

Bioaktivitas Enam Ekstrak Tumbuhan untuk Pengendalian Hama Tungau Kuning Cabai *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae) di Laboratorium (*Bioactivity From Six Plants Extract to Control Chili Pepper Yellow Mites *Polyphagotarsonemus latus* Banks Under Laboratory Condition*)

Ahsol Hasyim¹⁾, Wiwin Setiawati¹⁾, Luluk Sutji Marhaeni²⁾, Liferdi Lukman³⁾, dan Abdi Hudayya¹⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jln. Tangkuban Parahu No. 517, Lembang, Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia 40391

²⁾Fakultas Pertanian, Universitas Borobudur Jakarta, Jln. Cipinang Melayu, Makasar, Jakarta Timur, DKI Jakarta, Indonesia 13620

³⁾Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat, Jln. Kayuambon No. 80, Kotak Pos 8495,

Lembang, Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia 40391

E-mail: ahsolhasyim@yahoo.co.id

Diterima: 12 April 2016; direvisi: 19 Oktober 2017; disetujui: 4 Desember 2017

ABSTRAK. Pada 3 tahun terakhir ini serangan tungau *Polyphagotarsonemus latus* pada berbagai jenis Capsicum di berbagai sentra produksi semakin meningkat dengan intensitas serangan di atas 30%. Dalam bidang pertanian, sekitar 15.416 ton pestisida telah digunakan untuk tujuan proteksi tanaman, yang setiap tahunnya meningkat sekitar 7%. Tindakan ini dapat mengakibatkan inefisiensi produksi dan dampak negatif terhadap hama target, ekosistem, konsumen, serta risiko residu pestisida dalam produk ekspor. Pengendalian OPT ramah lingkungan akhir-akhir ini dikembangkan dalam usaha tani cabai untuk menekan penggunaan insektisida sintesis. Pemanfaatan pestisida nabati merupakan salah satu pilihan untuk menekan serangan tungau cabai *P. latus* yang ramah lingkungan. Sebanyak enam jenis tanaman yang berbeda diuji aktivitasnya untuk mengendalikan tungau *P. latus*. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi bioaktivitas ekstrak tanaman untuk pengendalian hama tungau kuning cabai di laboratorium. Penelitian dilaksanakan di laboratorium Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang dari bulan Oktober 2015 sampai Januari 2016. Metode yang digunakan adalah metode residu pada daun (*leaf disc method*) modifikasi IRAC no. 4 untuk tungau dan metode *dry film* atau film kering untuk predator *M. sexmaculatus*. Data mortalitas tungau diolah menggunakan analisis probit untuk menetapkan nilai LC_{50} dan LT_{50} . Mortalitas tungau yang disebabkan oleh bioakarisida tanaman dihitung pada 1, 3, 6, 12, 24, dan 72 jam setelah perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai LC_{50} bioakarisida yang berasal dari ekstrak akar tuba, huni, kirinyuh, widuri, ketapang dan gamal berturut-turut adalah 286,84; 370,57; 373,03; 477,92; 525,110; dan 650,44 ppm, sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% tungau dari ekstrak bioakarisida tanaman berturut-turut adalah kirinyuh, akar tuba, huni, widuri, ketapang, dan gamal berturut-turut adalah 9,98; 9,99; 12,65; 20,01; 26,61; dan 42,77 jam. Hasil perhitungan nilai *selectivity ratio* (SR) menunjukkan bahwa semua jenis ekstrak tumbuhan sebagai bioakarisida yang diuji selektif terhadap predator *M. sexmaculatus*, hal ini disebabkan karena nilai SR <1. Kombinasi ekstrak bioakarisida tanaman selektif tersebut dengan pelepasan predator *M. sexmaculatus* merupakan komponen teknologi PHT yang dinilai efektif untuk mengendalikan hama tungau pada tanaman cabai. Untuk memantapkan hasil penelitian diperlukan uji lanjut di lapangan

Kata kunci: Bioakarisida; Ekstrak; Pengendalian; Tungau; Musuh alami

ABSTRACT. In the last 3 years *P. latus* severity on various types of Capsicum in some central production increased with the intensity above 30%. In agriculture, around 15,416 tonnes of pesticides have been used for plant protection purposes, which annually increased about 7%. This act can resulting inefficiency of production and the negative impact on the target pest, ecosystem, consumers, and the risk of pesticide residues in exported products. In the recent years, environmentally –friendly pest management is established to reduce the use of synthetic pesticides. Utilization of botanical pesticides is one option for environmentally friendly to suppress the attack of chili mite *P. latus*. Plants extracts of from six plant species were screened for contact toxicity and antifeedant activities against mite, *P. latus*. This study aims to determine the effectiveness of some plant extracts as bioacaricide for pest mite *P. latus* on chili plants. The experiments were conducted at the Laboratory of Pests and Diseases, Indonesian Vegetables Research, Lembang, West Java Province from October 2015 until January 2016. A modified leaf disc method describes by IRAC no. 4 was used for mites and for dry film method for or predators of *M. sexmaculatus*. Mite mortality was observed at 1, 3, 6, 12, 24, and 72 hour after treatment. The mortality of mite data was analyzed using probit to determine the LC_{50} and LT_{50} values. The result shows that LC_{50} obtained from plant bioacaricide of tuba root, kirinyuh, huni, widuri, ketapang, and gamal were 286.84, 370.57, 373.03, 477.92, 525.110 and 650.44 ppm respectively. Whereas LT_{50} obtained from plant bioacaricide of kirinyuh, tuba root, huni, widuri, ketapang, and gamal were 9.98, 9.99, 12.65, 20.01, 26.61, and 42.77 hours respectively. The results of the calculation of the value of selectivity ratio (SR) shows that all plant extracts tested as bioacaricide were selective against predators *M. sexmaculatus* due to the value of SR <1. The combination of extract bioacaricide selective with inundative release of *M. sexmaculatus* adult to achieve sound of IPM mite in chili pepper. A field trial is still needed to confirm result of this study.

Keywords: Bioacaricide; Extract; Plant; Controlling; Mite; Natural enemies

Azas ketahanan pangan dan keamanan pangan dalam usaha tani komoditas sayuran merupakan suatu landasan dasar yang menjadi program utama pertanian berkelanjutan. Telah menjadi kenyataan bahwa komoditas cabai merah dan cabai rawit merupakan pilihan utama bagi para pelaku agribisnis karena mempunyai nilai jual yang tinggi. Pada tahun 2011, luasan areal pertanaman komoditas tersebut mencapai 239.770 ha, suatu porsi luasan yang paling besar dibandingkan dengan jenis tanaman sayuran (BPS 2012). Usaha tani cabai mempunyai risiko yang cukup tinggi karena tingginya serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang mampu menyebabkan kegagalan panen. Kehilangan hasil mencapai 80%, yang mengakibatkan pestisida digunakan menjadi sangat berlebih yakni sekitar 35–50% dari total biaya produksi.

Perubahan iklim yang terjadi akhir-akhir ini secara langsung atau tidak langsung memengaruhi serangan OPT. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa telah terjadi pergeseran status OPT pada tanaman cabai. Tungau (*Polyphagotarsonemus latus* Banks) merupakan salah satu OPT yang serangannya terus meningkat (Moekasan 2012, Setiawati *et al.* 2013, Vichitbandha *et al.* 2011). Hubungan antara populasi hama dan lingkungan, suhu dan kelembapan berpengaruh positif terhadap fluktuasi populasi hama tungau (Montasser *et al.* 2011, Gerson & Weintraub 2012, Gerson 1992). Hama tungau perlu diwaspadai karena menurut (Ashraf *et al.* 2011) populasi hama tersebut dapat meningkat, dengan meningkatnya suhu.

Tungau menyerang tanaman dengan cara menusuk permukaan daun dan menghisap cairannya. Umumnya tungau bersembunyi di balik daun dan menghisap cairan daun dalam jaringan mesofil hingga jaringan itu rusak. Akibatnya klorofil menjadi rusak dan menghambat fotosintesis tanaman. Serangan ditandai dengan munculnya bintik kuning di permukaan daun. Bintik tersebut lama kelamaan melebar lalu berubah menjadi kecokelat-cokelatan dan akhirnya menghitam. Daun menjadi terpelintir (distorsi), menebal, berbentuk seperti sendok terbalik, serta bagian bawah daun berwarna seperti tembaga dan terdapat benang-benang halus.

Di luar negeri, intensitas kerusakan yang disebabkan oleh hama tungau bervariasi antara 25–50% (Karmakar 1995, Desai *et al.* 2007, Gerson 1992, Hath 2000). Di Indonesia, kerusakan yang disebabkan oleh hama ini pada tanaman cabai belum ada laporan secara rinci, namun diperkirakan berkisar antara 20–40% bila tidak dilakukan pengendalian (Setiawati *et al.* 2003). Sampai saat ini usaha untuk mengendalikan hama ini masih bertumpu pada penggunaan insektisida dan akarisisida

secara berkala. Bahkan intensitas dan frekuensi penggunaan insektisida terus meningkat. (Adiyoga 2007) melaporkan bahwa penggunaan pestisida secara menyeluruh pada bidang pertanian mencapai 15.416 ton/tahun, ini berarti terjadi peningkatan penggunaan pestisida sekitar 7% per tahun. Risiko peningkatan produksi ini jelas telah menimbulkan dampak negatif terhadap daya dukung lingkungan, termasuk di dalamnya produktivitas tanaman dan menstimulus terjadinya fenomena degradasi kapasitas faktor regulator (parasitoid/predator dan lainnya) di dalam suatu ekosistem.

Dampak negatif penggunaan pestisida sintetik telah banyak dilaporkan, antara lain timbulnya resistensi (Martin *et al.* 2000, Bakhsh *et al.* 2009, Wolfenbarger & Vargas-Camplis 2002), resurgensi (Singh *et al.* 1995), munculnya hama sekunder (Gross & Rosenheim 2011), polusi lingkungan (Hallberg 1989, Kelly 1995, Schulz *et al.* 2001, Dey, Sarkar & Somchoudhury 2001), matinya serangga nontarget seperti musuh alami seperti parasitoid dan predator serta serangga polinasi (Kevan 1999, Biesmeijer *et al.* 2006, Kumar *et al.* 2012), menurunnya kesuburan tanah akibat terbunuhnya mikroorganisme tanah yang bermanfaat termasuk organisme pengurai (Brussaard 1997, Sofo *et al.* 2012, Tien & Chen 2012), dan tercemarnya ekosistem tanah dan perairan (Chen *et al.* 2001).

Tumbuhan sebagai bahan biopestisida sampai saat ini belum banyak disentuh dalam pengelolaan tanaman terpadu (*integrated crop management*), demikian pula dalam pengelolaan lingkungan terpadu (*integrated environmental management*), terutama bidang hortikultura khususnya sayuran. Penggunaan pestisida yang sangat intensif menjadikan stimulus fenomena melemahnya daya dukung lingkungan terhadap produktivitas alam. Kondisi ini harus segera ditata kembali, antara lain dengan pemberdayaan sumber daya hayati (SDH) yang sifatnya domestik (*indigenous*).

Beberapa jenis tumbuhan sebagai bahan biopestisida telah ditemukan dan diteliti dalam bioefikasinya untuk mengatasi serangan OPT cabai, namun masih sedikit yang diuji bioefikasinya terhadap hama tungau *P. latus*. Hasil penelusuran berbagai pustaka menunjukkan bahwa lebih dari 70 tanaman dari keluarga Lamiaceae dan Asteraceae mengandung senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai atraktan atau bioakarisisida (Rasikari *et al.* 2005, Sivira *et al.* 2011). Tumbuhan yang berbau umumnya dapat digunakan sebagai atraktan, sedangkan tumbuhan yang rasanya pahit atau berbau menyengat dapat digunakan sebagai biopestisida (Hasyim *et al.* 2007).

Alkaloid, flavonoid, tannin dan fenol, minyak esensial dan saponin telah diverifikasi sebagai metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman tersebut, sedangkan bahan aktif yang sangat toksik terhadap tungau adalah *metyl palmitate* dari gugus ester asam lemak.

Insektisida yang berasal dari ekstrak tumbuhan (insektisida botani) diharapkan dapat mengurangi dampak negatif penggunaan insektisida sintetik. Insektisida botani merupakan bahan insektisida yang terdapat secara alami di dalam bagian tertentu dari tanaman, seperti pada akar, daun, batang atau buah. Bahan-bahan ini diolah menjadi berbagai sediaan sumber insektisida. Nimba (*Azadirachta indica*) merupakan jenis tumbuhan yang paling intensif diteliti dan di beberapa negara seperti India, Thailand, dan USA telah beredar produk komersial berbahan baku ekstrak biji nimba (Venzon *et al.* 2008, Mallikarjuna Rao *et al.* 1999, Tomita & Endo 2007). Ekstrak biji *Swietenia mahogany* pada konsentrasi 5% menghambat makan larva instar III *P. xylostella* (Ohsawa & others 2000, Feng & Wang 1984). Tepung biji *Annona* sp. (Annonaceae) telah digunakan untuk pengendalian hama secara tradisional (Secoy & Smith 1983). Tumbuhan *Polyalthia littoralis* bersifat insektisida pada larva *Plutella xylostella* dan kumbang *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae) (Hasan *et al.* 1994). Ekstrak tanaman yang sudah diteliti untuk mengendalikan hama tungau pada cabai adalah *Thitonia diversifolia* (Taofik *et al.* 2010), *Cymbopogon citrates* dan nimba, *Azadirachta indica* (Hanifah *et al.* 2011, Mallikarjuna Rao *et al.* 1999, Mandi *et al.* 2009, Tomita & Endo 2007).

Di Indonesia, sampai saat ini ketersediaan akarisisida yang berbahan baku tumbuhan untuk pengendalian tungau yang telah diuji khasiat dan keamanannya secara ilmiah masih terbatas. Oleh sebab itu potensi bioakarisisida tersebut harus diteliti secara lebih komprehensif dan bertahap mulai dari eksplorasi, koleksi, penapisan skala laboratorium, rumah kaca selanjutnya skala lapangan. Selain itu harus diteliti juga bagaimana cara pembuatannya, bioefikasinya, cara kerjanya, dan pada akhirnya berdampak terhadap biodinamika serangga lain di alam (*food chain biodynamics*). Teknoproduk bioakarisisida ini nantinya harus bersifat adoptif baik bagi petani, *stakeholders* maupun *beneficiaries*. Penelitian mengenai karakterisasi bioakarisisida yang potensial ini sangat mendukung peningkatan daya gunanya pada komunitas sayuran. Sasaran akhir adalah mendukung strategi penerapan keamanan produk dan meningkatkan keanekaragaman hayati terutama pada biota berguna (parasitoid dan predator). Invensi

produk bioakarisisida ini diharapkan akan mampu mewujudkan perkembangan usaha agribisnis yang kompetitif.

Diharapkan dengan dilakukannya penelitian ini dapat mendorong perkembangan kemampuan teknoproduk bioakarisisida yang mampu bersaing dengan akarisisida kimia sintetik. Prospek bioakarisisida yang diformulasi dengan beberapa bahan toksin nabati menjadi bahan bioakarisisida komersial yang dapat dikembangkan secara skala industri maupun skala petani kecil yang akan menguntungkan bagi peningkatan produktivitas komoditas cabai di lapangan.

Penelitian ini bertujuan menapis aktivitas insektisida beberapa ekstrak tumbuhan terhadap hama tungau cabai, *P. latus* dan mengevaluasi pengaruhnya terhadap predator *M. sexmaculatus*. Hipotesis yang diajukan adalah akan diperoleh bioakarisisida yang berasal dari tumbuhan yang efektif terhadap tungau *P. latus* tapi aman terhadap musuh alaminya.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari Oktober 2015 sampai Januari 2016 di Laboratorium dan Rumah Kasa Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang, Provinsi Jawa Barat. Analisis GC-MS dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi DKI Jakarta, Rawasari, dan Laboratorium Kimia Universitas Pendidikan Bandung. Tumbuhan yang akan digunakan sebagai sumber insektisida botani dikoleksi dari Jawa Barat dan Lampung.

Tahap Kegiatan

Eksplorasi, koleksi, dan pemanfaatan tanaman bioakarisisida di Provinsi Jawa Barat dan Lampung

Eksplorasi, koleksi, dan pemanfaatan tumbuhan bioakarisisida dan bahan *carrier* dilakukan di Provinsi Jawa Barat dan Lampung dengan sasaran terutama tanaman bioakarisisida. Bagian tanaman yang akan diekstrak dapat dilihat pada Tabel 1. Metode yang dilakukan adalah survey ke daerah-daerah, yang didahului dengan pengumpulan data sekunder dari berbagai sumber seperti data pustaka dari dinas/instansi terkait. Pengumpulan sumber bioakarisisida dilakukan dari ekosistem transisi, kebun, dan pekarangan yang ada di daerah tersebut. Pengoleksian disertai data hasil pengamatan dan wawancara dengan petani atau petugas lapangan untuk mengetahui jenis tumbuhan yang biasa digunakan sebagai bahan biopestisida.

Tabel 1. Jenis tanaman yang dikoleksi sebagai bahan ekstrak bioakarisida untuk mengendalikan hama tungau cabai, *P. latus* (*The plant materials collected as bioacaricide extracts to control mites on chili, P. latus*)

Nama umum (Common name)	Nama ilmiah (Botanical name)	Famili (Family)	Bagian tanaman yang diekstrak (The plant parts were extracted)	Lokasi (Location)
Akar tuba	<i>Derris elliptica</i> (Wallich) Benth.	Fabaceae	Daun dan akar	Subang, Lampung
Gamal	<i>Gliricidia sepium</i> L.	Fabaceae	Daun	Kuningan
Katapang	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae	Daun	Subang, Lampung
Kirinyuh	<i>Eupatorium inulifolium</i> Kunth.	Eupatorieae	Daun	Lembang
Huni	<i>Antidesma bunius</i> (L.) Spreng.	Euphorbiaceae	Daun	Subang
Widuri	<i>Calotropis gigantea</i> (L.) Dryand.	Aselepiadaceae	Daun	Subang

Ekstraksi tanaman dan analisis GC-MS

Daun, bunga, ranting, buah atau biji tumbuhan yang akan digunakan sebagai bahan ekstrak bioakarisida dipotong-potong/dihancurkan kemudian dibiarkan kering udara tanpa terkena cahaya matahari langsung. Setelah kering, masing-masing bagian tanaman tersebut digiling dengan menggunakan alat *grinder*. Bahan tumbuhan yang sudah menjadi serbuk siap untuk diekstrak.

Ekstraksi tanaman dilakukan menggunakan pelarut metanol (polar). Pada tahap pertama, 500 g serbuk masing-masing tanaman dimasukkan ke dalam *baker glass* dan direndam dalam 2.500 ml larutan metanol selama minimal 72 jam. Kemudian cairan ekstrak disaring menggunakan corong kaca (diameter 9 cm) beralaskan kertas saring. Hasil saringan ditampung dalam labu penguap, kemudian diuapkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 50°C dan tekanan 400-450 mmHg sehingga diperoleh ekstrak kasar dalam bentuk gel. Ekstrak dalam bentuk gel yang diperoleh disimpan di dalam lemari es pada suhu ± 4°C sampai digunakan untuk pengujian.

Bioefikasi Ekstrak Tumbuhan Terhadap Tungau *P. latus* di Laboratorium

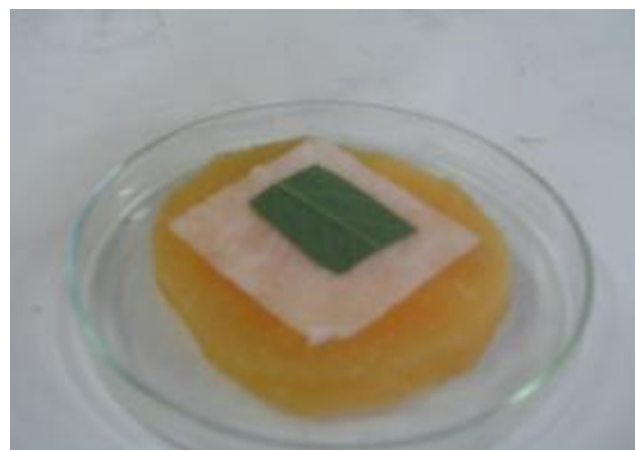
Ekstrak tumbuhan yang efektif pada uji pendahuluan diuji lebih lanjut pada lima taraf konsentrasi yang diharapkan dapat mengakibatkan kematian tungau antara 15% dan 95%. Metode yang akan digunakan adalah metode residu pada daun (*leaf disc method*) modifikasi dari (Badmin 1990, Yamada *et al.* 1983) sebagai berikut:

1. Konsentrasi bioakarisida yang akan digunakan enam macam konsentrasi termasuk kontrol.
2. Serangga uji yang akan digunakan adalah tungau *P. latus* hasil perbanyak di laboratorium/rumah kaca.
3. Daun cabai keriting (2 cm x 3 cm) yang diserang oleh tungau dicelupkan ke dalam larutan bioakarisida selama 5 detik kemudian dibiarkan kering udara.

4. Daun cabai keriting diletakkan dalam cawan petri (diameter 9 cm) yang di dalamnya ditempatkan busa yang telah direndam air, kemudian di atas busa diletakkan kapas dan tissue (Gambar 1).
5. Perlakuan untuk masing-masing ekstrak tanaman menggunakan enam taraf konsentrasi, yaitu 5.000, 2.500, 1.250, 625, dan 312,5 ppm, dan 0% (kontrol/tanpa ekstrak).
6. Semua perlakuan diulang empat kali.
7. Mortalitas tungau diamati pada saat 1, 3, 6, 12, 24, 48, dan 72 jam setelah perlakuan (JSP).

Pengaruh Beberapa Bioakarisida Terhadap Predator *M. sexmaculatus* di Laboratorium

1. Konsentrasi bioakarisida yang akan digunakan adalah enam taraf konsentrasi, yaitu 5.000, 2.500, 1.250, 625, dan 312,5 ppm, dan 0% (kontrol/tanpa ekstrak).
2. Dengan menggunakan pipet, diteteskan masing-masing 1 ml larutan bioakarisida yang akan diuji (ad 1) ke dalam tabung reaksi. Serangga uji dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditutup dengan kain kasa.



Gambar 1. Perlakuan tungau (*Treatment of mites*)

- Ke dalam tabung reaksi dimasukkan masing-masing 10 ekor imago *M. sexmaculatus* (predator penting pada serangga uji). Tiap perlakuan diulang empat kali (40 ekor/perlakuan).
- Jumlah predator yang mati dihitung setiap 24, 48, dan 72 JSP.

Pengamatan dan Analisis Data

Menentukan LC_{50}

Dari hasil pengamatan ditentukan dengan nilai LC_{50} bioakarisida yang diuji terhadap *P. latus* dan *M. sexmaculatus*, dengan cara sebagai berikut:

- Persentase kematian (mortalitas) *P. latus* dan *M. sexmaculatus* untuk tiap perlakuan bioakarisida yang diuji dan kontrol pada 1, 3, 6, 12, 24, 48, dan 72 JSP.
- Rerata persentase kematian serangga dikoreksi dengan menggunakan rumus Abbot (Busvine 1971) sebagai berikut:

$$P = \frac{Po - Pc}{100 - Pc} \times 100\%$$

Keterangan:

P_c = Persentase banyaknya serangga yang mati setelah dikoreksi

P_o = Persentase banyaknya serangga yang mati karena perlakuan bioakarisida

P_c = Persentase banyaknya serangga yang mati pada kontrol (mortalitas alami).

- Mencari garis regresi probit, yaitu hubungan antara log konsentrasi dengan probit mortalitas untuk tiap insektisida yang diuji baik terhadap *P. latus* dan *M. sexmaculatus*
- Perhitungan nilai LC_{50} tiap insektisida yang diuji terhadap masing-masing serangga uji dilakukan dengan analisis probit menurut (Busvine 1967).

Menentukan Selektivitas Insektisida

Setelah diketahui masing-masing nilai LC_{50} dari tiap insektisida yang diuji maka tinggi rendahnya daya racun atau selektif tidaknya suatu bioakarisida terhadap predator tungau dapat diketahui dengan cara menghitung nilai *selectivity ratio* (SR) dari masing-masing insektisida yang diuji dengan menggunakan persamaan berikut (Feng & Wang 1984):

$$SR = \frac{LC_{50} \text{ terhadap } P. latus}{LC_{50} \text{ terhadap } M. sexmaculatus}$$

Keterangan:

- Jika nilai $SR < 1$ maka daya racun insektisida tersebut tinggi terhadap *P. latus* tetapi rendah

terhadap imago predator *M. sexmaculatus* (selektif)

- Jika nilai $SR > 1$, maka daya racun insektisida tersebut rendah terhadap *P. latus* tetapi tinggi terhadap imago predator *M. sexmaculatus* (tidak selektif).

Dengan demikian, dapat dikatakan semakin rendah nisbah selektivitas suatu bioakarisida (SR) terhadap imago predator *M. sexmaculatus* maka bioakarisida tersebut semakin aman atau tidak membahayakan bagi perkembangan dan populasi predator tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan mortalitas hama tungau *P. latus* Bank pada 1, 3, 6, 12, 24, 48, dan 72 JSP enam jenis ekstrak bioakarisida tanaman dengan lima konsentrasi dapat dilihat pada Grafik 2 dan Tabel 2.

Secara umum laju mortalitas tungau, *P. latus* akibat perlakuan enam jenis ekstrak bioakarisida tanaman makin meningkat dengan makin tingginya konsentrasi. Pada 12 JSP perlakuan dengan ekstrak bioakarisida dari tanaman widuri, ekstrak kirinyuh, dan ekstrak akar tuba pada konsentrasi tertinggi (5.000 ppm) mengakibatkan mortalitas tungau berturut-turut 89,91%, 92,95%, dan 97,30%, sedangkan perlakuan dengan tiga ekstrak lainnya yaitu ekstrak ketapang, ekstrak huni, dan ekstrak gamal hanya dapat mengakibatkan mortalitas tungau berturut-turut adalah 59,62%; 68%; dan 69,23%.

Tingkat mortalitas tungau pada perlakuan enam ekstrak tanaman akan meningkat terus setelah 24 JSP. Pada perlakuan ekstrak akar tuba setelah 24 jam perlakuan, mortalitas tungau sudah mencapai 100%, sedangkan pada perlakuan ekstrak ketapang, ekstrak widuri, ekstrak kirinyuh, ekstrak huni, dan ekstrak gamal mortalitas tungau berturut-turut adalah 92,31; 90,91; 95,35; 90; dan 86,54%. Setelah 48 JSP pada perlakuan ekstrak ketapang, ekstrak widuri, ekstrak kirinyuh, ekstrak huni, dan ekstrak gamal peningkatan mortalitas tungau relatif rendah, sedangkan pada akhir pengamatan 72 JSP mortalitas pada perlakuan ekstrak widuri, kirinyuh, huni gamal mortalitas tungau sudah mencapai 100% kecuali ekstrak ketapang hanya mengakibatkan mortalitas tungau menjadi 98,08%.

Berdasarkan analisis probit terhadap mortalitas tungau pada 12, 24, 48, dan 72 JSP nilai LC_{50} dari perlakuan enam ekstrak tanaman akan semakin kecil seiring dengan meningkatnya waktu pengamatan (Tabel 2).

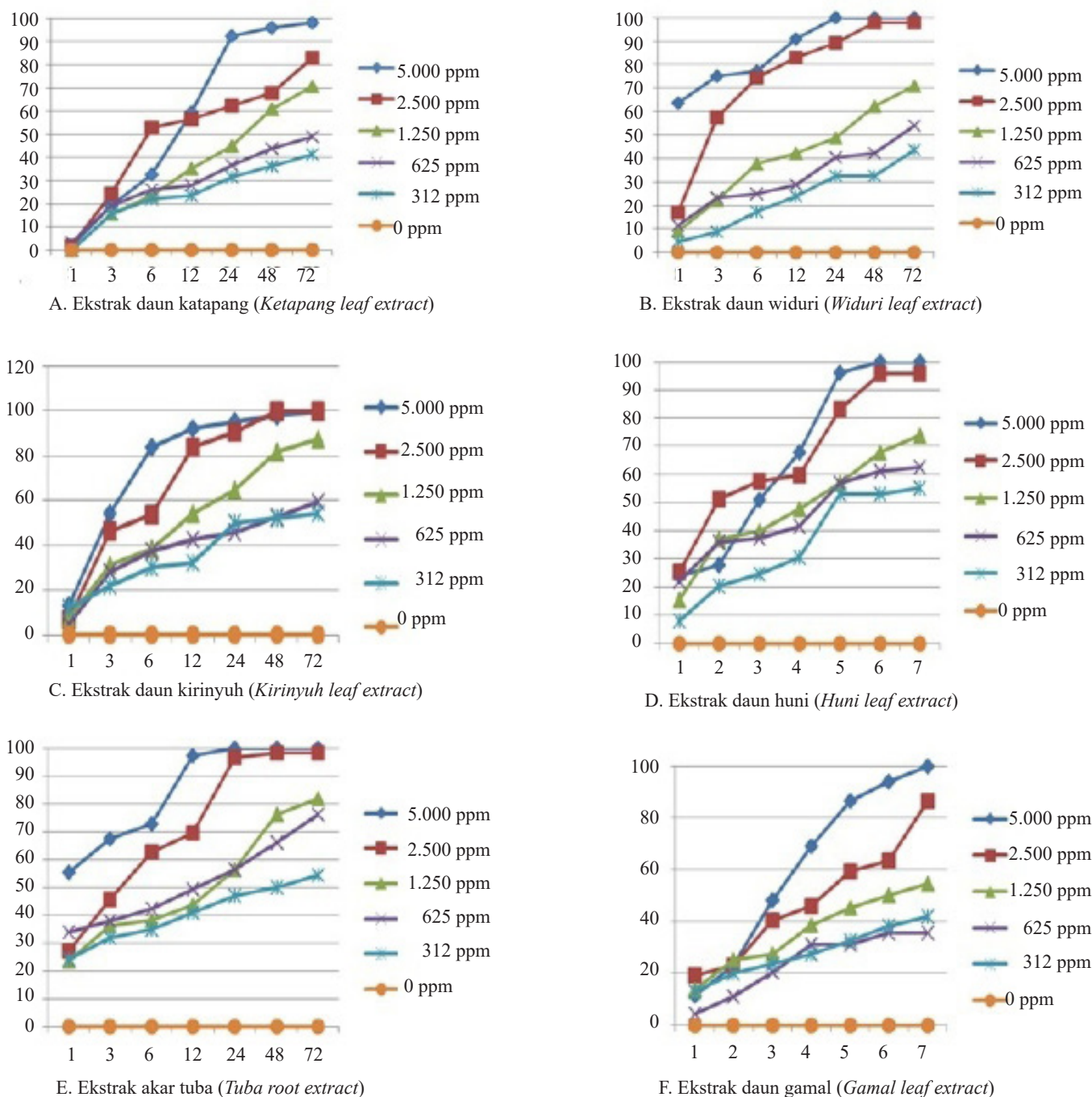
Tabel 2. Mortalitas tungau cabai pada 1, 3, 6, 12, 24, 48, dan 72 JSP enam jenis bioakarisida tanaman (Mortality of broad mite on chili pepper at 1, 3, 6, 12, 24, 48, and 72 HAT of six plant bioacaricides) Lembang 2015

Perlakuan (Treatments)	Konsentrasi (Concentrations) ppm	Mortalitas tungau (%) pada...JSP (Mortality of broad mites on chili pepper).....HAT						
		1	3	6	12	24	48	72
Ketapang	5,000	1,92	19,23	32,69	59,62	92,31	96,15	98,08
	2,500	1,89	24,53	52,83	56,60	62,26	67,92	83,02
	1,250	0,00	15,69	23,53	35,29	45,10	60,78	70,59
	625	3,51	19,30	26,32	28,07	36,84	43,86	49,12
	312	0,00	15,87	22,22	23,81	31,75	36,51	41,27
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Widuri	5,000	63,64	75,00	77,27	89,91	90,91	100,00	100,00
	2,500	17,02	57,45	74,47	82,98	89,36	97,87	97,87
	1,250	8,89	22,22	37,78	42,22	48,89	62,22	71,11
	625	11,54	23,08	25,00	28,85	40,38	42,31	53,85
	312	4,35	8,70	17,39	23,91	32,61	32,61	43,48
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kirinyuh	5,000	13,18	54,26	83,72	92,25	95,35	97,67	100,00
	2,500	6,98	46,51	53,49	83,72	90,70	100,00	100,00
	1,250	7,14	31,43	38,57	54,29	64,29	81,43	87,14
	625	4,92	27,87	37,70	42,62	45,90	52,46	59,02
	312	12,00	22,00	30,00	32,00	50,00	52,00	54,00
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Huni	5,000	24,00	28,00	50,67	68,00	90,00	100,00	100,00
	2,500	25,53	51,06	57,45	59,57	82,98	95,74	95,74
	1,250	15,38	36,92	40,00	47,69	56,92	67,69	73,85
	625	22,22	36,11	37,50	41,67	56,94	61,11	62,50
	312	8,16	20,41	24,49	30,61	53,06	53,06	55,10
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Akar tuba	5,000	55,41	67,57	72,97	97,30	100,00	100,00	100,00
	2,500	27,12	45,76	62,71	69,49	96,61	98,31	98,31
	1,250	23,64	36,36	38,18	43,64	56,36	76,18	81,82
	625	33,80	38,03	42,25	49,30	56,34	66,20	76,06
	312	24,24	31,82	34,85	40,91	46,97	50,00	54,55
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gamal	5,000	11,54	23,08	48,08	69,23	86,54	94,23	100,00
	2,500	19,23	23,08	40,38	46,15	59,62	63,46	86,54
	1,250	13,64	25,00	27,27	38,64	45,45	50,00	54,55
	625	4,44	11,11	20,20	31,11	31,11	35,56	35,56
	312	12,73	20,00	23,64	27,27	32,73	38,18	41,82
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

* JSP (HAT) = Jam setelah perlakuan (Hours after treatment)

Pada rentang konsentrasi yang diuji, ekstrak tanaman bekerja secara bertahap dalam mematikan tungau uji. Hal tersebut menunjukkan bahwa berhentinya fungsi tubuh tungau secara menyeluruh akibat keracunan oleh senyawa

aktif dalam ekstrak keenam bahan tumbuhan tersebut tidak berlangsung secara cepat dan bersamaan. Nilai LC_{50} dari enam bioakarisida terhadap tungau cabai *P. latus* secara umum berkisar antara 286,84–650,44 ppm (Tabel 3).



Gambar 2. Laju mortalitas tungau cabai, *P. latus* pada perlakuan enam bioakarisisa tanaman (A) ekstrak ketapang, (B) ekstrak daun widuri, (C) ekstrak daun kirinyuh, (D) ekstrak daun huni, (E) ekstrak akar tuba, dan (F) ekstrak gamal [Mortality rate of broad mite on chili pepper after exposure of six plant bioacaricides, (A) *T. catappa*, leaf extracts, (B) *C. gigantea* leaf extracts, (C) *E. inulifolium* leaf extracts, (D) *A. bunius* leaf extracts, (E) *D. elliptica* from root and leaf extracts, and (F) *G. sepium* leaf extracts]

Toksitas ekstrak tanaman yang paling tinggi terhadap tungau cabai *P. latus* Banks diperoleh dari ekstrak akar tuba dengan nilai LC_{50} paling rendah, yaitu sebesar 286,84 ppm dengan ambang batas (*fiducial limit*) 207,61–396,31 kemudian diikuti oleh ekstrak bioakarisisa dari ekstrak daun kirinyuh, huni, widuri, ketapang dan ekstrak gamal masing-masing sebesar

370,57 ppm (*fiducial limit* 243,90 – 563,04 ppm), 373,03 ppm (*fiducial limit* 216,61 – 608,43 ppm), 477,92 ppm (*fiducial limit* 370,16 – 617,06 ppm), 525,110 ppm (*fiducial limit* 396,48 – 695,47), dan 650,44 ppm (*fiducial limit* 336,78 – 1.256,22). Hal ini dapat diartikan bahwa konsentrasi ekstrak yang digunakan saat perlakuan berada di antara batas bawah dan batas

Tabel 3. Nilai LC₅₀ enam bioakarisisida tanaman terhadap tungau cabai, *P. latus* (LC₅₀ value of six plant bioacaricides against broad mite on chili pepper, *P. latus*) Lembang 2015

Bioakarisisida tanaman (<i>Bioacaricides</i> plant extract)	Jam setelah perlakuan (JSP) (<i>Hour after</i> <i>treatment</i>), HAT*	Kemiringan (<i>Slope</i>)	Nilai (<i>Value</i>)LC ₅₀ ** (ppm)	<i>Fiducial limit</i>
Ketapang	12	0,88 ± 0,18	2.395,87	1.482,57 – 3.871,78
	24	1,32 ± 0,19	1.010,89	570,08 – 1.792,54
	48	1,37 ± 0,19	706,91	529,92 – 943,01
	72	1,597 ± 0,21	525,11	396,48 – 695,47
Widuri	12	1,85 ± 0,23	1.057,41	846,06 – 1321,54
	24	1,99 ± 0,25	747,39	434,59 – 1285,33
	48	2,35 ± 0,29	624,66	412,88 – 1000,32
	72	2,09 ± 0,29	477,92	370,16 – 617,06
Kirinyuh	12	1,65 ± 0,18	775,76	611,89 – 983,50
	24	1,55 ± 0,18	514,26	298,74 – 885,25
	48	1,86 ± 0,22	397,70	242,58 – 652,02
	72	2,30 ± 0,29	370,57	243,90 – 563,04
Huni	12	0,79 ± 0,17	1.294,37	854,04 – 1961,73
	24	1,25 ± 0,19	441,44	211,23 – 922,55
	48	1,73 ± 0,23	399,14	218,88 – 727,84
	72	1,75 ± 0,24	373,03	216,61 – 608,43
Akar tuba	12	1,32 ± 0,18	692,01	304,91 – 1570,53
	24	1,80 ± 0,21	472,15	232,57 – 958,52
	48	2,01 ± 0,26	360,03	276,30 – 469,14
	72	1,93 ± 0,27	286,84	207,61 – 396,31
Gamal	12	0,86 ± 1,91	2.107,30	1.310,37 – 3.388,90
	24	1,20 ± 0,19	1.136,06	829,53 – 1.555
	48	1,28 ± 0,20	862,19	425,47 – 1.747,18
	72	1,76 ± 0,22	650,44	336,78 – 1.256,22

* JSP = Jam setelah perlakuan, HAT (*Hours after treatment*)

** Hasil analisis probit menurut Busvine 1971) (*Result of probit analysis according to Busvine 1971*)

atas. Keenam jenis ekstrak yang berasal dari tanaman akar tuba, kirinyuh, huni, widuri, ketapang, dan ekstrak gamal yang diuji berpotensi dan efektif sebagai bioakarisisida untuk hama tungau cabai, karena memiliki nilai LC₅₀ < dari 5% (< 5.000 ppm). Insektisida botani dengan pelarut organik dikatakan efektif apabila memiliki nilai LC₅₀ ≤ 5% (Priyono 1999).

Berdasarkan nilai LT₅₀ dari enam jenis tanaman sebagai bioakarisisida terlihat adanya perbedaan waktu untuk mematikan 50% tungau uji *P. latus* (Tabel 4). Waktu yang paling singkat untuk mematikan 50% tungau *P. latus* diperoleh dari perlakuan ekstrak bioakarisisida akar tuba dan kirinyuh, yaitu 9,98 jam dan 9,99 jam dengan *fiducial limit* masing-masing sebesar 7,01–12,22 jam dan 7,98 – 12,48 jam, sedangkan waktu yang paling panjang untuk mematikan 50% tungau *P. latus* diperoleh dari perlakuan ekstrak bioakarisisida gamal, yaitu 42,77 jam dengan *fiducial limit*nya sebesar 20,98 – 87,19 jam.

Tingginya toksisitas bioakarisisida yang berasal dari tanaman akar tuba terhadap tungau cabai *P. latus* Bank mungkin disebabkan karena akar tuba

mengandung racun yang disebut dengan rotenon. Rotenon merupakan penghambat respirasi sel, berdampak pada jaringan saraf dan sel otot yang menyebabkan serangga berhenti makan. Kematian larva *P. latus* terjadi beberapa jam sampai beberapa hari setelah terkena rotenon yang terkandung pada ekstrak akar tuba. Senyawa rotenon yang terdapat pada ekstrak tanaman sangat beracun dan dapat membunuh hama ulat kubis *P. xylostella* (Visetson & Milne 2001).

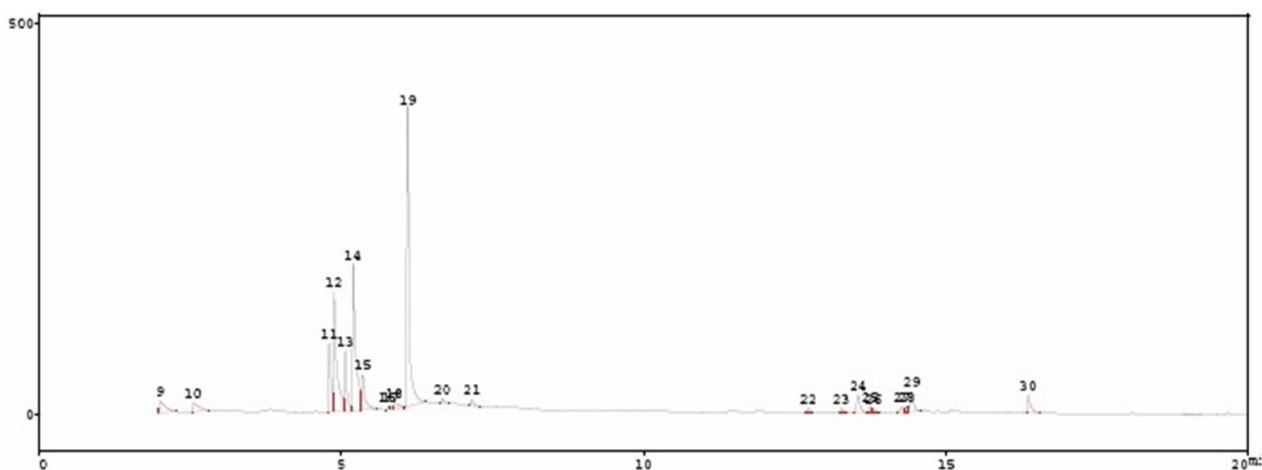
Hasil analisis GC-MS menunjukkan bahwa ekstrak akar tuba mengandung 7'-hydroxy-6a, 12a-dehydrodeguelin, 6-hydroxy-6a, 12a-dehydrodeguelin, 6aR, 12aR, 4'R, 5'S)-4', 5'-dihydro-4', 5'-dihydroxytephrosin, 6'-hydroxy-6a, 12a-dehydrorotenone, (-)-rotoic acid, (6) (-)-deguoic acid, 12-deoxo-12α-acetoxyelliptone-4-methoxy-5-methylphenol, dan 2,3,6-trimethoxy-5-methylphenol (Gambar 3).

Berdasarkan kromatogram sampel ekstrak akar tuba pada Gambar 3 diperoleh data interpretasi dari puncak-puncak yang terdeteksi. Dari puncak-puncak tersebut kemudian dibandingkan dengan kromatogram

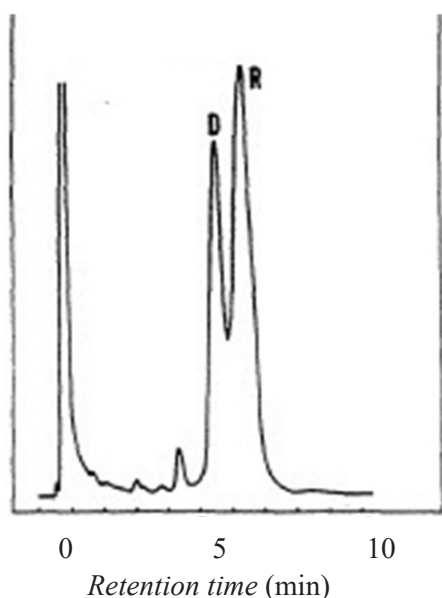
Tabel 4. Nilai LT_{50} dari enam jenis bioakarisisida tanaman terhadap hama tungau cabai *P. latus* (LT_{50} value of six plant bioacaricides against broad mite on chili pepper, *P. latus*) Lembang 2015

Bioakarisisida ekstrak tanaman (Bioacaricides plant extract)	Nilai (Value) LC_{50} (ppm)*	Fisidual limit	Chi Square	Slope
Ketapang	26,61	19,85 – 35,67	3,26	1,26 ± 0,14
Widuri	20,01	13,61 – 29,42	1,51	0,93 ± 0,13
Kirinyuh	9,98	7,98 – 12,48	2,77	1,27 ± 0,11
Huni	12,65	8,94 – 17,79	1,85	0,80 ± 0,10
Akar tuba	9,99	7,01 – 12,22	5,89	0,86 ± 0,11
Gamal	42,77	20,98 – 87,19	0,45	0,63 ± 0,12

* Hasil analisis probit menurut Busvine, 1971) (Result of probit analysis according to Busvine, 1971)



Gambar 3. Kromatogram GC-MS dari ekstrak metanol akar tuba [GC-MS chromatograms of methanol extract of *Derris elliptica* (Wallich) Benth]



Gambar 4. Kromatogram GC standar dari ekstrak akar tuba [GC-MS chromatograms standard of extract of *D. elliptica* (Wallich) Benth] (Norman 1973), (Suganya & Thangaraj 2014)

standar pada Gambar 4. maka didapati puncak no. 19 yang mirip. Dalam kromatogram standar dapat dilihat bahwa waktu retensi rotenon adalah 6 (Norman 1973). Dari kromatogram GC hasil penelitian maka puncak yang mirip adalah yang mempunyai waktu retensi 6,104 yang diduga sebagai puncak rotenon. Dari waktu retensi tersebut dapat diketahui konsentrasinya adalah 29,0105% (b/v) yang berasal dari 200 g akar tuba. Kematian larva *P. latus* terjadi beberapa jam sampai beberapa hari setelah terkena rotenon yang terkandung pada ekstrak akar tuba. Rotenon sangat beracun bagi ikan dan sering dipakai sebagai racun ikan (Akpinar et al. 2005).

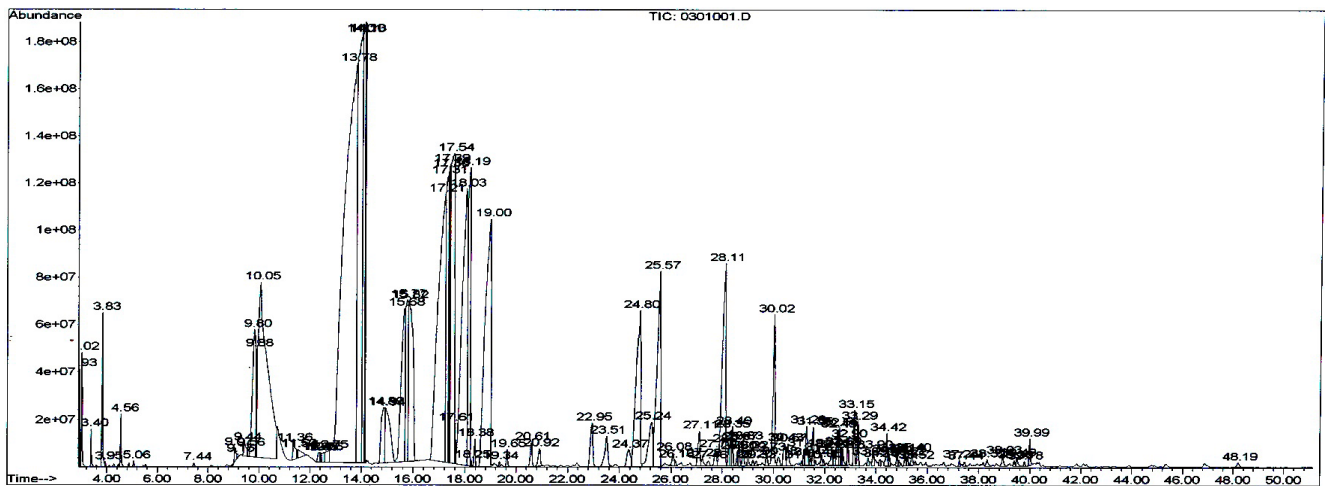
Ekstrak bioakarisisida daun kirinyuh *E. riparium* yang diujikan pada tungau *P. latus* positif dapat mematikan tungau dengan LT_{50} relatif sama atau sedikit lebih lama dibandingkan dengan ekstrak bioakarisisida akar tuba. Hal ini membuktikan ekstrak bioakarisisida dari daun kirinyuh mengandung senyawa bioaktif yang mampu memberikan pengaruh negatif yang dapat mematikan atau menghambat pertumbuhan dan perkembangan tungau *P. latus*. Sifat toksik ini

Tabel 5. Nilai LC₅₀ enam bioakarisisida tanaman terhadap imago predator *M. sexmaculatus* (LC₅₀ value of six plant bioacaricides against *M. sexmaculatus* adult predator) Lembang 2015

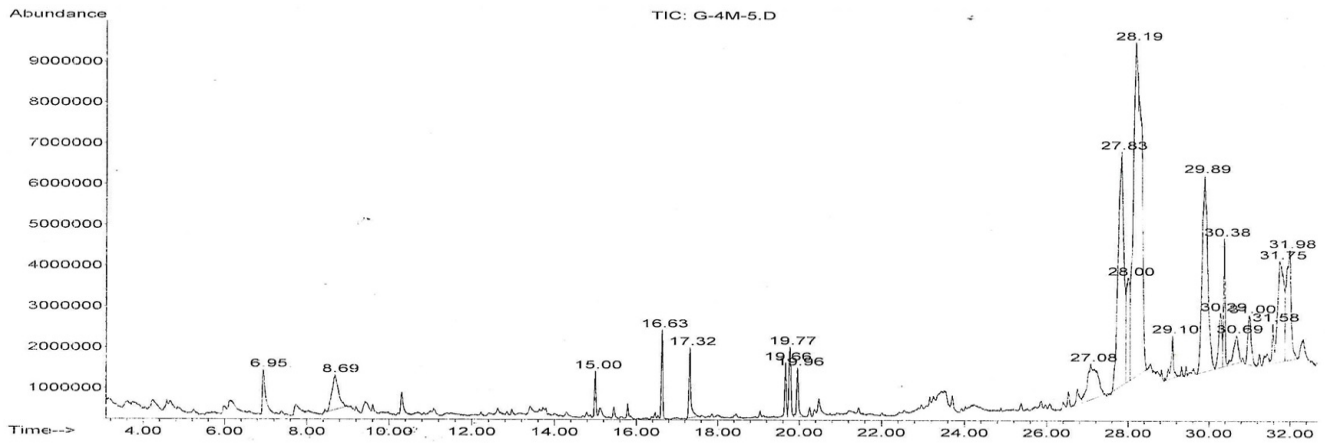
Bioakarisisida ekstrak tanaman (Bioacaricides plant extract)	Nilai (Value) LC ₅₀ *pada.... JSP/HAT **		
	24	48	72
Ketapang	787.846,99	65.520,23	5.152,73
Widuri	91.818,08	17.341,28	6.534,25
Kirinyuh	787.846,99	461.937,65	38.839,78
Huni	0	451.175,21	9.154.698,44
Akar Tuba	0	66.486,62	22.329,88
Gamal	79.688.932.679.110.670,00	32.764,11	5.115,34

* Hasil analisis probit menurut Finney dalam (Busvine 1967)) (Result of probit analysis according to Finney cit =. (Busvine 1967))

**JSP = Jam setelah perlakuan, HAT (hours after treatment)



Gambar 5. Kromatogram GC-MS dari ekstrak daun kirinyuh (GC-MS chromatograms of *Eupatorium inulifolium* Kunth leaves extract)



Gambar 6. Kromatogram GC MS ekstrak daun *Calotropis gigantea* (GC-MS chromatograms of *Calotropis gigantea* leaves extract)

kemungkinan disebabkan oleh senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak daun kirinyuh seperti, terpenoid, tanin, saponin, dan sesquiterpene (Yunita *et al.* 2009). Senyawa fenol, triterpenoid, alkaloid dan steroid yang terdapat pada tumbuhan merupakan bahan aktif sebagai pengendali hama.

Hasil analisis GC-MS menyatakan kandungan utama ekstrak daun kirinyuh adalah germacrene, isocaryophyllene, 2, 6, 6, 9-tetramethyl-1, 4, 8-cycloundecatriene, 1- methyl-5-methylene-8-(1-methylethyl)-1,7-cyclododecadiene, 1, 2, 4a, 5, 8, 8a-hexahydro-4,7- dimethyl-1-(1-methylethyl)

Tabel 6, Selektivitas enam bioakarisisida tanaman terhadap tungau pada cabai dan *M. sexmaculatus* (Selectivity of six plant bioacaricides to broad mite on chili pepper and *M. sexmaculatus* adult) Lembang 2015

Bioakarisisida ekstrak tanaman (Bioacaricide of plant extract)	Nilai (Value) LC ₅₀ * pada 72 JSP/HAT **		Nilai SR***
	<i>M. sexmaculatus</i>	<i>P. latus</i>	
Ketapang	5.152,73	525,110	0,10190909
Widuri	6.534,25	477,92	0,07314076
Kirinyuh	38.839,78	370,57	0,00954099
Huni	9.154.698,44	363,03	0,00396550
Akar Tuba	22.329,88	286,84	0,01284557
Gamal	5.115,34	650,44	0,12715479

* Hasil analisis probit menurut Finney dalam (Busvine 1967)) [Result of probit analysis according to Finney Cit =, (Busvine 1967)]

**JSP = Jam setelah perlakuan, HAT (Hours after treatment)

*** Nilai rasio selektivitas (Value of selectivity ratio)

naphthalene, 1, 12- dodecanediol, octahydro-1-(2-octyldecyl) pentalene, 3, 7, 11, 15-tetramethyl-2-hexadecen-1-ol, methyl (12-acetyloxy)-9-octadecanoic, bis (2-ethylhexyl) phthalat, farnesol, 4,22-cholestadien-3-one, dan 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 8 aoctahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl) azulene (Gambar 5). Senyawa tersebut menyebabkan adanya aktivitas biologi yang khas seperti toksik menghambat makan, antiparasit, dan pestisida (Harborne 1998). Terdapatnya senyawa toksik dalam ekstrak daun kirinyuh akan memberikan respons dengan cara menurunkan laju konsumsi dan efisiensi pencernaan serta metabolismenya. Pengaruhnya terlihat pada tingkat mortalitas tungau *P. latus* yang diperlakukan dengan ekstrak kirinyuh.

Kandungan utama ekstrak daun ketapang adalah propane, 1,1-diethoxy, t-butyl hydrogen phthalate, 3-Isopropoxy-1,1,1,7,7,7-hexamethyl-3,5,5-tris (trimethylsiloxy) tetrasiloxane, tert-butyl 2-aminophenylcarbamate ditms, 1H-pyrazole, 4,5-dihydro-3-methyl-1-propyl-, pentanoic acid, cholane-5,20(22)- diene-3b-phenoxy, stigmastan-3,5-diene, 8-methyloctahydrocoumarin, cyclopropanecarboxylic acid, oct-3-en- 2-yl ester, dan β-l-arabinopyranoside. Ekstrak kasar kloroform daun ketapang mengandung senyawa alkaloid, terpenoid, triterpenoid, dan steroid (Lin et al. 2000).

Analisis GC-MS ekstrak daun widuri mengandung alkaloids, tannins, phenol, flavonoids, sterols, dan anthraquinones. Komposisi senyawa dari ekstrak daun widuri 2-methoxy-4-vinylphenol Ethanone, 2-methoxy-4-vinylphenol ethanone, d-mannose, hexadecanoic acid, 9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (z,z,z)-, Phytol, A'- neogammacer-22 (29)-en-3-ol,acetate,(3.beta.,21.beta.)-, nonacosane, Hop-22(29)-en-3-ol,acetate,(3.beta.), Eicosane, 12- Oleanen-3-yl acetate, (3.alpha.)-, 6, 10, 14, 18,

22-Tetracosahexane, 2, 6, 10, 15, 19, 23-hexamethyl-, all-(E)-, Lanosterol, Stigmasterol (Gambar 6).

Analisis GC-MS Terhadap Ekstrak Daun Gamal *Gliricidia sepium* L. dan Ekstrak Daun Huni *Antidesma bunius* (L.) Spreng Belum Berhasil Dilakukan

Hasil perhitungan LC₅₀ imago larva *M. sexmaculatus* disajikan pada Tabel 5. Nilai tertinggi diperoleh oleh perlakuan bioakarisisida huni sebesar 9.154.698,44 ppm, diikuti oleh bioakarisisida kirinyuh sebesar 38.839,78 ppm, akar tuba sebesar 22.329,88 dan widuri sebesar 6.534,25 ppm. Nilai LC₅₀ terendah diperoleh oleh perlakuan akarisisida ketapang sebesar 5.152,73 ppm dan bioakarisisida gamal sebesar 5.115,34 ppm. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa bioakarisisida yang paling aman adalah huni, kirinyuh, akar tuba, dan widuri.

Untuk menentukan selektivitas bioakarisisida yang diuji, dilakukan dengan cara membandingkan nilai LC₅₀ insektisida terhadap jasad sasaran (*P. latus*) dengan nilai LC₅₀ insektisida terhadap predator, *M. sexmaculatus* (Tabel 5). Bioakarisisida tertentu dikatakan selektif apabila daya racun bioakarisisida tersebut terhadap hama tungau *P. latus* lebih besar daripada terhadap predator, *M. sexmaculatus* atau mempunyai nilai SR < 1,0. Hasil perhitungan nilai SR menunjukkan bahwa semua jenis ekstrak tumbuhan sebagai bioakarisisida yang diuji selektif terhadap predator *M. sexmaculatus* hal ini disebabkan karena nilai SR < 1 (Tabel 6). Rendahnya imago *M. sexmaculatus* yang mati menunjukkan bahwa imago tersebut tidak sensitif terhadap tumbuhan yang digunakan sebagai bioakarisisida. Insektisida dapat meracuni serangga apabila masuk ke dalam tubuh serangga tersebut melalui difusi jaringan inang dan diteruskan melalui kutikula dan trakhea. Apabila serangga sensitif terhadap tumbuhan yang digunakan

sebagai bioakarisida yang digunakan maka serangga mengalami kematian (Stark *et al.* 1992). Berdasarkan konsep pengendalian secara alami, populasi hama tidak harus dimusnahkan, namun ditekan sampai di bawah ambang pengendalian agar musuh alami dapat berkembang.

Dengan mempertimbangkan beberapa aspek, yaitu segi efisiensi, ketersediaan bahan baku, kepraktisan, resistensi hama sasaran, dan kesehatan konsumen maka jenis bioakarisida yang perlu diteliti lebih lanjut di lapangan adalah kirinyuh, dan akar tuba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kirinyuh dan akar tuba merupakan jenis bioakarisida yang efektif untuk tungau dan selektif terhadap predator *M. sexmaculatus* dengan nilai SR < 1.

KESIMPULAN DAN SARAN

Nilai LC₅₀ bioakarisida yang berasal dari ekstrak akar tuba, huni, kirinyuh, widuri, ketapang berturut-turut adalah 286,84 ppm, 363,03 ppm, 370,57 ppm, 477,92 ppm, 525,110 ppm dan 650,44 ppm. Waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% tungau (LT50) dari ekstrak bioakarisida tanaman kirinyuh, akar tuba, huni, widuri, ketapang dan gamal berturut-turut adalah 9,98, 9,99, 12,65, 20,01, 26,61, 42, dan 77 jam. Hasil perhitungan nilai SR menunjukkan bahwa semua jenis ekstrak tumbuhan sebagai bioakarisida yang diuji selective terhadap predator *M. sexmaculatus* hal ini disebabkan karena nilai SR <1. Untuk memantapkan hasil percobaan ini perlu dilakukan penelitian di lapangan khususnya untuk bioakarisida kirinyuh, dan akar tuba.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adiyoga, W 2007, 'Overview of production, consumption, and distribution aspects of hot pepper in Indonesia', *Annual Report. Indonesian Vegetables Research Institute*, Lembang, West Java.
2. Akpınar, MB, Erdogan, H, Sahin, S, Ucar, F & İlhan, A 2005, 'Protective effects of caffeic acid phenethyl ester on rotenone-induced myocardial oxidative injury', *Pesticide biochemistry and Physiology*, vol. 82, no. 3, pp. 233-9.
3. Ashraf, Am, Toha, AM, Hanafi, AR & Hasan, GM 2011, 'Biology and control of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904)(Acari: Tarsonemidae)', *International Journal of Environmental Science and Engineering (IJESE)*, vol. 1, pp.26-34.
4. Badmin, JS 1990, 'IRAC survey of resistance of stored grain pests: Results and progress', *Proceedings, 5th International Working Conference on Stored-Products Protection*, pp. 1029-37.
5. Bakhsh, A, Rao, AQ, Shahid, AA, Husnain, T & Riazuddin, S 2009, 'Insect resistance and risk assessment studies in advance lines of Bt cotton harboring Cry1Ac and Cry2A genes', *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, vol. 6, no. 1, pp. 1-11.
6. Biesmeijer, JC, Roberts, SPM, Reemer, M, Ohlemüller, R, Edwards, M, Peeters, T, Schaffers, AP, Potts, SG, Kleukers, R, Thomas, CD & others 2006, 'Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands', *Science*, vol. 313, no. 5785, pp. 351-4.
7. BPS 2012, *Vegetable harvested area in Indonesia 2006-2010*, accessed from, <http://www.bps.go.id/aboutus.php?table=1&id_subyek=55>.
8. Brussaard, L 1997, 'Biodiversity and ecosystem functioning in soil', *Ambio*, pp. 563-70.
9. Busvine, JR 1967, *A critical review of the techniques for testing insecticides*, Commonwealth Institute Of Entomology, London.
10. Chen, S-K, Edwards, CA & Subler, S 2001, 'Effects of the fungicides benomyl, captan, and chlorothalonil on soil microbial activity and nitrogen dynamics in laboratory incubations', *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 33, no. 14, pp. 1971-80.
11. Desai, HR, Bandhanja, KA, Rai, AB, Patel, AJ & Patel, MB 2007, 'Assessment of yield loss and resistance of yellow mite *Polyphagotarsonemus latus* Banks in chilli', *Veg. Sci.*, vol. 34, no. 1, pp. 46-50
12. Dey, PK, Sarkar, PK & Somchoudhury, AK 2001, 'Efficacy of different treatment schedules of profenofos against major pests of chilli', *Pestology*, vol. 25, no. 11, pp. 26-9.
13. Feng, HT & Wang, TC 1984, 'Selectivity of insecticides to *Plutella xylostella* (L.) and *Apanteles plutellae*', *Plant Prot. Bull.*, vol. 26, pp. 275-84.
14. Gerson, U 1992, 'Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)(Acari: Tarsonemidae)', *Experimental & Applied Acarology*, vol. 13, no. 3, pp. 163-78.
15. Gerson, U & Weintraub, PG 2012, 'Mites (Acari) as a factor in greenhouse management', *Annual Review of Entomology*, vol. 57, pp. 229-47.
16. Gross, K & Rosenheim, JA 2011, 'Quantifying secondary pest outbreaks in cotton and their monetary cost with causal-inference statistics', *Ecological Applications*, vol. 21, no. 7, pp. 2770-80.
17. Hallberg, GR 1989, 'Pesticides pollution of ground water in the humid United States', *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 26, no. 3-4, pp. 299-367.
18. Hanifah, AL, Awang, SH, Ming, HT, Abidin, SZ & Omar, MH 2011, 'Acaricidal activity of *Cymbopogon citratus* and *Azadirachta indica* against house dust mites', *Asian Pacific Journal of tropical biomedicine*, vol. 1, no. 5, pp. 365-9.
19. Harborne, AJ 1998, *Phytochemical methods a guide to modern techniques of plant analysis*, springer science & business media.
20. Hasan, CM, Hossain, MA, Rashid, MA, Connolly, JD & others 1994, 'Constituents of *Polyalthia longifolia* var. pendulla.', *Fitoterapia*, vol. 65, no. 3, pp. 283-4.
21. Hasyim, A, Istianto, M, de Kogel, WJ & others 2007, 'Male fruit fly, *Bactrocera tau* (Diptera; Tephritidae) attractants from *Elsholtzia pubescens* Bth', *Asian Journal of Plant Sciences*, vol. 6, no. 1, pp. 181-3.

22. Hath, TK 2000, 'Distribution of yellow mite (*Polyphagotarsonemus latus* Banks) population on leaves of different jute varieties.', *Environment and Ecology*, vol. 18, no. 3, pp. 578-80.
23. Karmakar, K 1995, 'Comparative symptomology of chilli leaf curl disease and biology of tarsonemid mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)(Acari: Tarsonemidae)', *Ann. Entomol.*, vol. 13, no. 2, pp. 65-70.
24. Kelly, AG 1995, 'Accumulation and persistence of chlorobiphenyls, organochlorine pesticides, and faecal sterols at the Garroch Head sewage sludge disposal site, Firth of Clyde', *Environmental Pollution*, vol. 88, no. 2, pp. 207-17.
25. Kevan, PG 1999, 'Pollinators as bioindicators of the state of the environment: Species, activity and diversity', *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 74, no. 1, pp. 373-93.
26. Kumar, R, Kranthi, S, Nitharwal, M, Jat, SL & Monga, D 2012, 'Influence of pesticides and application methods on pest and predatory arthropods associated with cotton', *Phytoparasitica*, vol. 40, no. 5, pp. 417-24.
27. Lin, Y-L, Kuo, Y-H, Shiao, M-S, Chen, C-C & Ou, J-C 2000, 'Flavonoid glycosides from *Terminalia catappa* L.', *Journal of the Chinese Chemical Society*, vol. 47, no. 1, pp. 253-6.
28. Mallikarjuna Rao, N, Muralidhar Rao, G & Tirumala Rao, K 1999, 'Efficacy of neem products and their combinations against chilli thrips (*Scirtothrips dorsalis* Hood)', *Pestology*, vol. 23, no. 3, pp. 10-2.
29. Mandi, N, Senapati, AK & others 2009, 'Integration of chemical botanical and microbial insecticides for control of thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood infesting chilli', *J. Plant Prot. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 92-5.
30. Martin, T, Ochou, GO, Hala-N'Klo, F, Vassal, J-M & Vaissayre, M 2000, 'Pyrethroid resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner), in West Africa', *Pest management science*, vol. 56, no. 6, pp. 549-54.
31. Moekasan, TK 2012, 'Penggunaan rumah kaca untuk mengatasi serangan organisme pengganggu tumbuhan pada tanaman cabai merah di dataran rendah', *J. Hort.*, vol. 22, no. 1, pp. 66-76.
32. Montasser, AA, Marzouk, AS, Hanafy, ARI & Hassan, GM 2011, 'Seasonal fluctuation of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari, Tarsonemidae) and its predatory mites on some pepper cultivars in Egypt', *International Journal of Environmental Science and Engineering*, vol. 2, pp. 9-20.
33. Norman, ED 1973, 'No Title', *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, vol. 56, pp. 1344-9.
34. Ohsawa, K & others 2000, 'Penghambatan aktivitas makan larva *Plutella xylostella* (L)(Lepidoptera: yponomeutidae) yang diperlukan ekstrak biji *Swietenia mahogani* Jacq. (Meliaceae)', *Bul. Hama Penyakit Tumbuhan*, vol. 12, pp. 27-32.
35. Prijono, D 1999, 'Prospek dan strategi pemanfaatan insektisida alami dalam PHT', *Dalam* Nugroho, BW, Dadang & Prijono, D (penyunting), *Bahan Pelatihan Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Alami*, Bogor, Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu, IPB, hlm, pp. 1-7.
36. Rasikari, HL, Leach, DN, Waterman, PG, Spooner-Hart, RN, Basta, AH, Banbury, LK & Forster, PI 2005, 'Acaricidal and cytotoxic activities of extracts from selected genera of Australian Lamiaceae', *Journal of economic entomology*, vol. 98, no. 4, pp. 1259-66.
37. Schulz, R, Peall, SKC, Dabrowski, JM & Reinecke, AJ 2001, 'Spray deposition of two insecticides into surface waters in a South African orchard area', *Journal of Environmental Quality*, vol. 30, no. 3, pp. 814-22.
38. Secoy, DM & Smith, AE 1983, 'Use of plants in control of agricultural and domestic pests', *Economic Botany*, vol. 37, no. 1, pp. 28-57.
39. Setiawati, W, Hasyim, A & Hudayya, A 2013, *Survey on pests and diseases and its natural enemies of chili pepper (*Capsicum frutescens* L.)*, Indonesian Vegetables Research Institute, Lembang, West Java.
40. Setiawati, W, Sumarni, N, Koesandriani, Y, Hasyim, A, Uhan, TS & Sutarya, R 2003, 'Penerapan teknologi pengendalian hama terpadu pada tanaman cabai merah untuk mitigasi dampak perubahan iklim', *J. Hort.*, vol. 23, no. 2, pp. 174-83.
41. Singh, S, Kushwaha, KS, Sharma, PD & Singh, S 1995, 'Resurgence of rice leafhopper *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee due to application of carbofuran granules', *Indian J Entomol.*, vol. 57, pp. 366-72.
42. Sivira, A, Sanabria, ME, Valera, N & Vásquez, C 2011, 'Toxicity of ethanolic extracts from *Lippia origanoides* and *Gliricidia sepium* to *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae)', *Neotropical entomology*, vol. 40, no. 3, pp. 375-9.
43. Sofo, A, Scopa, A, Dumontet, S, Mazzatura, A & Pasquale, V 2012, 'Toxic effects of four sulphonylureas herbicides on soil microbial biomass', *Journal of Environmental Science and Health, part B*, vol. 47, no. 7, pp. 653-9.
44. Stark, JD, Wong, TTY, Vargas, RI & Thalman, RK 1992, 'Survival, longevity, and reproduction of tephritid fruit fly parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) reared from fruit flies exposed to azadirachtin', *Journal of Economic entomology*, vol. 85, no. 4, pp. 1125-9.
45. Suganya, R & Thangaraj, M 2014, 'Isolation and characterization of leaf extract of *Derris trifoliata*', *Int. J. ChemTech Res.*, vol. 6, no. 9, pp. 4115-22.
46. Taofik, M, Yuianti, E, Barizi, A & Hayati, EK 2010, *Isolasi dan identifikasi senyawa aktif ekstrak air daun paitan (*Thitonia diversifolia*) sebagai bahan insektisida botani untuk pengendalian hama tungau Eriophyidae*, Universitas Maulana Malik Ibrahim, Malang.
47. Tien, C & Chen, CS 2012, 'Assessing the toxicity of organophosphorous pesticides to indigenous algae with implication for their ecotoxicological impact to aquatic ecosystems', *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, vol. 47, no. 9, pp. 901-12.
48. Tomita, M & Endo, H 2007, 'Potential of neem extract for insecticide', *Comb. Proc. Intl. Plant. Prop. Soc.*, vol. 56, pp. 146-50.
49. Venzon, M, Rosado, MC, Molina-Rugama, AJ, Duarte, VS, Dias, R & Pallini, A 2008, 'Acaricidal efficacy of neem against *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)(Acari: Tarsonemidae)', *Crop Protection*, vol. 27, no. 3, pp. 869-72.
50. Vichitbandha, P, Chandrapatya, A & others 2011, 'Broad mite effects on chili shoot damage and yields', *Pakistan J. Zool.*, vol. 43, pp. 637-49.
51. Visetson, S & Milne, M 2001, 'Effects of root extract from derris (*Derris elliptica* Benth) on mortality and detoxification enzyme levels in the diamondback moth larvae (*Plutella xylostella* Linn.)', *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*, vol. 35, pp. 157-63.

52. Wolfenbarger, DA & Vargas-Camplis, J 2002, 'Profenofos: Response of field. collected strains of bollworm and tobacco budworm in South Texas, USA and Mexico', *Resistant Pest Management Newsletter*, vol. 11, no. 2, pp. 11-3.
53. Yamada, T, Yoneda, H & Asada, M 1983, 'Resistance to Benzomate in Mites', in *Pest resistance to pesticides*, Springer, pp. 445-51.
54. Yunita, EA, Suparpti, NH & Hidayat, JW 2009, 'Pengaruh ekstrak daun teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap mortalitas dan perkembangan larva *Aedes aegypti*', *Bioma*, vol. 11, no. 1, pp. 11-7.