seperti stadia protokrisalis, stadia ini juga melekat pada permukaan daun, mengkilat, dua pasang tungkainya merapat ke tubuh bagian anterior dan dua pasang lainnya mengarah ke posterior. Menjelang pergantian kulit warna akan menjadi keputih-putihan (Ayudya, 2012).



Gambar 4. Nimfa *Tetranychus urticae*. a: Betina, b: Jantan (Auger *et al.*, 2013)

Deutonymfa berukuran lebih besar dari protonimfa dan dua bintik hitam pada bagian lateral akan semakin melebar. Tungkai tidak berwarna dan seta pada dorsum idiosoma tampak jelas. Pada fase ini sudah dapat dibedakan antara jantan dan betina karena tubuh jantan lebih ramping daripada betina (Ayudya, 2012).

Teliokrisalis (deutonymfa inaktif) memiliki ukuran dan warna tidak jauh berbeda dengan deutonymfa, mengkilat dan melekat pada permukaan daun. Dua pasang tungkai depan merapat ke arah anterior dan dua pasang tungkai belakang merapat ke arah posterior. Menjelang pergantian kulit warna akan berubah keputih-putihan (Ayudya, 2012).



Gambar 5. Imago Tungau *Tetranychus urticae* (Auger *et al.*, 2013)

Selama periode tidak aktif, tungau akan menempelkan tubuhnya pada substrat dan akan terbentuk kulit baru sebelum terjadinya pelepasan eksuvium dari tubuhnya. Integumen akan robek pada bagian tengah dorsal, kemudian tungau akan keluar dari eksuvium dan kulit lama akan tetap melekat pada substrat. *T. urticae* memiliki alat mulut menggigit, menusuk dan menghisap karena terjadinya modifikasi pada kelisera menjadi stilet. *T. urticae* dewasa memiliki empat pasang tungkai, untuk seluruh siklus hidup dari telur hingga

dewasa *T. urticae* membutuhkan waktu 7-14 hari. *T. urticae* dewasa berukuran lebih besar daripada deutonimfa dan berwarna lebih gelap (Gambar 5). Betina *T. urticae* dewasa berbentuk bulat, sedangkan jantan agak meruncing pada bagian posteriornya (Krantz, 1970).

Ekologi Tungau *Tetranychus urticae*. *T. urticae* merupakan tungau polifag. Beberapa jenis dapat menimbulkan kerusakan yang hebat pada kebun buah-buahan, tanaman pangan, dan tumbuh-tumbuhan rumah kaca. Persebaran *T. urticae* sangat luas dan kadang-kadang terdapat populasi yang sangat besar (Borror *et al.*, 1996).

T. urticae merupakan hama polifag yang dilaporkan menyerang lebih dari 900 spesies tanaman inang. *T. urticae* juga disebut menjadi hama serius setidaknya pada 150 tanaman penting pertanian yang bernilai ekonomis dan juga pada tanaman hias. Beberapa contohnya adalah jagung, kapas, mentimun, tomat, kacang, terong, paprika dan mawar (Mondal, 2006). *T. urticae* yang dikenal sebagai *two spotted spider mite* merupakan hama penting pada pertanian yang tersebar dimana-mana dan menyerang pada berbagai spesies tanaman inang (Xie *et al.*, 2006).

T. urticae memiliki kecenderungan untuk hidup berkoloni di bawah permukaan daun tanaman inang dan menghasilkan jaring-jaring berwarna putih disekitar tempat hidupnya. Jaring-jaring lembut yang dihasilkan oleh *T. urticae* berfungsi melindungi diri dari kemungkinan terkena hembusan angin atau tercuci oleh hujan (Zhang, 2003).

Perkembangan *T. urticae* dapat berlangsung pada suhu antara 12-40°C. Waktu perkembangan dari telur hingga dewasa akan lebih cepat seiring dengan peningkatan suhu. Siklus hidup *T. urticae* dapat berlangsung kurang dari satu minggu pada suhu 28-30°C. Perkembangan dari *T. urticae* jantan lebih cepat daripada betina dan kopulasi akan terjadi setelah betina muncul. *T. urticae* betina menghasilkan telur lebih dari 10 butir per harinya dan mampu menghasilkan lebih dari 100 butir telur selama dua minggu pada suhu 25°C (Zhang, 2003).

Tungau famili Tetranychidae memiliki ukuran tubuh kurang dari 1 mm. fase dewasa memiliki empat pasang tungkai. Masing-masing dari stadia umumnya memerlukan waktu tidak lebih dari 1-2 hari untuk seluruh siklus hidupnya, sehingga seluruh siklus hidupnya sampai sempurna membutuhkan waktu 7-14 hari. Perkembangan dari tungau ini sangat dipengaruhi oleh iklim dan

cuaca. Adanya hujan yang lebat dapat dengan cepat mengurangi jumlah populasi *T. urticae*. *T. urticae* berkembang sangat cepat dan termasuk hama yang tiba-tiba dapat menyebabkan kerusakan yang tidak terduga pada beberapa tanaman. *T. urticae* ditemukan pertama kali di Pulau Jawa yang menyerang ubi kayu, tetapi dilaporkan juga bahwa tungau ini juga menyerang tanaman kapas, kacang-kacangan, jeruk dan tanaman hias (Kalshoven, 1981).

Gejala Serangan Tungau *Tetranychus urticae*. Gejala yang timbul pada daun-daun terserang *T. urticae* pada awalnya menunjukkan bercak putih, yang kemudian bercak tersebut bergabung sehingga jaringan daun menjadi kuning dan akhirnya berubah menjadi kemerah-merahan. Pada daun yang terserang dengan intensitas yang tinggi akan timbul bercak berwarna coklat dan lama-kelamaan warna daun tersebut akan habis dan mengering (Gambar 6). Jika dilihat dengan kasat mata, *T. urticae* terlihat seperti bintik-bintik merah yang berada pada permukaan bawah daun. Serangan *T. urticae* ini akan membuat layu dan lama-kelamaan daun akan gugur (Kalshoven, 1981). Meskipun *T. urticae* tidak sampai menimbulkan kematian pada tanaman, tetapi *T. urticae* dapat merusak jaringan daun dan mengganggu proses fotosintesis dan transpirasi tanaman (Razmjou *et al.*, 2009). Pada permukaan daun bagian atas akan berwarna menjadi keabu-abuan, sedangkan pada permukaan daun bagian bawah akan terlihat bercak-bercak yang tertutup oleh jaring-jaring lembut berwarna putih yang dibuat oleh *T. urticae* (Kalshoven, 1981).

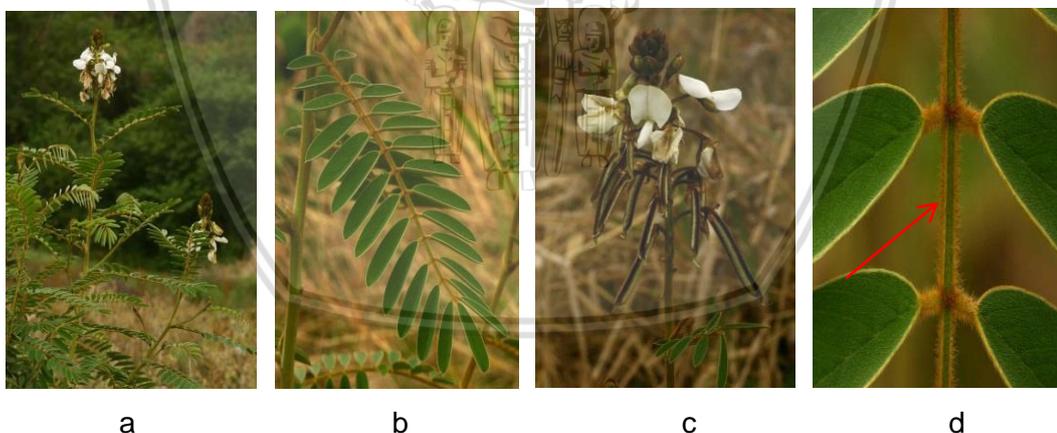


Gambar 6. Gejala Serangan Tungau *Tetranychus urticae* pada Tanaman Singkong (Pramudianto dan Sari, 2016)

Kacang Babi *Tephrosia vogelii*

Klasifikasi Tanaman Kacang Babi. Klasifikasi tanaman kacang babi adalah kerajaan Plantae, divisi Magnoliophyta, kelas Equisetopsida, sub-kelas Magnoliidae, superordo Rosanae, ordo Fabales, famili Leguminosae, genus *Tephrosi*, spesies *Tephrosia vogelii* Hooker (Missouri Botanical Garden, 2017).

Morfologi Tanaman Kacang Babi. Tanaman kacang babi merupakan salah satu tanaman perdu tahunan berbatang tegak dan bercabang dengan tinggi 0,5-4 m (Gambar 7a). Pada setiap bagian batang dan cabangnya ditutupi oleh bulu halus yang berwarna coklat mengkilap (Gambar 7d). Jenis daun kacang babi adalah daun majemuk dengan letak tangkai pada batang berselang-seling. Setiap tangkai terdiri dari 10-25 helai daun yang berbentuk lonjong dengan panjang ± 7 cm dan lebar ± 2 cm (Gambar 7c). Permukaan daun bagian bawah dan atas juga ditutupi oleh bulu halus tipis berwarna putih pucat. Bunga kacang babi bertandan pendek yang tumbuh menuju ujung cabang pada bagian atas tumbuhan. Dalam satu tandan terdiri dari buga mekar dan kuncup, dan buah polong muda (Gambar 7c). Bunga kacang babi yang mekar berbentuk seperti



Gambar 7. Morfologi Tanaman Kacang Babi. a : Tampak jauh, b: Daun Majemuk, c: Tandan Bunga, d: Bulu Halus (Bauman, 2005)

kupu-kupu dan jenis bunga terdiri dari tiga warna yaitu putih, merah, dan ungu. Buah dari kacang babi berbentuk bulat dengan kulit polong ditutupi oleh bulu halus berwarna coklat mengkilap. Buah polong yang sudah tua berbentuk memanjang ± 15 cm dan menggembung. Bentuk dan ukuran biji memiliki warna yang beragam berwarna yaitu putih, hijau, kekuning-kuningan, coklat, ungu dan hitam. Biji yang dihasilkan per 1000 biji sama dengan 50 g (Mwaura *et al.*, 2013).

Ekologi Tanaman Kacang Babi. Tanaman kacang babi dapat tumbuh di daerah dengan ketinggian 0-2.100 m di atas permukaan laut (mdpl) dengan curah hujan 850-2.700 mm. Daunnya berwarna hijau dan bermanfaat untuk pupuk hijau. Bunga berwarna ungu, merah, dan putih. Perbanyak tanaman kacang babi dapat dilakukan dengan biji. Tanaman kacang babi mampu hidup pada suhu lingkungan 12-27°C dan mampu hidup dengan baik pada tanah andosol pada pH 5-5,6 dan toleran terhadap tanah dengan pH masam. Tanaman tersebut juga tumbuh baik pada tanah lempung berliat.

Manfaat dan Kandungan Tanaman Kacang Babi Sebagai Pestisida.

Tanaman kacang babi merupakan salah satu tanaman yang sudah lama diketahui sebagai salah satu bahan pestisida nabati (Isman, 2006). Sifat insektisida *T. vogelii* telah lama diketahui. Tepung daun kacang babi digunakan oleh petani di Afrika Timur untuk melindungi biji-bijian di penyimpanan dari serangan hama (Koonan dan Dorn, 2005). Pada ekstrak daun kacang babi pada konsentrasi 0,1% mampu mematikan 88,89% larva *C. pavonana* (Lina *et al.*, 2013). Ekstrak daun kacang babi juga dapat menyebabkan mortalitas terhadap *Myzus persicae* Sulz (Homoptera: Aphididae) hingga 100% pada konsentrasi 5%.

Bagian tanaman seperti daun, batang, bunga, biji, dan akar mengandung senyawa rotenoid yaitu rotenon, degualin, dan tefrosin yang bersifat insektisida. Pada bagian daun memiliki kandungan senyawa rotenoid yang paling tinggi dibandingkan bagian tanaman lainnya (Gaskins *et al.*, 1972). Rotenon memiliki efek racun kontak dan racun perut yang sangat kuat dan menyebabkan serangga sasaran menjadi lemah serta mengakibatkan perkembangannya tertunda. Rotenon murni yang belum diolah lebih beracun dari pada pestisida sintetik dari golongan karbanil atau malathio (Hendriana, 2011). Ekstrak daun *T. vogelii* memiliki efek racun perut dan *antifeedant* yang mengakibatkan serangga sasaran menjadi lemah dan perkembangan tertunda sehingga meningkatkan resiko diserang oleh musuh alaminya. Dengan demikian hal tersebut dapat menurunkan populasi hama jika ekstrak tersebut digunakan di lapangan. Selain itu ekstrak *T. vogelii* relatif aman terhadap imago jantan dan betina parasitoid *Diadegma semiclausum* (Hymenoptera: Ichneumonidae) (Zakarni, 2008). Fraksi heksana *T. vogelii* selain memiliki aktivitas insektisida yang kuat terhadap larva *C. pavonana* di laboratorium, juga memiliki persistensi yang baik pada tanaman

brokoli di rumah kaca. Sediaan insektisida botani dari *T. vogelii* dan beberapa jenis tanaman lain telah sering digunakan oleh petani di Jawa Barat, termasuk di pertanian organik, untuk mengendalikan hama pemakan daun (Nugroho, 2008).

Tanaman Paitan *Tithonia diversifolia*

Klasifikasi Tanaman Paitan. Klasifikasi tanaman paitan adalah berasal dari kerajaan Plantae, filum Spermatophyte, subfilum Angiospermae, kelas Dicotyledoneae, ordo Asterales, famili Asteraceae, genus *Tithonia*, spesies *Tithonia diversifolia* Hemsley (CABI, 2017).

Morfologi Tanaman Paitan. *T. diversifolia* berbatang bulat dengan empulur warna putih. Tangkai mendukung beberapa daun pelindung, puncaknya membesar dan berongga. Daun bertangkai, berbentuk bulat telur, berlekuk 3-5 dangkal hingga dalam atau bercangap 3-5, bergerigi, tajuk meruncing tajam (Gambar 8b). Dasar bunga bersama berbentuk kerucut lebar. Bunga cakram sangat banyak, berkelamin 2, berwarna kuning (Gambar 8a). Buah keras sering kosong, dimahkotai oleh cawan kecil (Tjitrosoepomo, 2003). Tanaman paitan *T. diversifolia* merupakan tanaman terna, perdu yang tegak, jarang sekali berupa pohon dengan tinggi tanaman antara 2-3 m (Tjitrosoepomo, 2010).



a

b

Gambar 8. Morfologi Tanaman Paitan: a: Bunga, b: Daun (CABI, 2017)

Ekologi Tanaman Paitan. Tanaman Paitan *T. diversifolia* banyak ditemukan pada daerah dekat perairan/sungai yang memiliki suhu lembab. Tanaman paitan dapat tumbuh pada 550-1.950 mdpl dengan suhu berkisar 15-31°C dengan curah hujan 100-2.000 mm. Senyawa aktif yang terkandung dalam *T. diversifolia* yang tumbuh di daerah dataran tinggi lebih banyak dibandingkan dengan *T. diversifolia* yang tumbuh di daerah dataran rendah. Kemungkinan

faktor-faktor yang mempengaruhi banyaknya senyawa aktif yang terkandung dalam *T. diversifolia* adalah faktor habitat tempat tumbuh seperti iklim, tanah dan lain-lain (Arneti dan Santoni, 2006).

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

Daun *T. diversifolia* mengandung protein sekitar 20% dari total bahan kering dan juga mengandung bermacam jenis unsur mineral makro seperti mineral Ca, Mg serta beberapa unsur mikro mineral yang bermanfaat. Tanaman paitan mengandung senyawa golongan terpenoid yaitu sesquiterpen lakton taginin A, taginin C, asam heksadekanoat, asam linoleat dan phytol senyawa golongan flavonoid yaitu hispidulin, alkaloid, dan tanin. Senyawa sesquiterpen lakton taginin A, taginin C dan hispidulin pada paitan dilaporkan bersifat *feeding deterrents* dan menekan perkembangan *Diacrisia obliqua* Walker (Lepidoptera: Erebididae), *Trabala vishnu* Yang (Lepidoptera: Lasiocampidae) dan *Epilachna vigintioctopunctata* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) (Arneti dan Santoni, 2006). Sementara itu senyawa yang termasuk ke dalam golongan flavonoid yang terkandung dalam daun paitan ini juga dapat masuk melalui pernafasan sehingga dapat menimbulkan kelayuan pada saraf serta merusak sistem pernafasan, sehingga serangga tidak dapat bernafas dan menimbulkan kematian (Narumi, 2012).

Ekstrak daun paitan mengandung beberapa senyawa toksik yang dapat mengakibatkan mortalitas hama. Beberapa senyawa toksik tersebut diantaranya adalah tanin, flavonoid, dan alkaloid yang dapat mengganggu tekanan osmotik dalam tubuh hama (Taofik, 2010). Ketiga senyawa tersebut memiliki efek *antifeedant*. Kandungan yang terdapat dalam ekstrak daun paitan ada sekitar 38 komponen dan yang dapat mempengaruhi mortalitas serangga ada 8 komponen. Komponen tersebut adalah asam palmitat, 9-pentadikadien-1-o, benzyl benzoat,

ametilamina, 1,2,3,4,5-Sikloheksanterol, sesquiterpen lakton dan 2 senyawa lain yang masih belum teridentifikasi (Jamal dan Andria, 2014).

Kandungan senyawa alkaloid daun paitan dapat menyebabkan kematian serangga dengan berfungsi sebagai racun perut dan racun saraf. Apabila serangga menghisap cairan buah, alkaloid ikut termakan, di dalam tubuh serangga alkaloid akan diubah menjadi racun sehingga dapat mematikan serangga, selain itu alkaloid juga dapat merusak saraf serangga sehingga mengalami kejang dan lumpuh, yang diikuti dengan kematian. Alkaloid merupakan senyawa yang pahit dan beracun sehingga dapat menyebabkan rasa pusing dan tidak mau menghisap cairan kakao karena rasa yang pahit dan akhirnya mati (Arneti dan Santoni, 2006). Cara masuk ke dalam tubuh serangga dari pestisida ini dapat secara kontak maupun perut (Taofik, 2010).

Pestisida

Pestisida adalah substansi kimia dan bahan lain yang digunakan untuk mengendalikan berbagai hama. Bagi petani jenis hama yang dimaksud yaitu tungau, tumbuhan pengganggu, penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur, bakteri, virus, nematoda, siput, tikus, burung dan binatang lain yang dianggap merugikan (Djojsumarto, 2008).

Berdasarkan cara masuknya ke dalam jasad sasaran, pestisida digolongkan menjadi :

1. Racun perut atau lambung merupakan bahan beracun pestisida yang dapat merusak sistem pencernaan jika tertelan oleh serangga.
2. Racun kontak merupakan bahan beracun pestisida yang dapat membunuh atau mengganggu perkembangbiakan serangga, jika bahan beracun tersebut mengenai tubuh serangga.
3. Racun nafas merupakan bahan racun pestisida yang biasanya berbentuk gas atau bahan lain yang mudah menguap (fumigan) dan dapat membunuh serangga jika terhisap oleh sistem pernafasan serangga tersebut.
4. Racun saraf merupakan pestisida yang cara kerjanya mengganggu sistem saraf jasad sasaran.
5. Racun protoplasmik merupakan racun yang bekerja dengan cara merusak protein dalam sel tubuh jasad sasaran.
6. Racun sistemik merupakan bahan racun pestisida yang masuk ke dalam sistem jaringan tanaman dan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman,

sehingga bila dihisap, dimakan atau mengenai jasad sasarannya bisa meracuni. Jenis pestisida tertentu hanya menembus ke jaringan tanaman (translaminar) dan tidak akan ditranlokasikan ke seluruh bagian tanaman (Abdi dan Hadis, 2012).

Pestisida Nabati

Pestisida nabati adalah pestisida yang berasal dari tumbuhan, sedangkan arti pestisida adalah bahan yang dapat digunakan untuk mengendalikan populasi OPT (Munarso *et al.*, 2012). Pestisida nabati bisa berfungsi sebagai penolak, penarik, antifertilitas (pemandul), pembunuh, dan bentuk lainnya. Karena terbuat dari bahan alami atau nabati, maka jenis pestisida ini bersifat mudah terurai di alam, sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia dan ternak peliharaan. Di Indonesia ada banyak jenis tumbuhan penghasil pestisida nabati. Bahan dasar pestisida nabati ini bisa ditemui di beberapa jenis tanaman. Zat yang terkandung di masing-masing tanaman memiliki fungsi berbeda ketika berperan sebagai pestisida.

Pestisida nabati pada dasarnya memanfaatkan senyawa sekunder tumbuhan sebagai bahan aktifnya. Senyawa ini berfungsi sebagai penolak, penarik, dan pembunuh hama serta sebagai penghambat nafsu makan hama. Penggunaan bahan-bahan tanaman yang memiliki sifat tersebut khususnya sebagai bahan aktif pestisida nabati diharapkan mampu mensubstitusi penggunaan pestisida sintesis. Kandungan residu bahan kimia sintesis pada berbagai produk pertanian yang membawa berbagai efek negatif bagi alam dan kehidupan di sekitarnya dapat ditekan serendah mungkin (Wiratno, 2010).

Pestisida nabati memiliki beberapa fungsi, antara lain *repellent*, yaitu menolak kehadiran serangga, misalnya dengan bau yang menyengat. *Antifeedant* yaitu mencegah serangga memakan tanaman yang telah disemprot, merusak perkembangan telur, larva, dan pupa, menghambat reproduksi serangga betina. Racun saraf yaitu mengacaukan sistem hormon di dalam tubuh serangga. Atraktan, pemikat kehadiran serangga yang dapat dipakai pada perangkat serangga (Syakir, 2011).

Cara Pembuatan Pestisida Nabati

Ada beberapa macam cara yang dapat digunakan dalam pembuatan pestisida nabati dari tumbuhan menurut Munarso *et al.* (2012) yaitu :

1. Pengepresan, yang merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengolah bagian tumbuhan dengan cara dipres untuk diambil cairan terkandung didalam tumbuhan tersebut seperti halnya minyak. Beberapa contoh tanaman yang dapat diolah dengan cara pengepresan adalah tanaman mimba *Azadirachta indica* Juss (Maeliaceae), jarak kepyar *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) dan jarak pagar *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae).
2. Pengabuan, merupakan cara pembuatan pestisida nabati berupa abu dengan cara membakar bagian tumbuhan yang diinginkan. Tumbuhan yang diolah dengan cara pengabuan ini memiliki aroma menyengat yang khas dan mengandung bahan yang dapat mengakibatkan iritasi pada serangga. Beberapa contoh tanaman yang dapat dijadikan pestisida nabati dengan cara pengabuan adalah abu pembakaran serai wangi *Cymbopogon nardus* L. (Poaceae) yang memiliki kandungan kadar silika tinggi yang dapat melukai serangga terutama hama gudang. Luka tersebut dapat mengakibatkan desikasi pada serangga atau pengeluaran cairan tubuh secara terus menerus, hingga serangga mati.
3. Penumbukan, merupakan cara pembuatan pestisida nabati dengan cara menumbuk bagian tanaman yang diinginkan sehingga menghasilkan tepung atau serbuk. Pestisida jenis ini biasanya digunakan untuk mengendalikan hama gudang. Contoh tanaman yang dapat diolah dengan cara ini adalah bunga piretrum *Chrysanthemum cinerariaefolium* Trevir (Asteraceae).
4. Ekstraksi, merupakan cara yang digunakan untuk mengambil senyawa kimia yang terkandung dalam suatu bahan. Berdasarkan pelarutnya, ada dua macam ekstraksi yaitu :
 - a. Ekstraksi sederhana dengan menggunakan pelarut berupa air (*Aquos extraction*). Cara ekstraksi ini dilakukan untuk bahan yang langsung dipakai sesaat setelah pembuatan, karena hasil ekstraksi dengan air ini tidak dapat bertahan lama. Salah satu contoh adalah ekstraksi akar tuba *Derris elliptica* Benth (Fabaceae) dengan air. Ekstraksi dengan cara ini dilakukan dengan atau tanpa perendaman (maserasi) terlebih dahulu. Perendaman bahan ini dapat dilakukan selama 1-2 hari, kemudian bahan disaring dan selanjutnya bisa diaplikasikan.

- b. Ekstraksi dengan menggunakan pelarut berupa bahan kimia seperti: etanol, methanol, alkohol, heksan, aseton, dan pelarut lainnya. Langkah awal dari ekstraksi ini adalah dilakukannya perendaman (maserasi) yang kemudian dilanjutkan dengan tahap evaporasi pelarut (menarik pelarut dari formula), sehingga diperoleh konsentrat bahan pestisida dari tumbuhan. Beberapa tanaman yang dapat digunakan untuk pestisida nabati dengan cara ekstraksi ini adalah ekstrak biji sirsak *Annona muricata* L. (Annonaceae), mimba *Azadirachta indica* Juss (Meliaceae) ataupun srikaya *Annona squamosa* L. (Annonaceae), Hasil ekstraksi bahan dengan cara ini dapat disimpan sehingga bisa bertahan lebih lama sampai kurang lebih 6-12 bulan.



III. METODOLOGI

Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Desember 2017 di Laboratorium Toksikologi Pestisida dan Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

Alat Dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah *rotary vacuum evaporator*, gelas ukur, tabung Erlenmeyer, alat *shaker*, pisau, gelas Beker, botol media 250 ml, cawan Petri sedang (d= 9cm), cawan Petri besar (d= 15), *hot plate*, spons (d= 9 cm, t= 0,5 cm), pipet, mikroskop, alat penggerus, *blender*, kuas halus, kertas label, kamera digital, kertas saring kecil (p= 2cm, l= 2cm), kertas saring besar (d= 9cm), corong kaca, nampan, labu penguap, kapas, timbangan digital, stoples mika (d= 12, t= 4).

Bahan-bahan yang digunakan adalah daun kacang babi diperoleh dari kebun organik Bina Sarana Bakti Cisarua-Bogor. Daun paitan diperoleh dari Desa Sumberbrantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, tungau *T. urticae* diperoleh dari daun singkong, daun stroberi, daun singkong, larutan metanol, aquades, alkohol 96%.

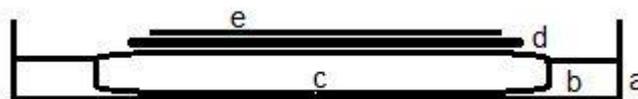
Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua percobaan. Percobaan pertama yaitu pengujian dua ekstrak yaitu ekstrak daun kacang babi (EDKB) dan ekstrak daun paitan (EDP) masing-masing untuk menentukan nilai *Lethal Concentration 50* (LC50) terhadap imago tungau *T. urticae*. Percobaan kedua adalah pengujian masing-masing ekstrak yaitu EDKB dan EDP terhadap reproduksi dan mortalitas tungau *T. urticae*.

Arena Perbanyak Tungau *Tetranychus urticae*

Arena perbanyak tungau *T. urticae* adalah dari cawan Petri berukuran sedang dan di dalamnya diletakkan spons kemudian diisi air secukupnya. Fungsi dari spons dan air adalah menjaga kelembaban di dalam arena perbanyak agar tungau *T. urticae* tidak keluar dari arena perbanyak. Kelembaban arena perbanyak terus dijaga dengan pemberian air secara teratur. Selanjutnya

diletakkan kapas di atas spons dan kemudian di atas kapas diletakkan daun stroberi yang terbebas dari pestisida. Fungsi dari daun stroberi tersebut adalah sebagai pakan untuk memenuhi nutrisi tungau *T. urticae*. Pakan diganti ketika daun terlihat mengering untuk menjaga kesegaran pakan dan menghindari pertumbuhan jamur maupun bakteri di arena perbanyakan dari tungau *T. urticae*.



Gambar 9. Penampang Melintang Arena Perbanyakan Tungau *Tetranychus urticae*. a: Petri, b: Air, c:Spons, d: Kapas, e: Daun

Identifikasi dan Perbanyakan Tungau *Tetranychus urticae*

Tungau *T. urticae* didapatkan dari daun singkong yang menunjukkan gejala serangan *T. urticae*. Kemudian tungau diidentifikasi di laboratorium menggunakan mikroskop. Identifikasi tungau dilakukan dengan mengambil imago jantan dan imago betina kemudian masing-masing tungau diletakkan pada kaca objek yang telah ditetesi larutan Hoyer dan ditutup dengan kaca penutup. Kaca objek tungau dipanaskan beberapa menit pada *hot plate* dengan tujuan mengeluarkan cairan Hoyer. Kemudian diamati di bawah mikroskop. Hasil pengamatan disesuaikan dengan buku identifikasi tungau Krantz (1970). Identifikasi dilakukan untuk memastikan tungau yang diperoleh dari lahan merupakan tungau *T. urticae*. Selanjutnya imago tungau yang mempunyai ciri-ciri sama seperti hasil identifikasi digunakan sebagai indukan dan ditempatkan di arena perbanyakan (Gambar lampiran 1).

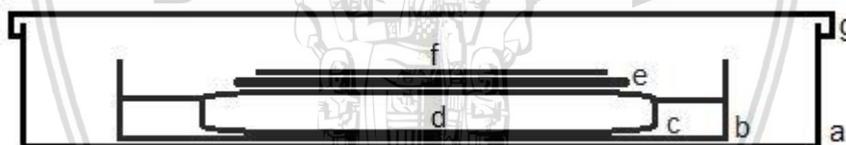
Ekstraksi Daun Kacang Babi dan Daun Paitan

Metode ekstraksi yang digunakan adalah dengan maserasi. Metode ini merupakan hasil modifikasi dari Arneti dan Santoni (2006); Abizar dan Prijono (2010); serta Petrus dan Parawansa (2014). Sebanyak 3 kg daun kacang babi dan daun paitan dikeringanginkan sampai diperoleh daun yang cukup kering atau bisa hancur ketika diremas, kemudian dipotong kecil-kecil berukuran sekitar 5x5 cm. Masing-masing daun dihaluskan dengan *blender* secara bergantian hingga menjadi serbuk. Masing-masing serbuk daun seberat 30 g dimasukkan ke dalam

botol media, selanjutnya dimasukkan 300 ml metanol kedalam botol media. Kemudian botol ditutup rapat supaya tidak terjadi penguapan dan dikocok menggunakan alat *shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama 24 jam. Setelah *dishaker* kemudian cairan disaring menggunakan kertas saring yang diletakan pada corong kaca dan ditampung dalam labu penguap. Cairan hasil saring tersebut diuapkan menggunakan alat *rotary vacuum evaporator* pada suhu 64,5°C untuk menghilangkan sisa pelarut selama lebih kurang 2 jam. Ekstrak disimpan dalam lemari pendingin dengan suhu 4°C sampai saat akan digunakan.

Pembuatan Arena Pengujian EDKB dan EDP pada *Tetranychus urticae*

Arena pengujian adalah stoples mika kecil yang didalamnya diletakkan cawan Petri berukuran sedang yang sudah ditempatkan spons dan air, selanjutnya ditempatkan kapas diatas spons kemudian diletakkan daun ketela pohon berdiameter sekitar 5 cm yang terbebas dari pestisida sebagai pakan *T. urticae*. Terakhir arena pengujian ditutup dengan tutup stoples.



Gambar 10. Penampang Melintang Arena Pengujian Tungau *Tetranychus urticae*: a: Stoples mika, b: Petri, c: Air, d: Spons, e: Kapas, f: Daun, g: Tutup Stoples

Pengujian EDKB dan EDP Untuk Penentuan LC50 pada *Tetranychus urticae*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai LC50 EDKB dan EDP terhadap imago tungau *T. urticae*. LC50 merupakan konsentrasi yang dibutuhkan oleh suatu pestisida untuk mematikan 50% dari tungau uji. Penentuan LC50 dilakukan tanpa mencampur kedua ekstrak sehingga akan menghasilkan dua konsentrasi LC50 yaitu LC50 EDKB dan LC50 EDP. Metode yang digunakan dalam pengujian hasil ekstraksi EDKB dan EDP adalah celup daun (Agazali *et al.*, 2015). Pengujian disusun dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Pengujian ini menggunakan 6 konsentrasi sebagai perlakuan serta konsentrasi 0% sebagai kontrol (Tabel 1) dan diulang sebanyak 4 kali ulangan

sehingga didapatkan sebanyak 28 satuan percobaan. Masing-masing perlakuan konsentrasi di tuang kedalam gelas Beker, setelah itu daun singkong sebagai pakan tungau *T.urticae* dipotong dengan ukuran 5x5 cm, kemudian dicelupkan kedalam masing-masing perlakuan selama lebih kurang 5 menit atau sampai ekstrak terlihat meresap kedalam daun. Setelah itu dikeringanginkan dan dimasukkan kedalam arena pengujian lalu arena pengujian diberi label perlakuan.

Tabel 1. Konsentrasi EDKB dan EDP yang Digunakan Sebagai Perlakuan Dalam Penentuan Nilai LC50

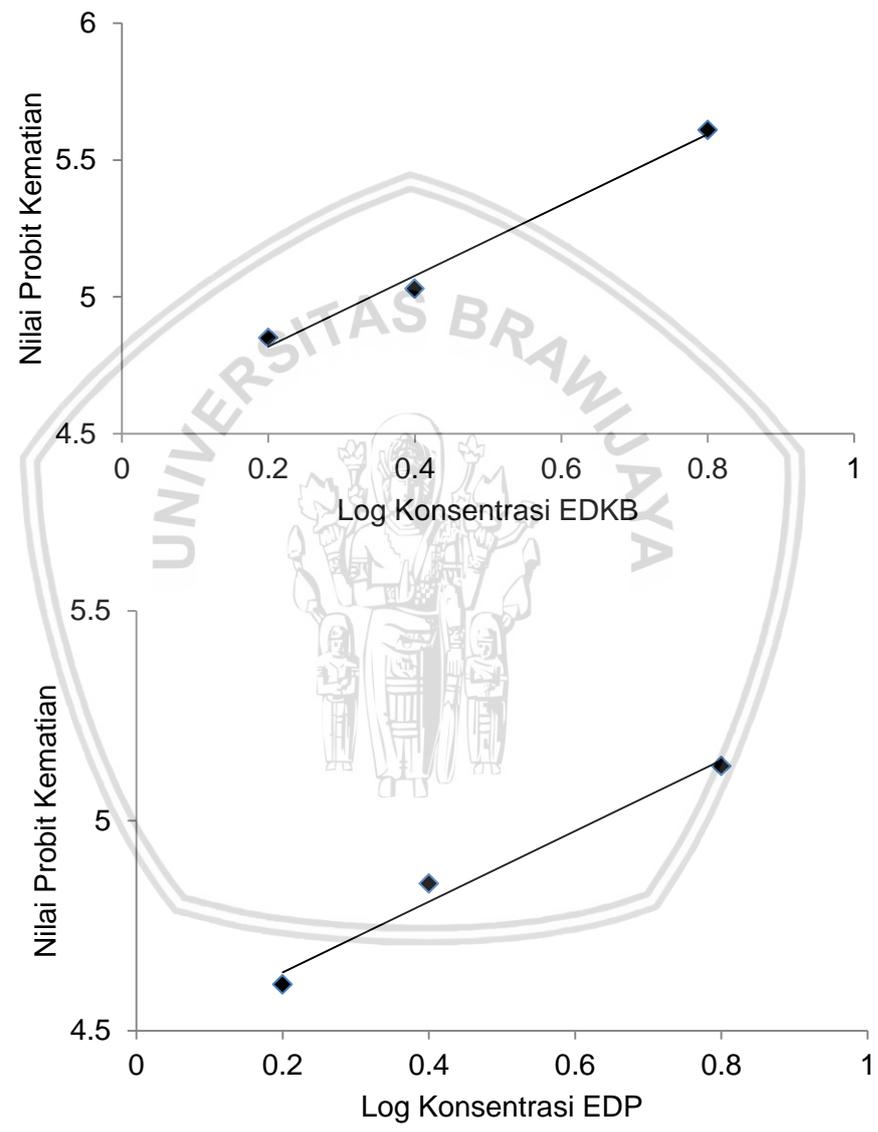
Perlakuan	Konsentrasi (%)
Kontrol EDKB	0,0
	0,2
	0,4
	0,8
EDP	0,2
	0,4
	0,8

Keterangan : EDKB ; Ekstrak Daun Kacang Babi, EDP ; Ekstrak Daun Paitan

Sebanyak 20 individu imago tungau *T. urticae* berumur sama tanpa membedakan jenis kelamin ditempatkan pada masing-masing arena pengujian di atas daun. Tungau berumur sama diperoleh dengan mengumpulkan lebih kurang 140 individu tungau *T. urticae* fase teliokrisalis pada cawan Petri dan tepat menjadi imago pada keesokan harinya. Total imago tungau *T. urticae* yang digunakan adalah 560 individu. Arena pengujian kemudian ditutup dengan tutup stoples agar udara dari lingkungan luar tidak masuk ke arena pengujian. Pengamatan dan pencatatan waktu kematian tungau *T. urticae* pada setiap perlakuan diamati pada 24 jam setelah aplikasi (JSA). Pengamatan tungau uji dilakukan dibawah mikroskop dengan cara menyentuh tubuh dan tungkai tungau menggunakan kuas halus. Apabila tubuh dan tungkai tungau ketika disentuh tidak bergerak maka tungau uji dianggap mati.

Data mortalitas imago tungau *T. urticae* kemudian dihitung menggunakan analisis probit dengan bantuan program Hsin Chi untuk mendapatkan nilai LC50. Dari hasil uji pendahuluan didapatkan LC50 EDKB yaitu 0,38%, sedangkan LC50 EDP adalah 0,75%. Hasil analisis probit menunjukkan bahwa semakin tinggi

konsentrasi, maka nilai probit kematian juga akan semakin tinggi (Gambar 11). Masing-masing konsentrasi LC50 digunakan sebagai acuan penentuan konsentrasi untuk pengujian reproduksi dan perlakuan mortalitas tungau *T.urticae*.



Gambar 11. Hubungan Antara Nilai Probit Kematian dan Logaritma Konsentrasi EDKB dan EDP

Pengujian EDKB dan EDP terhadap Reproduksi *Tetranychus urticae*

Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh EDKB dan EDP terhadap reproduksi tungau *T. urticae*. Variabel pengamatan yaitu keperidian dan



lama hidup tungau *T. urticae*. Dua konsentrasi yang didapatkan dari pengujian LC50 masing-masing ekstrak digunakan sebagai konsentrasi EDKB dan EDP, kemudian ditambah dengan konsentrasi 0% sebagai kontrol. Pengujian reproduksi tungau *T. urticae* disusun dengan menggunakan RAK. Daun singkong sebagai pakan pengujian dipotong dengan ukuran 5x5 cm, kemudian dicelupkan ke dalam masing-masing perlakuan selama 5 menit atau sampai ekstrak terlihat meresap ke dalam daun, lalu dikeringanginkan dan dimasukkan ke dalam arena pengujian. Pengujian diulang sebanyak 20 kali untuk masing-masing perlakuan sehingga diperoleh 60 unit satuan percobaan. Setiap satuan percobaan digunakan sepasang imago tungau *T. urticae* yang muncul pada hari yang sama. Tungau berumur sama diperoleh dengan mengumpulkan lebih kurang 60 pasang tungau *T. urticae* fase teliokrisalis pada cawan Petri dan tepat menjadi imago pada keesokan harinya, sehingga total keseluruhan imago tungau *T. urticae* yang digunakan dalam percobaan ini adalah 60 pasang. Total imago tungau *T. urticae* yang digunakan adalah 120 individu. Sepasang imago dipindahkan pada satu arena pengujian sesuai dengan perlakuan. Arena pengujian ditutup dengan tutup stoples kemudian diberi label. Kondisi air dan kelembaban didalam arena pengujian diperhatikan supaya tidak terjadi kontaminasi akibat jamur maupun bakteri. Pengamatan dilakukan 24 jam sekali dengan mencatat jumlah telur serta menghitung lama hidup imago jantan dan betina yang dilakukan setiap hari sampai imago mati. Telur yang dihasilkan imago betina dicatat jumlahnya kemudian disingkirkan menggunakan kuas halus.

Pengujian EDKB dan EDP terhadap Mortalitas *Tetranychus urticae*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh EDKB dan EDP terhadap mortalitas tungau *T. urticae* pada setiap fase. Fase yang akan diuji mortalitasnya adalah fase telur, larva, nimfa dan imago *T. urticae*. Perlakuan yang digunakan adalah konsentrasi dari LC50, 2 kali konsentrasi LC50 dan setengah kali konsentrasi LC50 dari masing-masing ekstrak, sehingga didapatkan 6 konsentrasi dengan 1 konsentrasi 0% sebagai kontrol (Tabel 2). Perlakuan berjumlah 7 dan disusun dengan menggunakan RAK. Pengujian ini diulang sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 28 satuan percobaan setiap fase tungau *T. urticae*.

Pengujian mortalitas imago menggunakan imago tungau *T. urticae* berumur sama. Imago berumur sama diperoleh dengan mengumpulkan lebih kurang 140 tungau *T. urticae* fase teliokrisalis pada arena perbanyakan yang keesokan harinya akan menjadi imago. Setelah imago *T. urticae* muncul, 20 individu tungau *T. urticae* dipindahkan pada masing-masing arena pengujian yang sudah ditempatkan pakan uji didalamnya. Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga akan digunakan 560 individu tungau *T. urticae*. Arena pengujian kemudian ditutup dengan tutup stoples agar udara dari lingkungan luar tidak masuk ke arena pengujian, kemudian kondisi air dan kelembaban didalam arena pengujian diperhatikan supaya tidak terjadi kontaminasi akibat jamur maupun bakteri. Pengamatan mortalitas imago dilakukan setiap hari sampai imago pada salah satu perlakuan mati seluruhnya. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop dengan cara menyentuh tubuh dan tungkai tungau menggunakan kuas halus. Apabila tubuh dan tungkai tungau ketika disentuh tidak bergerak maka tungau uji dianggap mati.

Tabel 2. Konsentrasi yang Digunakan Pada Pengujian EDKB dan EDP terhadap Mortalitas Tungau *Tetranychus urticae* Setiap Fase

Perlakuan	Konsentrasi (%)
Kontrol	0,00
EDKB	0,19
	0,38
	0,75
	1,50
EDP	0,38
	0,75
	1,50

Keterangan : EDKB; Ekstrak Daun Kacang Babi, EDP ; Ekstrak Daun Paitan

Pada pengujian mortalitas nimfa *T. urticae*, nimfa yang digunakan yaitu fase protonimfa yang berumur sama. Nimfa berumur sama diperoleh dengan cara mengumpulkan lebih kurang 140 tungau *T. urticae* fase protokrisalis pada arena perbanyakan yang keesokan harinya akan menjadi protonimfa. Setelah protonimfa tungau *T. urticae* muncul, 20 individu protonimfa tungau *T. urticae* dipindahkan pada masing-masing arena pengujian yang sudah ditempatkan pakan uji didalamnya. Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga akan digunakan 560 individu nimfa tungau *T. urticae*. Arena pengujian kemudian ditutup dengan tutup stoples agar udara dari lingkungan luar tidak masuk ke

arena pengujian. Untuk pengamatan mortalitas nimfa dilakukan setiap hari selama 5 hari atau sampai nimfa memasuki fase istirahat terakhir sebelum menjadi imago. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop dengan cara menyentuh tubuh dan tungkai tungau menggunakan kuas halus. Apabila tubuh dan tungkai tungau ketika disentuh tidak bergerak maka tungau uji dianggap mati.

Pengujian mortalitas larva juga tetap menggunakan larva tungau *T. urticae* berumur sama. Larva berumur sama diperoleh dengan cara menempatkan lebih kurang 20 imago betina pada arena pengujian yang pakannya sudah diberi perlakuan. Imago tersebut bertelur tepat keesokan harinya. Pada setiap arena pengujian disisakan lebih kurang 40 butir telur kemudian imago betina disisihkan menggunakan kuas halus. Telur dibiarkan selama 3 hari hingga menjadi larva. Kemudian disisakan 20 individu larva tungau *T. urticae* pada masing-masing perlakuan. Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga akan digunakan 560 individu larva tungau *T. urticae*. Arena pengujian kemudian ditutup dengan tutup stoples agar udara dari lingkungan luar tidak masuk ke arena pengujian. Pengamatan mortalitas larva dilakukan setiap hari selama 3 hari atau sampai larva memasuki fase nimfa. Apabila tungkai dan tubuh tidak bergerak ketika disentuh menggunakan kuas halus, maka dianggap mati. Larva *T. urticae* yang mati dihitung dan dicatat kemudian disingkirkan dari arena pengujian menggunakan kuas halus.

Metode aplikasi dalam pengujian daya tetas telur adalah metode celup daun (Mead dan Hala, 2012). Telur diperoleh dengan cara menempatkan kurang lebih 10 imago betina tungau *T. urticae* pada arena perbanyakan dan akan bertelur keesokan harinya. Kemudian disisakan 20 butir telur pada setiap perlakuan. Selanjutnya daun dicelupkan beserta telur tungau *T. urticae* pada masing-masing perlakuan selama lebih kurang 3 menit atau sampai ekstrak terlihat meresap kedalam daun. Selanjutnya daun dikeringanginkan dan ditempatkan di arena pengujian lalu arena ditutup menggunakan tutup stoples. Kondisi air dan kelembaban didalam arena pengujian diperhatikan supaya tidak terjadi kontaminasi akibat jamur maupun bakteri. Pengamatan daya tetas telur dilakukan setiap hari selama 4 hari setelah aplikasi ekstrak. Telur yang tidak menetas dihitung dan dicatat kemudian disingkirkan. Ciri-ciri telur yang tidak

menetas adalah telur tampak kisut dan menguning, terlihat rusak dan bentuknya tidak beraturan, kemudian telur tidak berubah menjadi larva.

Tingkat mortalitas pada setiap fase dihitung dengan rumus Damayanti *et al.* (2013) yaitu :

$$\% \text{ Mortalitas tungau} = \frac{\Sigma \text{ Tungau } Tetranychus \text{ urticae} \text{ yang mati}}{\Sigma \text{ Tungau } Tetranychus \text{ urticae} \text{ yang diamati}} \times 100\%$$

Apabila pada kontrol terdapat kematian tungau *T. urticae* maka dilakukan perhitungan persen koreksi kematian dengan rumus Abbot (1925) sebagai berikut:

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

yang MT adalah persentase mortalitas terkoreksi dalam persen (%), X adalah jumlah tungau yang hidup pada kontrol dan Y adalah jumlah serangga yang hidup pada perlakuan.

Selama penelitian dilaksanakan, suhu dan kelembaban laboratorium diamati menggunakan termohigrometer setiap pukul 06.00, 12.00, 18.00 kemudian dicatat. Sedangkan rerata suhu dan kelembaban laboratorium diperoleh dari pengukuran empat kali yaitu pukul 06.00, 12.00, 18.00 dan 06.00 dihari berikutnya karena pengukuran pada pukul 24.00 tidak dilakukan.

Analisis data

Data hasil pengamatan mortalitas dan reproduksi *T.urticae* dianalisis dengan analisis sidik ragam. Apabila hasil analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjutan menggunakan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf kesalahan 5%. Program yang digunakan untuk analisis sidik ragam dan uji lanjutan DMRT adalah DAASAT.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh EDKB dan EDP terhadap Reproduksi Tungau *Tetranychus urticae*

Perlakuan EDKB dan EDP berpengaruh secara nyata terhadap keperidian dan lama hidup tungau *T. urticae* (Tabel 3). Perlakuan EDKB dan EDP mampu menghambat imago betina tungau *T. urticae* dalam meletakkan telur dibandingkan kontrol. Aplikasi EDKB lebih efektif dibandingkan EDP dalam menurunkan keperidian tungau *T. urticae*. Keperidian paling rendah terjadi pada perlakuan EDKB. Hasil percobaan juga berpengaruh secara nyata terhadap lama hidup jantan dan betina imago tungau *T. urticae*. Perlakuan EDKB dan EDP menyebabkan lama hidup jantan dan betina tungau *T. urticae* menjadi lebih singkat dibandingkan kontrol. Data keperidian dan lama hidup imago tungau *T. urticae* tersebut didapatkan dari data pengamatan selama 4 hari, karena dalam waktu 4 hari semua imago jantan dan betina pada kedua perlakuan EDKB dan EDP sudah mati.

Tabel 3. Rerata Keperidian dan Lama Hidup Imago Tungau *Tetranychus urticae* Setelah Aplikasi

Perlakuan	Variabel Pengamatan		
	Keperidian (butir)	Lama hidup jantan (hari)	Lama hidup betina (hari)
	$(\bar{x} \pm SB)$	$(\bar{x} \pm SB)$	$(\bar{x} \pm SB)$
Kontrol	15 ± 2,35 c	3,90 ± 1,02 c	8,25 ± 1,03 c
EDKB	1 ± 0,28 a	1,30 ± 0,47 a	1,90 ± 0,91 a
EDP	3 ± 0,84 b	1,45 ± 0,69 b	2,25 ± 0,85 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5%, \bar{x} adalah rerata dan SB adalah Simpangan Baku, EDKB: Ekstrak Daun Kacang Babi, EDP: Ekstrak Daun Paitan

Berdasarkan hasil penelitian, aplikasi EDKB dan EDP dapat menekan keperidian dari tungau *T. urticae*. Hal tersebut nampaknya disebabkan oleh kandungan senyawa dari kedua ekstrak yang menghambat kemampuan bertelur dari tungau betina *T. urticae*. Senyawa yang terkandung dari EDKB dan EDP masuk kedalam tubuh imago tungau *T. urticae* dan mengganggu proses reproduksi dari imago betina. Berdasarkan pernyataan Delfel *et al.* (1970) dan Lambert *et al.* (1993) tiga jenis senyawa rotenoid utama yang bersifat insektisida dalam tanaman *T. vogelii* adalah rotenon, deguelin, dan tefrosin. Menurut Briggs

(1992, dalam Mudzingwa *et al.* 2013) senyawa rotenon merupakan senyawa yang memiliki peran ganda jika menjadi pestisida nabati. Rotenon dapat menimbulkan efek teratogenesis dan dapat menurunkan tingkat reproduksi tungau *T. urticae*. Teratogenesis adalah proses yang menyebabkan terjadinya berbagai bentuk kelainan perkembangan embrio sehingga menyebabkan terjadinya cacat kelahiran. Meskipun tungau *T. urticae* menghasilkan telur, telur yang dihasilkan tidak bisa menetas. Sementara itu menurut Obafemi *et al.* (2009) kandungan yang terdapat dalam tanaman paitan adalah sesquiterpen, diterpen dan monoterpen. Senyawa tersebut dapat berfungsi sebagai *antifeedant* atau penghambat nafsu makan tungau *T. urticae*. Adanya senyawa tersebut menyebabkan aktivitas makan tungau *T. urticae* berkurang. Akibatnya tungau *T. urticae* tidak mendapatkan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Nutrisi yang dibutuhkan tungau *T. urticae* terutama protein tidak didapatkan karena imago tungau *T. urticae* tidak makan dengan normal. Hal tersebut mengakibatkan tungau betina *T. urticae* tidak dapat bertelur dengan maksimal dan menyebabkan keperidian dari betina tungau *T. urticae* menjadi rendah. Hal tersebut sesuai dengan Genc (2006) yang menyatakan bahwa salah satu senyawa yang paling dibutuhkan serangga dalam bereproduksi adalah protein, kurang dan lebihnya protein yang didapatkan tungau *T. urticae* akan berpengaruh terhadap kemampuannya bertelur. Diketahui pada pengamatan keperidian, jumlah telur yang dihasilkan imago betina tungau *T. urticae* terhitung rendah dibandingkan kontrol. Menurut Helle dan Sabelis (1985, dalam Mondal dan Ara, 2006) dalam waktu 5 hari, satu tungau betina *T. urticae* dapat bertelur sebanyak 60 butir. Sementara itu Mondal dan Ara (2006) menyatakan dalam waktu 4 hari betina tungau *T. urticae* dapat bertelur hingga 52 butir.

Aplikasi EDKB dan EDP menyebabkan lama hidup imago tungau *T. urticae* menjadi lebih singkat. Hal tersebut terlihat dari tungau betina yang langsung bertelur pada hari pertama menjadi imago tanpa melewati waktu praoviposisi. Berbeda dengan perlakuan kontrol yang melewati masa praoviposisi lebih kurang 1 hari. Senyawa yang terkandung dalam kedua ekstrak dapat mengganggu reproduksi dari tungau betina dan menyebabkan lama hidupnya menjadi singkat. Menurut Bhardwaj dan Ansari (2015), zat toksik dalam ekstrak tanaman menghambat perkembangan ovariol dan oosit bahkan

menghambat proses pembentukan sel telur pada ovarium imago betina *Earias vitella* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). Sedangkan pada imago jantan terjadi kerusakan gonad yang menyebabkan berkurangnya ukuran testis, hilangnya motilitas sperma, kurangnya sel sperma (aspermia) sehingga mengakibatkan menurunnya kemampuan imago jantan untuk membuahi betina.

Lama hidup imago betina tungau *T. urticae* yang semakin singkat, menyebabkan keperidiannya semakin rendah (Tabel 3). Hal ini didukung oleh uji korelasi keperidian dan lama hidup imago betina tungau *T. urticae* yang menunjukkan korelasi yang positif ($r=0,94$, $P=0,005$) (Tabel Lampiran 23). Artinya keperidian tungau betina *T. urticae* dipengaruhi oleh lama hidupnya. Menurut Riyanto dan Sudrajat (2008) bahwa umur serangga akan berbanding lurus dengan kemampuan reproduksinya, sehingga semakin singkat umur serangga, maka kemampuan reproduksinya juga semakin rendah.

Rerata suhu laboratorium selama penelitian adalah 27°C dan rerata kelembaban nisbi adalah 70,67%. Keadaan tersebut sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan dari tungau *T. urticae*, rendahnya keperidian dan singkatnya lama hidup tungau *T. urticae* disebabkan aplikasi EDKB dan EDP. Sesuai pernyataan dari Riahi *et al.* (2013) bahwa suhu yang paling sesuai dengan perkembangan, kelangsungan hidup dan reproduksi tungau *T. urticae* adalah $26-30^{\circ}\text{C}$, sementara itu menurut Karlec *et al.* (2016) lingkungan yang sesuai untuk perkembangan tungau *T. urticae* adalah pada suhu 25°C dan kelembaban 70%.

Pengaruh EDKB dan EDP terhadap Mortalitas Imago Tungau *Tetranychus urticae*

Perlakuan EDKB dan EDP berpengaruh nyata terhadap mortalitas imago tungau *T. urticae*. Perlakuan beberapa konsentrasi EDKB dan EDP mampu mematikan imago tungau *T. urticae* dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan EDKB 0,75% menunjukkan persentase mortalitas imago tungau *T. urticae* tertinggi, sedangkan mortalitas terendah perlakuan EDKB yaitu pada konsentrasi 0,18%. Untuk perlakuan EDP persentase mortalitas tertinggi pada konsentrasi 1,5%, sedangkan mortalitas terendah terjadi pada konsentrasi terendah yaitu 0,38% (Tabel 4). Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa ekstrak EDKB dan EDP efektif dalam mematikan imago tungau *T. urticae*.

Tabel 4. Rerata Mortalitas Imago Tungau *Tetranychus urticae* Setelah Aplikasi

Perlakuan	Konsentrasi (%)	Kematian imago pada ... hari setelah aplikasi (%)					
		1		2		3	
		$(\bar{x} \pm SB)$		$(\bar{x} \pm SB)$		$(\bar{x} \pm SB)$	
Kontrol	0,00	0,00 ± 0,00	a	0,00 ± 0,00	a	0,00 ± 0,00	a
EDP	0,38	19,72 ± 9,87	b	23,07 ± 8,79	b	27,39 ± 14,71	b
EDKB	0,19	16,92 ± 10,00	b	32,90 ± 7,59	bc	37,78 ± 9,85	c
EDP	0,75	32,53 ± 6,25	bc	44,20 ± 3,49	cd	46,88 ± 6,70	c
EDKB	0,38	23,53 ± 9,14	bcd	49,23 ± 15,52	d	54,78 ± 11,34	c
EDP	1,50	37,69 ± 8,86	cd	57,43 ± 7,26	d	60,66 ± 5,25	d
EDKB	0,75	40,34 ± 17,59	d	57,12 ± 7,36	d	100,00 ± 00,00	e

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%, \bar{x} : rerata dan SB: Simpangan Baku, EDKB: Ekstrak Daun Kacang Babi, EDP: Ekstrak Daun Paitan

Perlakuan konsentrasi dari masing-masing ekstrak menunjukkan hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi, maka mortalitas yang terjadi juga semakin tinggi. Hasil tersebut didukung oleh pernyataan Mkenda *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi suatu pestisida maka zat racun yang terkandung didalamnya juga semakin tinggi, sehingga menyebabkan mortalitas yang juga semakin tinggi.

Mortalitas imago tungau *T. urticae* diduga disebabkan oleh senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam EDKB. Senyawa metabolit sekunder tersebut mengganggu pertumbuhan dan perkembangan dari imago tungau *T. urticae* dan menyebabkan imago mati. Delfel *et al.* (1970) menyatakan kandungan senyawa yang terdapat pada ekstrak daun *T. vogelii* adalah senyawa dari golongan rotenoid seperti rotenon, tephrosin dan deguelin. Mkenda *et al.* (2014) menambahkan bahwa ekstrak daun *T. vogelii* juga mengandung senyawa sarcolobine dan α -toxicarol. Senyawa yang terkandung dalam EDKB nampaknya merupakan senyawa yang memiliki mekanisme racun perut, karena mortalitas pada 1 HSA belum tergolong tinggi. Pengaruh senyawa racun tersebut baru dapat terlihat pada 1 HSA, diduga hal tersebut terjadi setelah imago tungau *T. urticae* memakan daun perlakuan. Pernyataan tersebut sesuai dengan Wulan (2008) yang menyatakan bahwa ekstrak daun *T. vogelii* memiliki efek racun berupa racun perut terhadap larva *C. pavonana* terutama senyawa rotenon. Mekanisme kerja dari rotenon sebagai racun perut adalah dapat menghambat transfer elektron dari Fe-S ke ubikuinon dalam transportasi elektron didalam

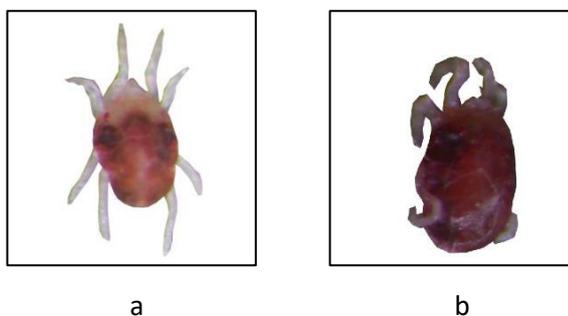


mitokondria. Ini menyebabkan NADH tidak bisa diubah menjadi energi seluler berupa ATP. Karena ATP tidak terbentuk, maka tungau *T. urticae* menjadi tidak mempunyai tenaga untuk bergerak maupun melakukan aktivitas lainnya. Mekanisme kerja dari rotenon sedikit lambat dalam mematikan serangga tetapi dapat menyebabkan serangga segera berhenti makan. Alat mulut menjadi lumpuh sehingga serangga berhenti makan dan mati kelaparan. Sementara itu menurut Hollingworth (2001, dalam Abizar dan Prijono, 2010) rotenon juga bekerja sebagai racun respirasi sel, yaitu menghambat transfer elektron dalam NADH-koenzim ubikuinon reduktase (kompleks I) pada sistem transportasi elektron di dalam mitokondria. Terhambatnya proses respirasi sel akan menurunkan produksi ATP yang merupakan sumber energi, sehingga aktivitas sel akan terganggu dan serangga menjadi lumpuh dan mati.

Kandungan senyawa dalam EDP juga dapat menyebabkan mortalitas imago tungau *T. urticae*. Dari pengamatan 1 HSA hingga 3 HSA terjadi kematian pada imago tungau *T. urticae* (Tabel 4). Tingginya tingkat mortalitas fase imago nampaknya disebabkan pada fase tersebut merupakan fase tungau *T. urticae* aktif makan bila dibandingkan fase lain. Ukuran tubuh imago yang lebih besar dibandingkan fase lain, menyebabkan fase imago membutuhkan nutrisi yang lebih banyak, sehingga aktivitas makan pada fase ini juga lebih tinggi. Hal tersebut mengakibatkan senyawa yang masuk ke tubuh imago *T. urticae* juga semakin tinggi. Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam EDP dapat menyebabkan mortalitas pada imago tungau *T. urticae*. Menurut Taofik *et al.* (2010), senyawa-senyawa yang terkandung dalam daun paitan adalah senyawa flavonoid, alkaloid dan tanin, sedangkan menurut Widari (2005) kandungan senyawa aktif daun paitan terdiri atas triterpen atau steroida, glikosida, saponin dan flavonoida. Senyawa-senyawa tersebut merupakan senyawa yang berfungsi sebagai penghambat nafsu makan atau *antifeedant*, sehingga imago tungau *T. urticae* mati karena aktivitas makannya berkurang. Mekanisme kerja dari *antifeedant* menurut Koul (2008) terjadi karena adanya senyawa kimia yang mencegah atau menunda aktivitas makan suatu organisme. Mojica (2009) menambahkan bahwa ketika senyawa beracun masuk ke dalam tubuh, neuron pada kemoreseptor yang sensitif terhadap senyawa tersebut akan merespon dan menyampaikan pada sel penerima kemudian langsung diinterpretasikan oleh sistem saraf pusat. Pesan khusus yang diterima sistem saraf pusat langsung

mengarah pada penolakan terhadap sumber makanan. Hal tersebut yang membuat organisme menolak untuk makan sehingga tubuh kekurangan nutrisi dan bentuk tubuh berubah. Taofik *et al.* (2010) menyatakan alkaloid dan flavonoid juga merupakan senyawa yang dapat bertindak sebagai *stomach poisoning* atau racun perut, sehingga menyebabkan sistem pencernaan terganggu. Senyawa tersebut juga mampu menjadi penghambat dari reseptor perasa pada tungau dan mengakibatkan tungau tidak dapat mengenali makanannya. Sementara itu senyawa tanin merupakan senyawa yang digunakan tanaman paitan sebagai sistem pertahanannya. Apabila tanin masuk ke tubuh serangga, maka pencernaannya akan terganggu. Menurut Yunita *et al.* (2009), tanin mengganggu pencernaan makanan karena tanin dapat mengikat protein yang akan digunakan oleh tungau untuk pertumbuhan dan bereproduksi. Jadi proses penyerapan protein oleh tungau *T. urticae* menjadi terganggu. Sementara senyawa saponin dapat menurunkan aktivitas enzim protease dalam saluran pencernaan serangga, sehingga mempengaruhi proses penyerapan makanan.

Berdasarkan pengamatan, terjadi perubahan morfologi pada imago tungau *T. urticae* yang mati akibat dari EDKB dan EDP. Imago yang sehat tubuhnya segar berwarna merah dan tungkainya beraturan, ketika disentuh bergerak. Sementara itu imago yang mati akibat ekstrak tungkainya tidak beraturan dan ketika disentuh menggunakan kuas halus, tungau *T. urticae* tidak bergerak sama sekali. Selain itu tubuh tungau menjadi mengkerut dan lama-lama mengering (Gambar 12b). Tungau *T. urticae* yang mati alami tubuhnya tidak mengalami perubahan warna, sedangkan tungau yang mati akibat aplikasi EDKB dan EDP tubuhnya kisut dan warnanya kehitaman. Sesuai dengan Arneti dan Santoni (2006) yang menyatakan bahwa keadaan visual dari serangga yang mati akibat pestisida nabati adalah pada bagian tubuhnya menghitam dan mengering.



Gambar 12. Imago Tungau *Tetranychus. urticae*. a: Sehat, b: Mati Akibat Aplikasi EDKB dan EDP (perbesaran 5,6x)

Pengaruh EDKB dan EDP terhadap Mortalitas Nimfa Tungau *Tetranychus urticae*

Perlakuan EDKB dan EDP berpengaruh secara nyata terhadap mortalitas nimfa tungau *T. urticae* pada 2, 3 dan 4 HSA, sedangkan pada 1 HSA tidak berpengaruh nyata atau sama. Perlakuan beberapa konsentrasi EDKB dan EDP pada 2, 3 dan 4 HSA dapat mematikan nimfa tungau *T. urticae* dibandingkan dengan kontrol, sedangkan pada 1 HSA tidak mampu mematikan nimfa tungau *T. urticae* atau sama dengan kontrol. Mortalitas tertinggi pada nimfa *T. urticae* terjadi pada EDKB konsentrasi 0,75%, sedangkan mortalitas tertinggi perlakuan EDP terjadi pada konsentrasi 1,5% (Tabel 5).

Tabel 5. Rerata Mortalitas Nimfa tungau *Tetranychus urticae* Setelah Aplikasi

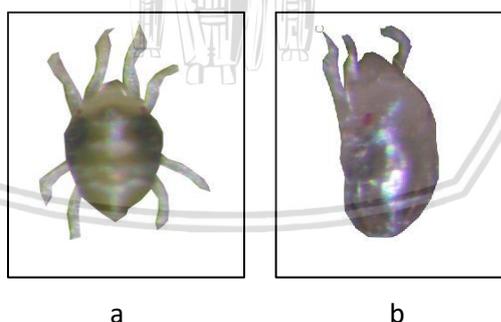
Perlakuan konsentrasi (%)	Kematian nimfa pada ... hari setelah aplikasi (%)			
	1 ($\bar{x} \pm SB$)	2 ($\bar{x} \pm SB$)	3 ($\bar{x} \pm SB$)	4 ($\bar{x} \pm SB$)
Kontrol	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a
EDP 0,38	1,25 ± 2,50 a	3,53 ± 2,50 abc	0,40 ± 2,50 a	1,32 ± 2,63 a
EDKB 0,19	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	5,00 ± 5,77 ab	6,38 ± 6,26 a
EDP 0,75	3,75 ± 7,50 a	11,17 ± 4,08 cd	12,67 ± 4,93 bc	8,95 ± 2,47 a
EDP 1,5	3,75 ± 2,50 a	8,04 ± 4,79 acd	17,16 ± 8,52 c	19,21 ± 4,70 b
EDKB 0,38	7,50 ± 6,45 a	13,95 ± 8,59 d	16,45 ± 6,25 c	21,65 ± 10,08 b
EDKB 0,75	3,75 ± 7,50 a	14,01 ± 7,80 d	27,83 ± 8,56 d	34,61 ± 13,85 c

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%, \bar{x} : rerata dan SB: Simpangan Baku, EDKB: Ekstrak Daun Kacang Babi, EDP: Ekstrak Daun Paitan

Mortalitas nimfa tungau *T. urticae* diduga disebabkan oleh senyawa dari EDKB maupun EDP. Senyawa dari kedua ekstrak dapat mengganggu perkembangan nimfa tungau *T. urticae*, namun mortalitas yang terjadi tidak maksimal seperti pada imago, larva dan telur. Rendahnya mortalitas tersebut diduga disebabkan karena pada fase nimfa, terjadi fase istirahat sebanyak dua kali. Terjadinya fase istirahat pada fase nimfa merupakan fase yang digunakan nimfa untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungannya yang meliputi ketersediaan makan, suhu dan kelembaban. Hal tersebut sesuai dengan Tehri (2014) yang menyatakan bahwa fase istirahat pada tungau *T. urticae* merupakan fase adaptif. Fase tersebut digunakan tungau untuk beradaptasi dengan lingkungan barunya maupun beradaptasi dengan ketersediaan makanannya. Karena senyawa dari EDKB dan EDP menyebabkan pakan nimfa tungau

T. urticae beracun, maka nimfa tersebut tidak makan kemudian mengalami fase istirahat. Hal tersebut membuat senyawa yang terkandung dalam EDKB maupun EDP tidak masuk dan bereaksi di tubuh nimfa tungau *T. urticae*. Sesuai dengan pernyataan Benardi (2016) bahwa fase larva, protonimfa dan deutonimfa merupakan fase pada saat tungau aktif makan, sedangkan pada fase istirahat tungau tidak aktif makan dan tidak bergerak. Sama halnya menurut Pramudianto dan Sari (2016), pada kondisi yang tidak menguntungkan dan pada saat tungau beristirahat, tungau berhenti makan dan bertelur.

Nimfa tungau *T. urticae* yang mati akibat EDKB dan EDP mengalami perubahan morfologi. Nimfa yang mati posisi tungkainya terlihat melipat ke dalam dan tidak beraturan, tubuhnya mengerut, apabila disentuh dengan kuas halus baik tungkai dan tubuhnya tidak bergerak sama sekali dan lama kelamaan akan mengering (Gambar 13b). Berbeda dengan nimfa yang masih sehat, kedelapan tungkainya masih terlihat segar dan kuat. Tubuhnya terlihat berisi dan apabila disentuh dengan kuas halus, nimfa tersebut bergerak (Gambar 13a). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Castanera dan Ramos (2000) bahwa tungau yang mati akibat pestisida nabati ditunjukkan dengan tungkai bagian depan dan belakang melipat ke bagian dalam serta ditunjukkan dengan penyusutan ukuran tubuh.



Gambar 13. Nimfa Tungau *Tetranychus urticae*. a: Sehat, b: Mati Akibat Aplikasi EDKB dan EDP (perbesaran 5,6x)

Pengaruh EDKB dan EDP terhadap Mortalitas Larva Tungau *Tetranychus urticae*

Perlakuan perbedaan konsentrasi EDKB dan EDP berpengaruh secara nyata terhadap mortalitas larva *T. urticae*. Perlakuan perbedaan konsentrasi

EDKB dan EDP mampu mematikan larva tungau *T. urticae* dibandingkan kontrol. Selama 3 hari pengamatan, pada EDKB mortalitas tertinggi terjadi pada konsentrasi 0,75%, sedangkan mortalitas terendah terjadi pada EDKB 0,19%. Mortalitas tertinggi perlakuan EDP yaitu pada konsentrasi 1,50% dan mortalitas terendah yaitu EDP 0,38% (Tabel 6). Mortalitas larva tungau *T. urticae* tidak mencapai 100% disebabkan lama stadia larva pada tungau *T. urticae* berkisar 2-4 hari. Ada beberapa individu larva yang dalam waktu 3 hari sudah memasuki fase istirahat atau protokrisalis. Menurut Karlec *et al.* (2016) lama stadia larva tungau *T. urticae* pada komoditas stroberi lebih kurang 3 hari. Sementara Benardi (2016) menyatakan bahwa lama stadia larva pada tiga kultivar stroberi lebih kurang 2 hari.

Tabel 6. Rerata mortalitas larva *Tetranychus urticae* setelah aplikasi

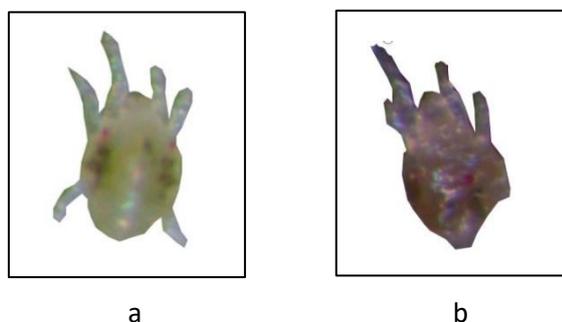
Perlakuan	Konsentrasi (%)	Kematian larva pada ... hari setelah aplikasi (%)		
		1 ($\bar{x} \pm SB$)	2 ($\bar{x} \pm SB$)	3 ($\bar{x} \pm SB$)
Kontrol	0,00	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a
EDP	0,38	6,53 ± 2,50 a	16,69 ± 4,13 b	18,83 ± 10,31 b
EDKB	0,19	16,81 ± 15,16 a	25,88 ± 6,43 bc	33,14 ± 5,79 bc
EDP	0,75	25,83 ± 2,50 a	34,05 ± 2,26 bc	45,54 ± 17,02 cd
EDP	1,50	25,70 ± 4,79 b	42,35 ± 0,82 c	54,47 ± 2,89 d
EDKB	0,38	30,56 ± 8,35 c	50,07 ± 10,67 d	63,36 ± 9,14 e
EDKB	0,75	29,58 ± 12,05 c	59,05 ± 14,44 d	92,19 ± 15,63 f

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%, \bar{x} : rerata dan SB: Simpangan Baku, EDKB: Ekstrak Daun Kacang Babi, EDP: Ekstrak Daun Paitan

Mortalitas yang terjadi pada larva tungau *T. urticae* diduga disebabkan oleh senyawa dari EDKB. Senyawa yang terkandung dalam EDKB menyebabkan larva tungau *T. urticae* keluar menjauhi arena pengujian kemudian larva tungau *T. urticae* terjatuh ke atas kapas. Hal tersebut disebabkan oleh daya *repellent* dari senyawa yang terkandung di EDKB. Karena tidak cocok dengan senyawa yang dikeluarkan EDKB tersebut, larva tungau *T. urticae* bergerak menjauhi daun dan mati di atas kapas yang dalam kondisi lembab. Sesuai dengan pernyataan dari Mmbone (2014) bahwa dalam waktu 10 menit, konsentrasi EDKB sebanyak 30 g/l dapat menjauhkan 10 tungau *T. urticae* dari arena perlakuan.

Senyawa yang terkandung dalam EDP juga dapat menyebabkan mortalitas larva tetapi tidak maksimal seperti mortalitas pada perlakuan EDKB. Kandungan senyawa dalam EDP yang dapat mematikan larva tungau *T. urticae* nampaknya tidak bereaksi dengan baik didalam tubuh larva tungau *T. urticae*. Rohman (2007); Megawati (2010) dan Pasetriyani (2010), menyatakan bahwa salah satu kelemahan pestisida nabati adalah daya kerja relatif lambat dan tidak membunuh organisme sasaran secara langsung. Pereira *et al.* 1997; Goffin *et al.* (2003, dalam Wardhana dan Diana, 2014) menyatakan bahwa senyawa yang terkandung dalam tanaman paitan yang bersifat larvasidal adalah seskuiterpenoid lakton. Selain itu Sulitijowati dan Gunawan (2001) berhasil mengidentifikasi kandungan senyawa dalam tanaman paitan dan menemukan 12 senyawa terpenoid, 14 senyawa flavonoid dan glukosa dengan metode kromatografi. Menurut pernyataan dari Ivanice *et al.* (2004) senyawa-senyawa tersebut mampu membuka *lipid bilayer* yang terdapat pada kutikula serangga sehingga mengakibatkan cairan membran meningkat dan permeabilitas sel otot terganggu. Kondisi tersebut akan melemahkan gerakan serangga dan mengakibatkan serangga mengalami kematian.

Berdasarkan pengamatan, morfologi larva tungau *T. urticae* yang sehat tidak terkena pengaruh ekstrak terlihat segar, tungkainya kuat dan berubah menjadi nimfa (Gambar 12a), sedangkan larva yang mati karena EDKB dan EDP terlihat tidak segar, tubuh mengkerut, tungkai tidak beraturan, lama-kelamaan mengering dan larva tidak berubah menjadi nimfa (Gambar 12b). Larva tungau *T. urticae* yang mati akibat EDKB dan EDP tidak hanya mengkerut dan mengering, tetapi beberapa tungau mati karena terjatuh dengan keluar dari arena percobaan dan mati diatas kapas.



Gambar 12. Larva Tungau *Tetranychus urticae*. a: Sehat, b: Mati Akibat Aplikasi EDKB dan EDP(perbesaran 5,6x)

Pengaruh EDKB dan EDP terhadap Daya Tetas Telur Tungau *Tetranychus urticae*

Perlakuan EDKB dan EDP berpengaruh secara nyata terhadap daya tetas telur tungau *T. urticae*. Perlakuan berbagai konsentrasi EDKB dan EDP mampu mematikan dan menghambat daya tetas telur tungau *T. urticae* dibandingkan kontrol. Perlakuan EDKB 0,75% menunjukkan persentase telur tidak menetas tertinggi yaitu mencapai 78,75%, sementara konsentrasi terendah EDKB yaitu 0,19% mampu menurunkan daya tetas telur sebanyak 25%, sedangkan perlakuan EDP konsentrasi tertinggi 1,50% mampu menghambat daya tetas telur *T. urticae* hingga 30% dan konsentrasi terendah 0,38% menunjukkan persentase telur tidak menetas terendah dibanding perlakuan lain dengan nilai 11,25%. Perlakuan EDP 0,75; EDP 1,5; dan EDKB 0,19% menyebabkan telur tidak menetas yang sama (Tabel 7).

Tabel 7. Rerata Telur Tungau *Tetranychus urticae* Tidak Menetas Setelah Aplikasi

Perlakuan	Konsentrasi (%)	Telur Tidak Menetas (%)	
		$(\bar{x} \pm SB)$	
Kontrol	0,00	0,00 ± 0,00	a
EDP	0,38	11,25 ± 4,79	b
EDP	0,75	23,75 ± 4,79	c
EDKB	0,19	25,00 ± 8,16	c
EDP	1,50	30,00 ± 5,77	c
EDKB	0,38	53,75 ± 7,50	d
EDKB	0,75	78,75 ± 7,50	e

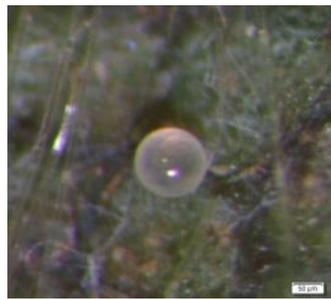
Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%, \bar{x} : rerata dan SB: Simpangan Baku, EDKB: Ekstrak Daun Kacang Babi, EDP: Ekstrak Daun Paitan

Telur tungau *T. urticae* tidak dapat menetas nampaknya disebabkan oleh senyawa yang dikeluarkan oleh EDKB dan EDP. Senyawa yang terkandung dalam EDKB dan EDP nampaknya menjadi racun dan masuk ke dalam telur, sehingga telur mengalami gangguan perkembangan dan rusak. Metode maserasi yang dilakukan dapat memicu keluarnya senyawa-senyawa yang terkandung dalam EDKB dan EDP, termasuk senyawa volatil. Senyawa volatil dari tanaman menguap pada suhu ruangan 27-30°C, namun tetap memerlukan waktu cukup lama untuk menguap dan meracuni serangga. Senyawa volatil tersebut dapat menembus dinding telur *T. urticae* ketika telur melakukan respirasi. Sesuai

dengan Narumi (2012) senyawa yang termasuk ke dalam golongan flavonoid yang terkandung dalam daun paitan dapat masuk melalui pernafasan sehingga dapat menimbulkan kelayuan pada saraf serta merusak sistem pernafasan, sehingga telur tidak dapat bernafas dan tidak menetas. Terganggunya proses pernafasan akan menurunkan produksi ATP yang merupakan sumber energi, sehingga aktivitas sel akan terganggu dan menyebabkan telur tidak menetas. Meskipun pada telur tersebut terdapat lapisan pelindung berupa eksosorion, diduga senyawa dari kedua ekstrak dapat menembus lapisan pelindung tersebut, sehingga dapat mengganggu proses telur melakukan respirasi. Melalui respirasi tersebut, senyawa volatil dan senyawa yang lain masuk ke dalam telur kemudian bereaksi bersama oksigen dan mengakibatkan telur tidak dapat menetas. Menurut Witalinski (1993), telur tungau genus *Tyrophagus* memiliki lapisan eksosorion yang berfungsi melindungi telur. Lapisan tersebut menyaring senyawa-senyawa yg masuk sehingga oksigen bisa terserap oleh telur untuk digunakan berespirasi. Sementara itu Ramos dan Castanera (2001) menyatakan bahwa telur tungau genus *Thyrophagus* membutuhkan oksigen untuk menetas, sehingga diduga senyawa volatil masuk ke telur bersama oksigen kemudian menembus lapisan eksosorion dan mengakibatkan telur tidak menetas.

Selain berfungsi sebagai racun pernafasan, diduga senyawa dari kedua ekstrak juga berfungsi sebagai racun kontak. Ketika telur dicelupkan nampaknya senyawa dari EDKB dan EDP merusak struktur telur tungau *T. urticae*, sehingga telur tidak mampu melanjutkan perkembangan dan kemudian rusak. Sesuai dengan pernyataan Ibrahim *et al.* (2001) bahwa senyawa monoterpen dari tanaman paitan bersifat toksik dan bersifat racun kontak. Selain itu senyawa monoterpen tersebut mampu menghambat perkembangan larva dan pembentukan pupa serangga.

Berdasarkan pengamatan, telur sehat yang menetas menjadi larva terlihat segar dan berubah menjadi larva, tidak kisut, berwarna transparan dan baru menguning ketika akan menetas (Gambar 13a). Sementara itu terjadi perubahan morfologi pada telur akibat aplikasi EDKB dan EDP yaitu telur tampak kisut dan menguning lalu kemudian telur rusak dan tidak menetas atau tidak menjadi larva (Gambar 13b).



a



b

Gambar 13. Telur Tungau *Tetranychus urticae*. a: Sehat, b: Telur Tidak Menetas Akibat EDKB dan EDP (perbesaran 5,6x)



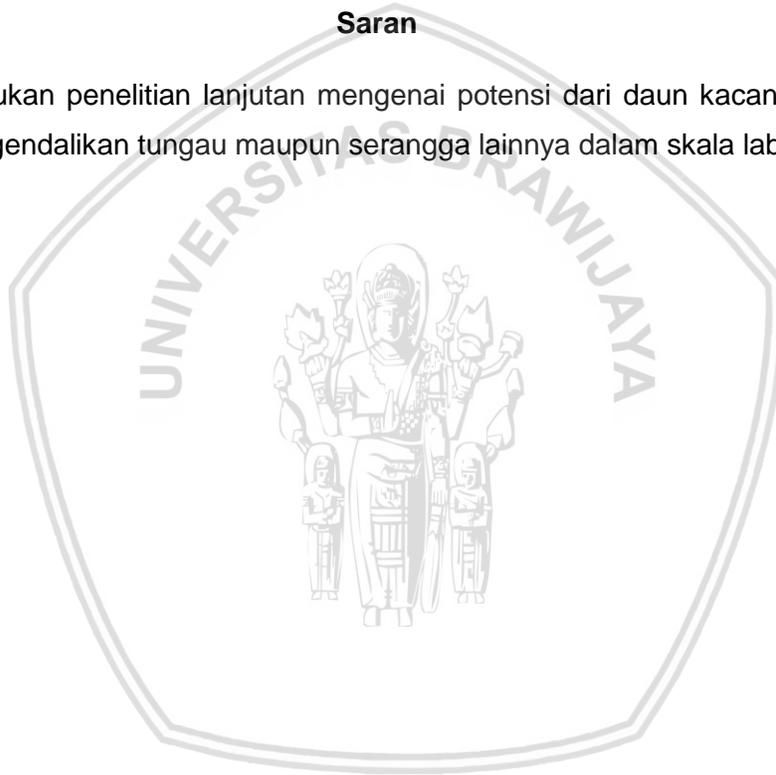
V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Aplikasi EDKB dan EDP berbagai konsentrasi berpengaruh nyata dan efektif dalam menurunkan tingkat reproduksi imago tungau *T. urticae*. EDKB dan EDP pada beberapa konsentrasi juga dapat menyebabkan mortalitas pada semua fase dan menurunkan tingkat daya tetas telur tungau *T. urticae*. Konsentrasi yang dapat menyebabkan mortalitas paling tinggi pada semua fase adalah konsentrasi tertinggi dari masing-masing ekstrak, yaitu 0,75% dari EDKB dan 1,5% dari EDP.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai potensi dari daun kacang babi dan daun paitan dalam mengendalikan tungau maupun serangga lainnya dalam skala laboratorium.



DAFTAR PUSTAKA

- Abbot WS. 1925. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of the American Mosquito Control Association* 3.
- Abdi H dan Hadis J. 2012. Pengelompokan Pestisida Berdasarkan Cara Kerjanya (Mode of Action). Yayasan Bina Tani Sejahtera. Bandung.
- Abizar M dan Prijono D. 2010. Aktivitas Insektisida Ekstrak Daun dan Biji *Tephrosia vogelii* Hooker (Leguminosae) dan Ekstrak Buah *Piper cubeba* L. (Piperaceae) terhadap Larva *Crocidolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). *Jurnal Hama Penyakit Tumbuhan Tropika* 10(1): 1-12.
- Agazali F, Hoesain M, Prastowo S. 2015. Efektivitas Insektisida Nabati Daun Tanjung dan Daun Pepaya terhadap Mortalitas Ulat Grayak *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1): 1-5.
- Arneti dan Santoni A. 2006. Isolasi Senyawa Bioaktif Ekstrak Daun dan Bunga Paitan (*Tithonia diversifolia* A. Gray) (Asteraceae) dari Lokasi Tempat Tumbuh yang Berbeda dan Pengaruhnya terhadap *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae) dan Parasitoid *Diadegma semiclausum* Hellen (Hymenoptera: Ichneumonidae) Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas.
- Astuti DI dan Saepudin. 2012. Pengembangan Model Penerimaan Biopestisida. *Jurnal Sosioteknologi* 27(11): 178-193.
- Auger P, Migeon A, Ueckermann EA, Tiedt L, dan Navajas M. 2013. Evidence For Synonymy Between *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and *Tetranychus cinnabarus* Boisduval (Acari: Tetranychidae). *Acarologia* 53(4): 383-415.
- Ayudya AM. 2012. Biologi *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) pada Tanaman Mawar *Rosa hybrid* L. (Rosaceae). Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Bakker FM, Klein ME, Mesa NC, dan Braun AR. 1994. Saturation Deficit Tolerance Spectra of Phytophagous Mites and Their Phytoseiid Predators on Cassava. *Acarology* 17: 97-113.
- Basuki E dan Budianto BH. 2013. Kemampuan Predasi Tungau Predator *Amblyseius* sp. Resisten Temperatur Terhadap *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) *Jurnal Hama Penyakit Tumbuhan Tropika* 13(1): 35-41.
- Baumann G. 2005. *Photographic Guide to Wildflowers of Malawi Wildlife and Environmental Society of Malawi*.
- Benardi WA. 2016. Biologi Tungau Merah *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) Pada Beberapa Kultivar Stroberi. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Bharwaj AK, Ansari BA. 2015. Effect of Nimbecidine and Neemazal on the Development Programming of Cotton Pest, *Earias vitella* Fabricius

- (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Entomology Zoology Studies* 3(1): 38-42.
- Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NF. 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Edisi Keenam. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International). 2017. Diunduh dari <http://www.cabi.org> pada tanggal 14 Januari 2018.
- Damayanti RR, Himawan T, Astuti LP. 2013. Penghambatan Reproduksi *Rhyzopertha dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae) Menggunakan Fumigan Tablet Berbasis Minyak Mimba. *Jurnal Hama Penyakit Tumbuhan* 1(3): 17-26.
- Delfel NE, Tallent WH, Carlson DG, dan Wolff IA. 1970. Distribution of Rotenone and Deguelin in *Tephrosia vogelii* Hooker (Leguminosae) and Separation of Rotenoid-Rich Fractions. *Journal Agricultural Food Chemistry* 18(3): 385-390.
- Dewi EO. 2016. Studi Fumigan Daun Kacang Babi dan Daun Mimba Terhadap Reproduksi dan Mortalitas Tungau *Tyrophagus longior* Gervais (Acari: Acaridae). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Djojosumarto P. 2008. *Pestisida dan Aplikasinya*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Gaskins MH, White GA, Martin FW, Delfel NE, Ruppel EG, Barnes DK. 1972. *Tephrosia vogelii* Hooker (Leguminosae): A Source Of Rotenoids For Insectisidal And Pescicidal Use. *Techinal Bulletin* 1445. United State Departement of Agriculture. Washington DC.
- Genc H. 2006. General Principles of Insect Nutritional Ecology. *Trakya University. Journal Science* 7(1): 53-57.
- Hendriana B. 2011. Isolasi dan Identifikasi Rotenon dari Akar Tuba *Derris elliptica* Benth (Fabaceae). Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Heyne K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia (Terjemahan) Jilid III*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta.
- Ibrahim M, Tahir F, Nusrat H, Amjad H, Tahsin G, Iqbal H, Muhammad SHA, dan Fouzia SR. 2013. Acetyl and Butyryl Cholinesterase Inhibitory Sesquiterpene Lactone from *Amberboa ramosa* Roxb (Compositae). *Chemist Central Journal* 7: 1-5.
- Isman MB. 2006. Botanical Insecticides, Deterrents, And Repellents In Modern Agriculture And An Increasingly Regulated World. *Journal Annual Reviews Entomology* 51: 45-66.
- Ivanice MC, Sarti SJ, Waib CM, Branco Jr AC. 2004. Evaluation of the Potential Insecticide Activity of *Tegetes minuta* (Asteraceae) Essential Oil Against the Head Lice *Pediculus humanus* Capitis (Phthiraptera: Pediculidae). *Neotropic Entomology* 33: 805-807.
- Jamal, Y dan Andria A. 2014. Komponen Kimia dan Uji Daya Antibakteri Ekstrak Daun Kirinyu *Tithonia diversifolia* Hemsley (Asteraceae). *Majalah Farmasi Indonesia* 10 (2).

- Kalshoven LGE. 1981. The Pest of Crops in Indonesia. Laan PA van der penerjemah. Jakarta: Ichtar Baru-van Hoeve. Terjemahan dari: De Plagen van de Cultuurgewassen in Indonesie.
- Koul O. 2008. Phytochemicals and Insect Control: an Antifeedant Approach. *Critic. Rev. Plant Science* 27: 1-24.
- Krantz GW. 1970. A manual of Acarologi. OSU Book Stores Inc. Corvallis-Oregon.
- Lambert N, Trouslot MF, Nef-Campa C, Chrestin H. 1993. Production of Rotenoids by Heterotrophic and Photomixotrophic Cell Cultures of *Tephrosia vogelii* Hooker (Leguminosae). *Phytochemistry* 34(6): 1515-1520.
- Lina EC, Dadang, Manuwoto S, Syahbirin G, Prijono D. 2013. Synergistic Action of Mixed Extracts of *Bruce javanica* (Simaroubaceae), *Piper aduncum* (Piperaceae), and *Tephrosia vogelii* (Leguminosae) Against Cabbage Head Caterpillars, *Crocidolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). *Journal Biopesticides* 6 (1): 77-83.
- Martono B, Hadipoentyanti E, Udarno L. 2004. Plasma Nutfah Insektisida Nabati. *Jurnal Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat* 26(1): 43-59.
- Mead dan Hala MI. 2012. Acaricidal Activity of Essential Oil of Lemongrass, *Chymbopogon citratus* Stapf Against *Tetranychus urticae*. *Journal Plant Protection and Pathology* 3(1): 43-51.
- Megawati RF. 2010. Analisis Mutu Minyak Atsiri Bunga Cengkeh (*Syzygium aromaticum* Meer (Myrtaceae) dari Maluku, Sumatera, Sulawesi dan Jawa dengan Metode Metabolomic Berbasis GC-MS. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Muhammadiyah. Surakarta.
- Missouri Botanical Garden. 2017. Diunduh dari <http://www.zimbabweflora.co.zw> pada tanggal 26 Februari 2017.
- Mkenda PA, Philip CS, Patrick N, Dudley IF, DAN Steven RB. 2015. Contact and Fumigant Toxicity of Five Pesticidal Plants Against *Calosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Stored Cowpe *Vigna unguiculata*. *Journal International of Tropical Insect Science* 35(4): 172-184.
- Mmbone S, Mulaa M, Wanjala FM, Nyukuri RW, dan Cheramgoi E. 2014. Efficacy of *Tagetes minuta* (Asteraceae) and *Tephrosia vogelii* Hooker (Leguminosae) Crude Leaf Extracts on *Tetranychus urticae* Koch (Acar: Tetranychidae). *African Journal Food Science and Technology* 5(8): 168-173.
- Mojica AFS. 2009. Antifeedant Effect of Commercial Chemicals and Plant Extracts Against *Schistocerca americana* Drury (Orthoptera: Acrididae) and *Diaprepes abbreviatus* Linnaeus (Coleoptera: Curculionidae). Thesis. University of Florida.
- Mokodompit TA, Koneri, Siahaan P, Tangapo AM. 2013. Uji Ekstrak Daun *Tithonia diversifolia* Hemsley (Asteraceae) sebagai Penghambat Daya Makan *Nilaparvata lugens* Stal (Hemiptera: Depachidae) Pada *Oryza sativa* (Poaceae). *Jurnal Bios Logos* 3(2): 50-56.

- Mondal and Ara N. 2006. Biology and Fecundity of The Two-Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) Under Laboratory Condition. Departement of Zoology. University of Rajshahi. Rajshahi Bangladesh. Journal Life Earth Science 1(2): 43-47.
- Mudzingwa S, Muzemu S dan Chitamba J. 2013. Pesticidal efficacy of Crude Aqueous Extracts of *Tephrosia vogelii* Hooker (Leguminosae) , *Allium sativum* L (Liliceae), And *Solanum incanum* Linnaeus (Solanaceae) in Controlling Aphids *Brevycoryne brassicae* Linnaeus (Hemiptera: Aphididae) in rape (*Brassica napus* L.) Journal of Research in Agriculture 2(1): 157-163.
- Munarso SJ, Yusniarti SE, Suyati ST, dan Budhiharto A. 2012. Pestisida Nabati. Kementerian Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.
- Mwaura L, Stevensin PC, Ofari DA, Anjarwalla P, Jamnadass R, Smith P. 2013. Pesticidal Plant Leaflet *Tephrosia vogelii* Hooker (Leguminosae). World Agroforestry Centre and The University of Greenwich.
- Nugroho D. 2008. Aktivitas Residu Ekstrak Buah *Piper cubeba* L. (Piperaceae) dan Daun *Tephrosia vogelii* Hooker (Leguminose) Terhadap Larva *Crociodolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Obafemi C, Sulaimon T, Akinpelu, dan Olugbade T. 2009. Antimicrobial activity of Extracts and Germacranolidetype Sesquiterpene Lactone from *Tithonia diversifolia* Hemsley (Asteraceae) Leaf Extract. African Journal of Biotechnology 5(12): 1254-1258.
- Pasetriyani ET. 2010. Pengendalian Hama Tanaman Sayuran dengan Cara Murah, Mudah, Efektif dan Ramah Lingkungan. Jurnal Agribisnis Pengembangan Wilayah 2(1): 34-42.
- Pereira PS, Aparecida D, Vichnewski W, Nasi AMTT dan Herz W. 1997. Sesquiterpene lactones from Brazilian *Tithonia diversifolia* Hemsley (Asteraceae). Phytochemistry 45: 1445-1448.
- Petrus dan Parawansa INR. 2014. Efektivitas Ekstrak Daun Kembang Bulan *Tithonia diversifolia* Hemsley (Asteraceae) Terhadap Pengendalian Hama Ulat *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae) pada Tanaman Sawi. Jurnal Agrisistem 10(2): 162-169.
- Pramudianto dan Sari KP. 2016. Tungau Merah *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) pada Tanaman Ubikayu dan Cara Pengendaliannya. Buletin Palawija 14(1): 36-48.
- Puspitarini RD. 2005. Bioekologi Tungau Merah Jeruk *Panonychus citri* Mc Gregor (Acari: Tetranychidae). Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Ramos IS, dan Castanera P. 2001. Acaricidal Activity of Natural Monoterpenes on *Thyrophagus putrescentiae* Shrank (Acari: Acaridae) a Mite of Stored Food. Journal of Stored Products Research 37: 93-101.
- Ramzjou JH, Tavakkoli M, Nemati. 2009. Life History Traits Of *Tetranychus urticae* Koch. On Three Legumes (Acari: Tetranychidae). Faculty of Agriculture. University of Mohaghegh Ardabili. Ardabili. Iran. Journal Entomology Zoology 4: 204-2011.

- Reuben SOWM, Masunga M, Makundi R, Misangu RN, Kilonzo B, Mwatawala M, Lyimo HF, Ishengoma CG, Msuya DG, Mulungu LS. 2006. Control of Cowpea Weevil *Callosobruchus maculatus* L. (Coleoptera: Chrysomelidae) in Stored Cowpea *Vigna unguiculatus* L. (Fabaceae) Grains Using Botanicals. *Asian Journal Plant Science* 5(1): 91-97.
- Riahi, E., P. Shishehbor, A.R. Nemati, and Z. Saeidi. 2013. Temperature Effects on Development and Life Table Parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal Agriculture Science Technology* 15: 661–672.
- Riyanto AT, dan Sudrajat. 2008. Lama Hidup, Keperidian, serta Kemampuan Memangsa *Cirinus coeruleus* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) terhadap *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae). *Jurnal Agrikultura* 3(19): 167-197.
- Rohman TS. 2007. Pengaruh Daun Tembakau *Nicotiana tabacum* (Solanaceae), Biji Mimba *Azadirachta indica* (Meliaceae), dan Daun Paitan *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) Terhadap Kutu Daun *Toxoptera citricidus* Kyrkaldi (Hemiptera: Aphidiae) Pada Tanaman Jeruk (*Citrus* sp). Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Malang.
- Sastrodihardjo S, Adiarto, Yusuf M. 1992. The Impact of Several Insecticides on Ground and Water Communities. *Proceedings South East Asian Workshop on Pesticide Management* 7: 117-125.
- Savalli UM, dan Fox CW. 1998. The Effect of Male Mating History on Paternal Investment, fecundity, and Female Remating in The Seed Beetle *Calosobruchus maculatus* L. (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal Functional Ecology* 13: 169-177.
- Sulistijowati AS, dan Gunawan D. 2001. Efek Ekstrak Daun Kembang Bulan *Tithonia diversifolia* Hemsley (Asteraceae) terhadap *Candida albicans* Serta Profil Kromatogarfinya. *Cermin Dunia Kedokteran* 30: 31-35.
- Syakir M. 2011. Status Penelitian Pestisida Nabati Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. Seminar Nasional Pesnab IV. Jakarta.
- Taofik ME, Yuianti A, Barizi, dan Hayati. 2010 Isolasi dan Identifikasi Senyawa Aktif Ekstrak Air Daun Paitan *Tithonia diversifolia* Hemsley (Asteraceae) Sebagai Bahan Insektisida Botani Untuk Pengendalian Hama Tungau Eriophyidae. *Alchemi* 2(1): 104-157.
- Tehri K, Gulati R, dan Geroh M. 2014. Damage Potential of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) to Cucumber Fruit and Foliage: Effect of Initial Infestation Density. *Journal of Applied and Natural Science* 6(1): 170-176.
- Tjitrosoepomo G. (2003). *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- Wardhana AH, dan Diana N. 2014. Aktivitas Biolarvasidal Ekstrak Metanol Daun Kipahit *Tithonia diversifolia* Hemsley (Asteraceae) Terhadap Larva Lalat *Chrysomya bezziana* Villeneuve (Diptera: Calliphoridae). *Balai Penelitian Veteriner. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 19(1) : 43-51.
- Widari. 2005. Isolasi Senyawa Flavonoid dari Daun Kembang Bulan *Tithonia diversifolia* Hemsley (Asteraceae). Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara.

- Wiratno. 2010. Beberapa Formula Pestida Nabati dari Cengkeh. *Journal Agritek* 13(1): 6-12.
- Witalinski W. 1993. Eggs Shells in Mites: Vitelline Evelope and Chorion in Acaridia (Acari). *Journal Experimental and Applied Acarology* 17: 54-56.
- Wulan RDR. 2008. Aktivitas Insektisida Ekstrak daun *Tephrosia vogelii* Hooker. (Leguminosae) terhadap Larva *Crociodolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae). Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Xie L, Miao H, dan Xiao-Yue Hong XY. 2006. The Two Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and The Carmine Spider Mite *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Acari: Tetranychidae) their Wolbachia Phylogenetic Tree. *Zoolaxa* 1166: 33-46.
- Yunita EA, Suprpti NH, dan Hidayat JW. 2009. Pengaruh Ekstrak Daun Teklan *Eupatorium riparium* Regel (Asteraceae) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera: Culicidae). *BIOMA* 11(1): 11-17.
- Zakarni A, Prijono D, Pudjiono. 2010. Efikasi Insektisida Nabati Ekstrak Daun *Tephrosia vogelii* Hooker (Leguminosae) Terhadap *Crociodolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae) dan *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae) Serta Pengaruhnya Pada *Diadegma semiclausum* Hellen (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia* 12(1): 68-75.
- Zhang ZQ. 2003. *Mites of Greenhouses: Identification, Biology and Control*. CABI Publishing. London.

