

AKTIVITAS ANTIRAYAP MINYAK ATSIRI KULIT BUAH JERUK BALI (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) TERHADAP RAYAP *Coptotermes* sp.

Viana Sari^{1*}, Afghani Jayuska¹, Harlia¹

¹Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

*email: viana@student.untan.ac.id

ABSTRAK

Tanaman Jeruk Bali (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) famili Rutaceae merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri terutama pada bagian kulit buahnya. Penelitian ini bertujuan mengetahui aktivitas minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*C. maxima* (Burm.) Merr.) sebagai antirayap terhadap rayap *Coptotermes* sp. dengan uji penghambatan makan yang dilakukan selama 7 hari. Minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*C. maxima* (Burm.) Merr.) diperoleh dengan metode destilasi uap yang dilakukan selama 4 jam. Rendemen minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*C. maxima* (Burm.) Merr.) diperoleh sebesar 0,2%. Hasil identifikasi GC-MS menunjukkan bahwa minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*C. maxima* (Burm.) Merr.) mengandung senyawa terbesar dl-limonen (41,98%) dan senyawa lain yaitu β -mirsen (15,34%), (E,E,E)-3,7,11,15-Tetrametil hexadeka 1,3,6,10,14-pentena (2,07%), δ -elemen (2,05%), dan Germakren D (0,78%). Hasil yang diperoleh menunjukkan minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*C. maxima* (Burm.) Merr.) berpotensi sebagai antirayap dengan konsentrasi 8% sudah tergolong memiliki aktivitas antirayap yang sangat kuat terhadap rayap *Coptotermes* sp. dan menyebabkan mortalitas rayap sebesar 97,33%.

Kata Kunci: *Citrus maxima* (Burm.) Merr., Rutaceae, Minyak atsiri, Antirayap, *Coptotermes* sp.

PENDAHULUAN

Rayap merupakan salah satu serangga yang banyak menimbulkan kerugian bagi manusia, diantaranya yaitu merusak bangunan yang terbuat dari kayu dan juga menjadi hama yang menyerang perkebunan. Kondisi iklim, tanah dan banyaknya ragam jenis tumbuhan di Indonesia sangat mendukung kehidupan rayap (Nandika *et al.*, 2003). Kerugian akibat serangan rayap perusak di Indonesia dapat mencapai 224-238 milyar per tahun. Terdapat 200 jenis rayap yang telah ditemukan di Indonesia, salah satunya adalah rayap *Coptotermes* sp. (Prasetyo dan Yusuf, 2005). Rayap genus *Coptotermes* merupakan hama bangunan terpenting karena dampak kerusakan dan kemampuannya dalam menyerang bangunan yang lebih tinggi di bandingkan rayap tanah lainnya (Subekti, 2010). Selain itu, rayap *C. curvignathus* (Holmgren) dikenal sebagai hama yang banyak menyerang dan menyebabkan kematian tanaman karet dan kelapa sawit (Nandika *et al.*, 2003). Hingga saat ini, penanggulangan

rayap masih bergantung kepada penggunaan bahan kimia sintesis yang cenderung berbahaya bagi manusia. Selain itu juga dapat mencemari lingkungan karena lebih sulit untuk didegradasi dan dapat bertahan lama di lingkungan. Oleh karena itu diperlukan alternatif lain yang lebih ramah lingkungan dalam pengendalian rayap.

Minyak atsiri merupakan salah satu alternatif yang berpotensi dalam pengendalian rayap. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri memiliki pengaruh negatif terhadap serangga seperti rayap. Menurut Pandey *et al.*, (2012) minyak atsiri dari beberapa tumbuhan memiliki aktivitas antirayap yang kuat terhadap rayap *Odontotermes assamensis*. Penelitian Cheng *et al.*, (2007) menunjukkan bahwa minyak atsiri kayu teras dari *Calocedrus macrolepis* var. *formosana* membunuh semua rayap setelah satu hari uji. Minyak atsiri *Dipterocarpus* sp. dapat bersifat sebagai *antifeedant* dan *repellent* serta menyebabkan kematian rayap *C. curvignathus* Holm. (Roszaini, 2013).

Jeruk bali (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) famili Rutaceae merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri. Menurut Raina *et al.*, (2007) minyak kulit jeruk atau *orange oil extract* (OOE) bersifat toksik terhadap serangga termasuk rayap. Hal ini juga telah didukung oleh beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa minyak atsiri dari beberapa genus *Citrus* memiliki potensi sebagai antirayap. Menurut Lestari dan Arreneuz (2014) minyak atsiri kulit buah *C. nobilis* Lour menyebabkan kematian 100% rayap *C. curvignatus* sp. Minyak atsiri kulit jeruk *C. nobilis* var. *microcarpa* menyebabkan mortalitas rayap *C. curvignatus* Holm. Sebesar 98,99% (Nabu *et al.*, 2015). Minyak atsiri daun *C. microcarpa* Bunge pada konsentrasi 12% menyebabkan mortalitas rayap *Macrotermes* sp sebanyak 82% (Novitasari *et al.*, 2014). Berdasarkan uraian tersebut diperkirakan bahwa minyak atsiri kulit buah *C. maxima* berpeluang sebagai antirayap, sehingga perlu dilakukan uji bioaktivitas minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*C. maxima*) sebagai antirayap terhadap rayap *Coptotermes* sp.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Sampel kulit buah jeruk bali diambil dari daerah Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat dan diidentifikasi di Herbarium Bogoriense LIPI Bogor. Alat-alat yang digunakan diantaranya adalah alat-alat gelas kimia yang umum digunakan di Laboratorium Kimia Organik, ayakan 40 Mesh, loyang, oven, autoklaf, neraca analitik, seperangkat alat destilasi, seperangkat alat *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) (tipe Shimadzu QP 2010 ULTRA dengan jenis kolom DB 5 MS), serta seperangkat alat uji antirayap.

Bahan-bahan yang digunakan adalah dietil eter, antirayap sintesis dengan bahan aktif fipronil, kertas Whattman No.41, Na₂SO₄ anhidrat, pasir steril, serta rayap *Coptotermes* sp.

PROSEDUR PENELITIAN

1. Ekstraksi Minyak Atsiri

Sebanyak 7,45 kg kulit buah jeruk bali yang telah dibersihkan dan dipotong

kecil-kecil diekstraksi dengan metode destilasi uap yang dilakukan secara bertahap. Destilasi dilakukan selama 4 jam pada suhu 98°C. Diamkan destilat selama 24 jam untuk memisahkan air dan minyak. Pisahkan air dan minyak dengan corong pisah. Minyak yang diperoleh ditambahkan natrium sulfat anhidrat untuk memperoleh minyak atsiri bebas air. Minyak atsiri yang diperoleh disimpan didalam botol vial dan dimasukkan ke dalam lemari pendingin untuk mencegah kerusakan. Dihitung rendemen minyak atsiri dan dianalisis kandungan senyawanya dengan metode GC-MS.

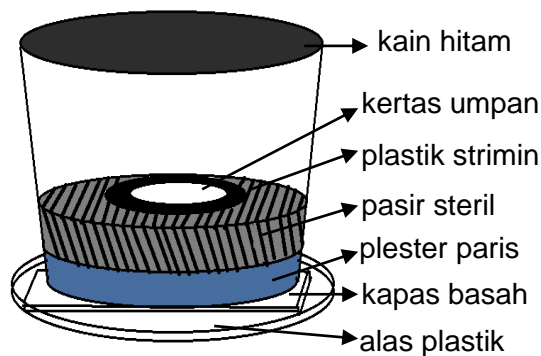
$$\text{Rendemen(\%)} = \frac{\text{massa minyak (g)}}{\text{massa sampel (g)}} \times 100 \%$$

2. Uji Aktivitas Antirayap

Pengujian aktivitas minyak atsiri sebagai antirayap dilakukan dengan metode Ohmura *et al.* (2000) yaitu uji penghambatan makan (*antifeedant bioassay*) dengan beberapa modifikasi. Rayap yang digunakan yaitu rayap *Coptotermes* sp. yang telah dilakukan penangkaran selama minimal 2 minggu. Penangkaran dilakukan didalam bak yang berisi pasir lembab pada dasar bak dan berisi kayu-kayu sebagai makanan rayap. Bak kemudian ditutup dengan kain agar cahaya tidak masuk. Penangkaran dilakukan agar rayap dapat beradaptasi dengan lingkungan yang baru sehingga diperoleh rayap yang sehat dan aktif dan rayap siap digunakan sebagai hewan uji.

a. Persiapan Wadah Uji

Wadah uji dibuat menggunakan wadah plastik dengan tinggi 6cm, diameter bawah sebesar 5cm, dan diameter atas 6cm. Bagian bawah wadah uji berupa lapisan plester paris setebal 0,5cm dan diatasnya merupakan lapisan pasir steril berukuran 40 mesh sebanyak 10 gram. Diatas lapisan pasir diletakkan plastik strimin dengan diameter 4cm sebagai alas dari kertas umpan agar tidak basah. Kelembaban pasir dijaga dengan meletakkan kapas basah pada bagian bawah wadah uji dan kapas dibasahkan setiap sehari sekali. Rangkaian wadah uji dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Wadah Uji Antirayap

b. Pengujian Minyak Atsiri terhadap Rayap

Kertas Whatman No.41 dengan diameter 2 cm dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 12 jam dan dimasukkan kedalam desikator selama 24 jam, kertas ditimbang untuk mengetahui berat awalnya. Minyak atsiri kulit buah jeruk bali dilarutkan dengan pelarut dietil eter menjadi beberapa variasi konsentrasi (v/v) : 0% (kontrol negatif), 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Sebagai kontrol positif digunakan antirayap sintetis dengan bahan aktif fipronil dengan konsentrasi 0,25% (v/v). Kertas direndam kedalam larutan sampel maupun kontrol selama 1 jam. Kemudian kertas diangkat lalu dikeringanginkan dan diletakkan didalam wadah uji. Kertas umpan berfungsi sebagai sumber makanan bagi rayap. Sebanyak 50 rayap (terdiri dari 45 rayap pekerja dan 5 rayap prajurit) dimasukkan ke dalam wadah uji. Kemudian wadah uji diletakkan di tempat gelap. Pengujian dilakukan selama 7 hari dengan tiga kali pengulangan. Rayap yang mati dikeluarkan dari wadah uji dan dihitung jumlahnya setiap hari. Setelah 7 hari dihitung total rayap yang mati. Kemudian kertas umpan diangkat dan dioven pada suhu 60°C selama 12 jam, setelah itu disimpan di dalam desikator selama 24 jam kemudian kertas umpan ditimbang untuk mengetahui berat kertas setelah pengujian. Pada uji antirayap ini, terdapat dua parameter yang diukur yaitu tingkat kematian rayap (mortalitas) dan pengurangan berat (*weight loss*) kertas umpan (Indrayani *et al.*, 2012).

Mortalitas rayap setelah 7 hari dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan :

A = jumlah individu rayap yang mati
B = total individu rayap mula-mula

Aktivitas minyak atsiri terhadap rayap dinilai dengan melihat nilai mortalitas dan diklasifikasikan kedalam kategori yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Aktivitas Antirayap Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Bali (*C. maxima* (Burm.) Merr.) (Priyono, 1998)

Mortalitas (%)	Tingkat Aktivitas	Simbol
m ≥ 95%	Sangat kuat	A
75% ≤ m < 95%	Kuat	B
60% ≤ m < 75%	Cukup kuat	C
40% ≤ m < 60%	Sedang	D
25% ≤ m < 40%	Agak Lemah	E
5% ≤ m < 25%	Lemah	F
m < 5%	Tidak Aktif	G

Persentase pengurangan berat kertas umpan setelah 7 hari pengujian dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{PB (\%)} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan :

PB=pengurangan berat

W₀=berat kertas umpan sebelum diumpankan ke rayap (g)

W₁=berat kertas umpan setelah diumpankan ke rayap (g)

3. Analisis Data

Data Mortalitas rayap dilakukan uji statistik menggunakan analisis *One-way ANOVA* dan jika data yang diperoleh menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5% ($P \leq 0,05$), maka dilanjutkan dengan menggunakan uji *Least Significance Difference* (LSD) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Analisis *One-way ANOVA* dilakukan menggunakan program SPSS 20.

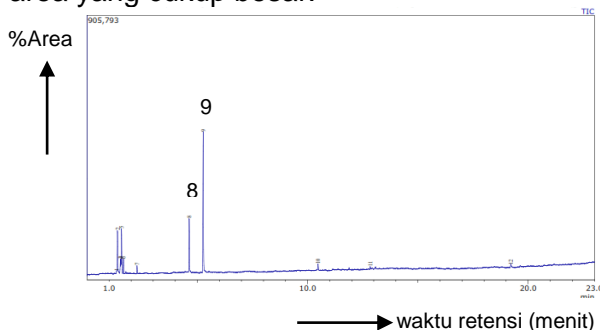
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Minyak Atsiri

Rendemen minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*C. maxima* (Burm.) Merr) diperoleh sebesar 0,2%. Rendemen yang dihasilkan lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Rana dan Blazquez (2012), ekstraksi minyak atsiri dari kulit buah segar *C. maxima* (Burm.) Merr. dengan metode destilasi air menghasilkan rendemen sebesar 0,13%. Menurut Yulianto *et al.* (2012) pada destilasi air minyak atsiri dari sampel akan keluar ke media pembawa (air), kemudian baru akan menguap bersama-sama dengan air setelah proses pemanasan dilakukan. Oleh karena itu banyak kandungan minyak atsiri yang masih tertinggal dalam air, sehingga rendemen minyak atsiri menjadi tidak maksimal.

Identifikasi Komponen Senyawa Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Bali (*C. maxima* (Burm.) Merr.)

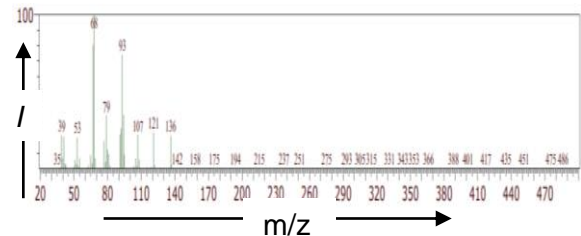
Kromatogram pada Gambar 2. menunjukkan adanya 12 puncak senyawa dan terdapat 2 puncak senyawa dengan % area yang cukup besar.



Gambar 2. Kromatogram Minyak Atsiri Kulit Jeruk Bali (*C. maxima* (Burm.) Merr.)

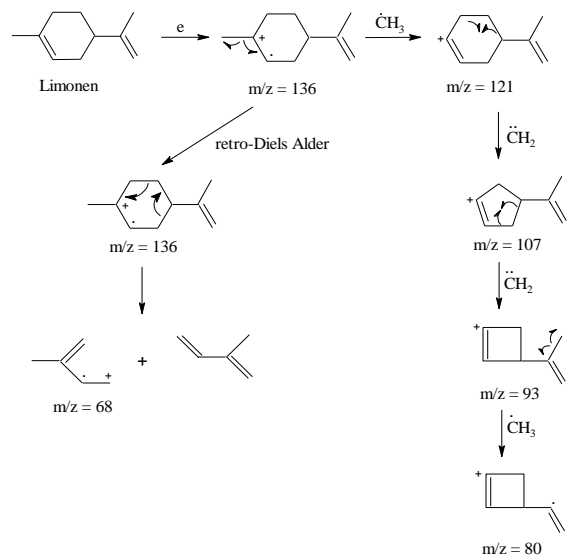
Berdasarkan kromatogram pada Gambar 2. terdapat adanya dua puncak senyawa dengan puncak tinggi yang memiliki % area cukup besar. Hal ini menunjukkan adanya dua senyawa mayor penyusun minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*C. maxima*). Dua senyawa tersebut ialah β -mirsen pada puncak 8 dengan % area sebesar 15,34% serta *d*-limonen sebagai komponen senyawa terbesar pada puncak 9 dengan % area sebesar 41,98%. Minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*C. maxima*)

mengandung senyawa minor seperti δ -elemen, Germakren D yang termasuk kedalam golongan seskiterpen dan senyawa golongan diterpen yaitu (E,E,E)-3,7,11,15- Tetrametil hexadeka 1,3,6,10,14-pentena.



Gambar 3. Spektrum Massa dari Puncak 9 dengan Waktu Retensi 5,27 menit

Berdasarkan spektrum massa pada Gambar 3. jika dibandingkan dengan *library data WILEY7.LIB* senyawa tersebut adalah senyawa *d*-limonen dengan indeks kemiripan sebesar 96%. Senyawa *d*-limonen merupakan senyawa rasemat yaitu campuran enantiomer dalam jumlah yang sama dan tidak mempengaruhi bidang polarisasi (Makfoeld *et al.*, 2002). Pola fragmentasi senyawa *d*-limonen dapat dilihat pada Gambar 4. (Irawan, 2010).



Gambar 4. Fragmentasi Senyawa *d*-limonen (Irawan, 2010)

Berdasarkan fragmentasi pada Gambar 4. ion molekul dengan m/z 136 menunjukkan berat molekul dari senyawa *d*-limonen. Ion molekul dengan m/z 136 terfragmentasi menghasilkan ion molekul

dengan m/z 121, m/z 107, m/z 93, dan m/z 80. Ion molekul dengan m/z 68 merupakan *base peak* yang dihasilkan secara *retro Diels-Alder* dari ion molekul m/z 136.

Aktivitas Minyak Atsiri terhadap Rayap *Coptotermes* sp.

Rayap yang digunakan ialah rayap sehat dilihat dari pergerakan rayap yang aktif. Rayap diuji dengan minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*C. maxima*) dengan variasi konsentrasi 0% (kontrol negatif), 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Kontrol positif digunakan antirayap sintesis dengan bahan aktif fipronil, sedangkan kontrol negatif dengan pelarut dietil eter.

Tabel 2. Mortalitas dan Pengurangan Berat Kertas Umpan Setelah 7 Hari

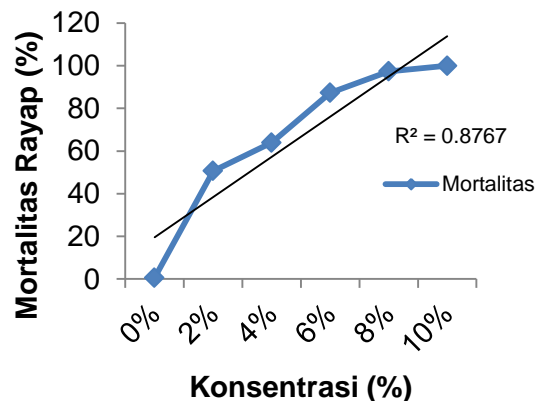
Perlakuan	Mortalitas Rayap (%)	Pengurangan Berat (%)
Kontrol (-) dietil eter	0,67	27,12
M A 2%	50,67	16,18
M A 4%	64	13,32
M A 6%	87,33	9,31
M A 8%	97,33	5,38
M A 10%	100	2,99
Kontrol (+) fipronil 0,25%	100	2,74

Keterangan : M A (Minyak Atsiri)

Tabel 2. menunjukkan pengaruh konsentrasi minyak atsiri terhadap mortalitas rayap serta pengurangan berat kertas umpan setelah 7 hari pengujian. Semakin besar konsentrasi minyak atsiri maka mortalitas rayap semakin besar (Gambar 5). Pada konsentrasi minyak atsiri 10% menyebabkan mortalitas rayap terbesar yaitu sebesar 100%. Kontrol negatif menyebabkan mortalitas rayap sebesar 0,67%.

Berdasarkan Uji *Least Significance Difference* (LSD) menunjukkan bahwa pada derajat kepercayaan 95%, kontrol negatif (konsentrasi 0%) berbeda secara signifikan dengan konsentrasi minyak atsiri 2%; 4%; 6%; 8%; dan 10%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan minyak atsiri memberikan pengaruh terhadap mortalitas rayap. Sedangkan konsentrasi minyak atsiri 8% tidak berbeda secara signifikan dengan konsentrasi minyak atsiri 10%, tetapi berbeda secara signifikan dengan konsentrasi minyak atsiri 2%; 4%; dan 6%.

Oleh sebab itu konsentrasi 8% merupakan konsentrasi optimum untuk menyebabkan mortalitas rayap.



Gambar 5. Grafik Hubungan Konsentrasi Minyak Atsiri Terhadap Mortalitas Rayap

Toksisitas dari suatu minyak atsiri dipengaruhi oleh senyawa yang terkandung didalamnya. Minyak atsiri kulit buah jeruk bali mengandung senyawa monoterpen dan sesquiterpen seperti β -mirsen, *d*-limonen, δ -elemen, dan Germakren D. Senyawa-senyawa yang menyusun minyak atsiri dapat menjadi racun dan mematikan bagi serangga termasuk rayap. Penyebaran racun oleh minyak atsiri dapat disebabkan dari beberapa mekanisme yaitu secara kontak maupun nonkontak. Pada penelitian ini kertas uji yang megandung minyak atsiri terletak dalam satu wadah bersama rayap sehingga memungkinkan rayap kontak secara langsung dengan minyak atsiri. Rayap hanya memiliki pilihan sumber makanan berupa kertas yang telah mengandung minyak atsiri yang bersifat racun bagi rayap. Selain itu, minyak atsiri juga dapat bersifat sebagai racun pernafasan (fumigasi) bagi rayap. Menurut Siramon *et al.* (2009) minyak atsiri dari daun *Eucalyptus camaldulensis* bersifat toksik bagi rayap *C. Formosanus* baik secara kontak maupun fumigasi dengan mekanisme penghambatan aktivitas enzim asetilkolinesterase dan menunjukkan gejala neurotoksik. Senyawa monoterpen dari beberapa minyak atsiri menunjukkan penghambatan terhadap aktivitas enzim asetilkolinesterase. Selain itu menurut Hadi (2008) senyawa sesquiterpenoid juga merupakan senyawa bioaktif yang mampu merusak sistem syaraf pada serangga.

Minyak atsiri *Eugenia riedeliana* dengan komponen terbesar senyawa seskuiterpen menunjukkan penghambatan aktivitas enzim asetilkolinesterase yang kuat (Souza *et al.*, 2009). Penghambatan aktivitas enzim asetilkolinesterase merupakan salah satu faktor penting dalam mekanisme kerja dari suatu insektisida (Sramon *et al.*, 2009). Gangguan pada enzim asetilkolinesterase menyebabkan impuls saraf akan ditransmisi secara terus menerus sehingga terjadi inkoordinasi, kejang-kejang, lemah dan akhirnya mengakibatkan kematian (Riyanto, 2009).

Senyawa *d*-limonen merupakan komponen senyawa terbesar pada minyak atsiri kulit buah jeruk bali. Senyawa *d*-limonen dapat bersifat sebagai insektisida. Menurut Habeeb *et al.* (2009) minyak atsiri dari tanaman *Comiphora molmol* dengan komponen toksik *d*-limonen memiliki aktivitas insektisida terhadap larva instar *Culex pipiens*. Minyak atsiri dari tiga spesies *Citrus* dengan komponen utama *d*-limonen menunjukkan aktivitas insektisida yang kuat terhadap serangga *Sitophilus Oryzae* (L.) dan *Tribolium Castaneum* (Herbst) (Abdelgaleil *et al.*, 2012). Menurut George dan David (2004) senyawa limonen dapat mempengaruhi saraf sensorik dari sistem saraf perifer, tetapi tidak menghambat enzim asetilkolinesterase.

Selain senyawa *d*-limonen, minyak atsiri jeruk bali mengandung senyawa β -mirsen dan germakren D. Menurut Pal *et al.* (2011) senyawa β -mirsen yang diisolasi dari minyak atsiri *Myristica fragrans* menyebabkan mortalitas sebesar 48% terhadap rayap *Microcerotermes beesoni* dengan konsentrasi 5 mg/g setelah 14 hari pengujian. Minyak atsiri *Zanthoxylum rhoifolium* menunjukkan adanya aktivitas insektisida terhadap *Sitophilus oryzae* (L.) dengan adanya senyawa β -mirsen sebagai komponen utama penyusun minyak atsiri (Prieto *et al.*, 2011). Selain itu, senyawa germakren juga dapat berperan sebagai insektisida. Menurut Barakat (2011) senyawa germakren biasanya diproduksi oleh sejumlah spesies tanaman untuk sifat antimikroba dan insektisida.

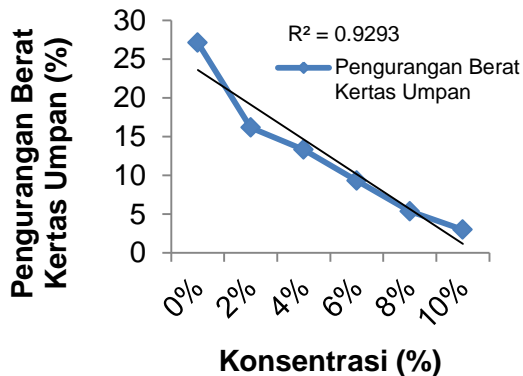
Kontrol positif dengan bahan aktif fipronil menyebabkan mortalitas rayap sebesar 100%. Konsentrasi fipronil 0,25% merupakan konsentrasi yang dianjurkan pada pemakaian fipronil. Artinya 0,25%

merupakan konsentrasi yang efektif untuk membunuh rayap. Menurut Nandika *et al.* (2003) fipronil memiliki mekanisme mengganggu sistem syaraf pusat yang menyebabkan gangguan pada pertukaran ion-ion klorida melalui Gamma Amino Butyric Acid (GABA) pada serangga. Konsentrasi fipronil 0,25% 40 kali lebih kecil jika dibandingkan dengan konsentrasi minyak atsiri 10% untuk menyebabkan mortalitas rayap sebesar 100%. Perbedaan konsentrasi antara fipronil dan minyak atsiri cukup besar, selain itu waktu yang diperlukan fipronil relatif lebih cepat jika dibandingkan dengan minyak atsiri untuk menyebabkan kematian rayap 100%. Pada kontrol positif kematian rayap 100% dicapai pada hari ke-3 sedangkan untuk minyak atsiri pada hari ke-6 dan 7, hal tersebut merupakan salah satu kelemahan dari insektisida alami. Menurut Hendayana (2006), insektisida alami memiliki daya kerja yang relatif lambat. Tetapi berdasarkan klasifikasi tingkat aktivitas antirayap (Priyono, 1998), minyak atsiri kulit buah jeruk bali pada konsentrasi 8% sudah tergolong memiliki aktivitas antirayap yang sangat kuat dimana mortalitas rayap $\geq 95\%$.

Pemberian minyak atsiri kulit jeruk bali pada kertas umpan mempengaruhi aktivitas makan rayap. Berdasarkan Tabel 1. semakin meningkatnya konsentrasi minyak atsiri pengurangan berat kertas umpan semakin kecil. Hal ini menunjukkan daya penghambatan makan rayap semakin tinggi seiring dengan naiknya konsentrasi minyak atsiri. Hubungan konsentrasi terhadap pengurangan berat kertas umpan disajikan pada Gambar 6. Kontrol negatif menghasilkan pengurangan berat kertas umpan sebesar 27,59%. Hasil ini lebih besar jika dibandingkan dengan pengurangan berat kertas umpan yang mengandung minyak atsiri. Pengurangan berat kertas umpan pada kontrol positif adalah sebesar 2,78%. Hasil ini lebih kecil jika dibandingkan dengan penggunaan minyak atsiri. Hal ini dapat disebabkan karena setelah tiga hari pengumpanan mortalitas rayap sudah mencapai 100% sehingga konsumsi rayap hanya sedikit.

Konsentrasi minyak atsiri yang semakin meningkat juga akan menghambat aktivitas makan rayap. Menurut Nandika *et al.* (2003) didalam usus rayap terdapat

bakteri dan protozoa yang menghasilkan enzim selulase sehingga rayap dapat mencerna selulosa.



Gambar 6. Grafik Hubungan Konsentrasi Minyak Atsiri Terhadap Pengurangan Berat Kertas Umpan

Senyawa yang terkandung pada minyak atsiri kulit buah jeruk bali kemungkinan akan menjadi racun bagi bakteri yang terdapat pada usus rayap. Menurut Thavanapong (2006) dan Marutescu *et al.* (2009) minyak atsiri kulit buah *C. maxima* memiliki aktivitas sebagai antibakteri. Apabila bakteri pada usus rayap mati maka proses pencernaan makanan pada rayap akan terganggu pula. Hal ini akan menyebabkan rayap tidak dapat mencerna kertas umpan sehingga rayap akan mati karena tidak memperoleh sumber energi.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*Citrus maxima* (Burm.) Merr) memiliki potensi sebagai antirayap dengan konsentrasi minyak atsiri 8% sudah tergolong memiliki aktivitas antirayap yang sangat kuat terhadap rayap *Coptotermes* sp. dengan mortalitas 97,33%. Berdasarkan hasil GC-MS, minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*C.maxima* (Burm.) Merr) juga diketahui memiliki komponen senyawa mayor yaitu *d*-limonen (41,98%) dan β -mirsen (15,34%).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelgaleil, S.A.M.; . Badawy, M.E.I.; Mohamed, M.I.E.dan Shawir, M.S., 2012, Chemical Composition and Fumigant Toxicity Of Essential Oils Isolated from Egyptian Plants Against Stored Product Insects *Sitophilus Oryzae* (L.) and *Tribolium Castaneum* (Herbst). *Proceedings of the 9th. Int. Conf. on Controlled Atmosphere an Fumigation in Stored Products*, Antalya, Turki, 15–19 Oktober 2012, ARBER Professional Congress Services, Turki.
- Barakat, D.A., 2011, Insecticidal and Antifeedant Activities and Chemical Compositon of *Casimiroa Edulis* La Llave & Lex (Rutaceae) Leaf Extract and its Fractions Against *Spodoptera Littoralis* Larvae, *Australian Journal of basic and Applied Sciences*, 5(9): 693-703.
- Cheng, S.S.; Chang, H.T.; Wu, C.L.dan Chang, S.T., 2007, Anti-Termitic Activities Of Essential Oils From Coniferous Trees Against *Coptotermes formosanus*, *Bioresource Technology*. 98: 456-459.
- George W.W. dan David, M.W., 2004, An Introduction to Insecticides, 4th edition, Meister Publishing Com, Willoughby Ohio.
- Habeeb, S.M.; El-Namaky, A.H.dan Salma, M.A., 2009, Efficiency of *Allium cepa* and *Commiphora molmol* as a Larvacidal Agent Against Fourth Stage Larvae of *Culex pipiens* (Diptera : Culicidae), *J. Agric. & Environ. Sci.*, 5(2): 196-203.
- Hadi, M., 2008, Pembuatan Kertas Anti Rayap Ramah Lingkungan dengan Memanfaatkan Ekstrak Daun Kirinyuh (*Eupatorium odoratum*), *BIOMA*, 6(2): 12-18.
- Hendayana, D., 2006, Mengenal Tanaman Bahan Pestisida Nabati. Cianjur: PPL Kecamatan Cijati.
- Indrayani. Y.; Oramahi. H.A.dan Nurhaida, 2012, Evaluasi Asap Cair Sebagai Bio-Termitisida Untuk Pengendalian Rayap Tanah *coptotermes* sp, *J. Tengkawang*. 1(2): 87–96.

- Irawan, C., 2010, Studi Komponen Bioaktif Daun Sirih Merah (*Piper cf. arcuatum* Blume), Universitas Indonesia, Fakultas MIPA, Depok, (Skripsi).
- Lestari, A. dan Arreneuz, S., 2014, Uji Bioaktivitas Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* Lour.) Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus* sp.), *JKK*, 3 (2): 38-43.
- Makfoeld, D.; Marseno, D.W.; Astuti, P.; Anggrahini, S.; Raharjo, S.; Sastrosuwignyo, S.; Suhardi; Martoharsono, S.; Hadiwiyo, S. dan Tranggono, 2002, Kamus Istilah Pangan dan Nutrisi, Kanisius, Yogyakarta.
- Marutescu, L.; Saviuc, C.; Oprea, E.; Savu, B.; Bucur, M.; Stanciu, G.; Chifiriuc, M. C. dan Lazar, V., 2009, *In Vitro* Susceptibility Of *Erwinia Amylovora* (Burrill) Winslow *Et. Al.* To *Citrus Maxima* Essential Oil, *Romanian Archives Of Microbiology And Immunology*, 68(4): 223-227.
- Nabu, Diba, F.; Dirhamsyah, M., 2015, Aktivitas Anti Rayap Minyak Atsiri dari Kulit Jeruk *Citrus nobilis* var. *microcarpa* Terhadap Rayap Tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren, *J. Hutan Lestari*, . 3(1): 133-141.
- Nandika, D.; Rismayadi, Y. dan Diba, F., 2003, Rayap, Biologi dan Pengendaliannya. Muhammadiyah University Press, Surakarta.
- Novitasari; Jayuska, A. dan Wibowo, M.A., 2014, Bioaktivitas Anti Rayap Minyak Atsiri Dari Daun Jeruk Sambal (*Citrus microcarpa* Bunge) Terhadap Rayap Tanah *Macrotermes* sp., *JKK*, 3(1): 57-62.
- Ohmura, W.; Doi, S.; Aoyama, M. dan Ohara, S., 2000, Antifeedant Activity of Flavonoids and Related Compounds against The Subterranean Termite *Coptotermes formosanus* Shiraki, *J. Wood Sci*, 46: 149-153.
- Pal, M.; Verma, R.K.; Krishan, S. dan Tewari, 2011, Anti-termite activity of essential oil and its components from *Myristica fragrans* against *Microcerotermes beelsoni*, *J. Appl. Sci. Environ. Manage*, 15(3): 559-561.
- Pandey, A.; Chattopadhyay, P.; Banerjee, S.; Pakshirajan, K. dan Singh, L., 2012, Antitermitic activity of plant essential oils and their major constituents against termite *Odontotermes assamensis* Holmgren (Isoptera: Termitidae) of North East India, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 75: 63-67.
- Prasetyo, K.W. dan Yusuf, S., 2005, Mencegah dan Membasmi Rayap Secara Ramah Lingkungan & Kimiawi, Agromedia Pustaka, Bogor.
- Prieto, J.A.; Patiño, O.J.; Delgado, W.A.; Moreno, J.P. dan Cuca, L.E., 2011, Chemical Composition, Insecticidal, and Antifungal Activities of Fruit Essential Oils of Three Colombian *Zanthoxylum* Species, *Chilean Journal Of Agricultural Research*, 71(1):73-82.
- Prijono, D., 1998, Insecticidal Activity of Meliaceous Seed Extracts Against *Crocidolomia binotalis* Zeller, *Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 10 (1): 1-7.
- Raina, A.; Bland, J.; Doolittle, M.; Lax, L.; Boopathy, R.A.J. dan Folkins, M., 2007, Effect of Orange Oil Extract on the Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae), *J. Econ. Entomol*, 100(3): 880-885.
- Rana, V.S. dan Blazquez, M.A., 2012, Compositions of the volatile oils of *Citrus macroptera* and *C. maxima*, *Natural Product Communications*, 7(10): 1371-1372.
- Riyanto, 2009, Potensi Lengkuas (*Languas galangal* L.), Beluntas (*Pluchea indica* L.), dan Sirsak (*Annona muricata* L.) sebagai Insektisida Nabati Kumbang Kacang Hijau *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera : Bruchidae), *Sainmatika*, 6(2): 58-66.
- Roszaini, K.; Azah, M.A.N.; Mailina, J.; Zaini, S. dan Faridz, Z.M., 2013, Toxicity and Antitermite Activity of The Essential Oils from *Cinnamomum camphora*, *Cymbopogon nardus*, *Melaleuca cajuputi* and *Dipterocarpus* sp. Against *Coptotermes curvignathus*, *Journal of the International Academy of Wood Science*, 47(4).

- Souza, A.; Lopes, E.M.C.; Silva, M.C.; Cordeiro, I.; Young, M.C.M.; Sobral, M.E.G.dan Moreno, P.R.H., 2009, Chemical Composition and Acetylcholinesterase Inhibitory Activity of Essential Oils of *Myrceugenia myrcioides* (Cambess.) O. Berg and *Eugenia riedeliana* O. Berg, Myrtaceae. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 20(2): 175-179.
- Siramon, P.; Ohtani, Y.dan Ichiura, H., 2009, Biological Performance of Eucalyptus Camaldulensis Leaf Oils from Thailand against The Subterranean Termite *Coptotermes formosanus* Shiraki, *J. Wood Sci*, 55: 41-46.
- Subekti, N., 2010, Karakteristik Populasi Rayap Tanah *Coptotermes spp* (Blattodea: Rhinotermitidae) dan Dampak Serangannya, *Biosaintifika*, 2(2): 110-114.
- Thavanapong, N., 2006, The Essential Oil From Peel and Flower of *Citrus maxima*, Master of Pharmacy, Silpakorn University, (Thesis).
- Yuliarto, F.T.; Khasanah, L.U.dan Anandito, R.B., 2012, Pengaruh Ukuran Bahan dan Metode Destilasi (Destilasi Air dan Destilasi Uap-Air) Terhadap Kualitas Minyak Atsiri Kulit Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*), *J. Teknosains Pangan*,1(1):12-22.