

UJI BIOAKTIVITAS MINYAK ATSIRI KULIT BUAH JERUK PONTIANAK (*Citrus nobilis* Lour) TERHADAP RAYAP TANAH (*Coptotermes curvignathus* sp)

Ayu Lestari^{1*}, Savante Arreneuz¹

¹Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi,
email: yuu_lestari@rocketmail.com

ABSTRAK

Uji bioaktivitas minyak atsiri kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) telah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui komponen utama minyak atsiri dan aktivitas biologis terhadap rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* sp). Minyak atsiri dari kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) diperoleh dengan metode destilasi uap dengan suhu 95⁰C selama 4 jam. Identifikasi GC-MS menunjukkan bahwa kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) mengandung 2 senyawa yaitu limonen (98,95%) dan γ -mirsen (1,05%). Rendemen minyak atsiri kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) sebesar 0,534%. Uji bioaktivitas kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) terhadap rayap tanah (*C. curvignathus* sp) dilakukan selama 7 hari yang menunjukkan bahwa pada konsentrasi 5% didapatkan kematian sebesar 10% pada hari ke 7, sedangkan pada konsentrasi 10% kematian sebesar 100% pada hari ke 4. Semakin besar penambahan minyak atsiri kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) pada kertas uji, maka mortalitas akan semakin meningkat seiring dengan penurunan persentase berat kertas uji. Minyak atsiri dari kulit buah jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) menunjukkan aktivitas antirayap terhadap rayap tanah (*C. curvignathus* sp) dengan nilai LC₅₀ 6,141%. Hal ini menunjukkan bahwa minyak atsiri dari kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) bersifat toksik terhadap rayap tanah (*C. curvignathus* sp).

Kata kunci: *Citrus nobilis* L, Minyak atsiri, Limonen, Bioaktivitas antirayap, *Coptotermes curvignathus* sp.

PENDAHULUAN

Kalimantan Barat merupakan daerah penghasil jeruk yang biasa dikenal dengan jeruk pontianak. Jeruk ini sudah dipasarkan sampai ke pulau Jawa karena banyak diminati oleh masyarakat karena rasanya yang manis. Buah jeruk banyak dimanfaatkan dalam industri minuman sedangkan kulit dari jeruk tersebut tidak dimanfaatkan, sementara didalam kulit tersebut banyak terkandung minyak atsiri yang dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai antirayap.

Rayap merupakan serangga yang hidup di daerah tropis dan subtropis, bahkan sampai daerah sedang, dengan batas 50⁰ LU dan LS. Pada daerah tropis, rayap ditemukan mulai dari pantai sampai ketinggian 3000 m di atas permukaan laut. Selama ini rayap dikendalikan dengan menggunakan insektisida sintetik yaitu jenis organoklorin yang dapat membahayakan lingkungan karena senyawa ini sulit terdegradasi di alam (Mursyidi *et.al*, 1994). Padahal ada cara lain untuk pengendalian rayap yang ramah lingkungan, termasuk penggunaan ekstrak dan minyak atsiri yang berasal dari

tanaman yang berperan sebagai pembasmi rayap. Beragam ekstrak tanaman dan minyak atsiri anti rayap menunjukkan sifat anti rayap yang lebih baik dibanding dengan senyawa anti rayap sintetik (Supriadi *et.al*, 2010).

Menurut Koul *et al.* (2008), mengungkapkan tentang potensi minyak atsiri terhadap serangga juga bersifat menolak (*repellent*), racun pernafasan (*fumigant*), mengurangi nafsu makan (*antifeedant*), dan menarik (*attractant*). Aktivitas biologi minyak atsiri memiliki fungsi cukup banyak baik terhadap mikroba (bakteri, jamur, virus, nematoda) maupun terhadap serangga hama dan vektor patogen yang hidup di sekitar rumah serta serangga hama tanaman (Isman, 2000).

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian mengenai tanaman jeruk, diantaranya Fachriyah, (2002) telah melakukan isolasi minyak atsiri dari kulit jeruk siam (*Citrus nobilis* L) yang dilakukan dengan menggunakan metode destilasi uap dan Kartini, *et.al* (2013) melakukan uji aktivitas biotermitisida minyak atsiri daun *Citrus nobilis* Lour terhadap rayap

tanah (*Coptotermes curvignathus* sp) yang menunjukkan konsentrasi minyak atsiri sebesar 20% dengan mortalitas 100% bersifat toksik. Komponen utama dari minyak atsiri daun *C. nobilis* Lour adalah limonen 14,08, linalool 11,62%, sitronelal 10,64%. Asgarpanah, (2012) melakukan analisis gas kromatografi-massa spektrofotometri (GC-MS) terhadap komposisi minyak atsiri dari kulit dan daun *Citrus nobilis* Lour. Var *deliciosa* Swingle yang berasal dari Iran. Komponen utama dari minyak kulit *Citrus nobilis* Lour. Var *deliciosa* Swingle adalah limonen (87,8%) dan γ -terpinene (6,1%), sedangkan dari minyak daun *Citrus nobilis* Lour. Var *deliciosa* Swingle adalah linalool (32,8%), sabinene (28,8), (E)- β -ocimene (6,2%) dan limonen (5,2%).

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan yaitu botol vial, corong kaca, erlenmeyer, gelas plastik, gunting, kapas, kertas saring (Whatman No.1), pasir, petri disk, pignometer, pipet tetes, plastik pembungkus, sarung tangan, seperangkat alat destilasi uap (kondensor, selang, ketel, pompa air, corong pisah dan ember), GC-MS merk Shimadzu QP 2010, timbangan, oven, termometer.

Bahan-bahan yang digunakan yaitu akuades, es, insektisida bermerek Regent yang mengandung fipronil, kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) yang diperoleh dari kebun di daerah Sambas, kertas saring, natrium sulfat anhidrat, pasir, pelarut dietil eter, dan rayap tanah (*C. curvignathus* sp).

PROSEDUR PENELITIAN

Isolasi Minyak Atsiri

Sebanyak 3 kg kulit buah jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) yang telah dipotong-potong dimasukkan kedalam alat destilasi uap yang terdiri dari ketel 1 sebagai air dan ketel 2 sebagai penampung sampel. Destilasi uap dilakukan selama 4 jam pada suhu 95°C. Diamkan cairan yang keluar dari kondesor tersebut selama 24 jam untuk memisahkan minyak dan air. Setelah itu ambil lapisan air lalu di buang dan lapisan minyak atsiri dari kulit buah jeruk pontianak diambil masukkan kedalam botol vial. Minyak tersebut ditambahkan dengan natrium sulfat anhidrat untuk menyerap akuades yang masih terdapat

dalam minyak atsiri, lalu botol disimpan dalam lemari pendingin dan dihitung % rendemen dan massa jenis minyak kemudian dianalisis menggunakan metode GC-MS.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat Minyak (g)}}{\text{berat Kulit (g)}} \times 100\%$$

$$\text{Massa jenis} = \frac{\text{massa minyak (gr)}}{\text{volume minyak (ml)}}$$

Uji aktivitas minyak atsiri terhadap rayap

Uji aktivitas minyak atsiri *C.nobilis* Lour dengan menggunakan rayap tanah *C. curvignathus* sp yang mengacu pada penelitian Indrayani (2012). Sebelum penelitian dimulai rayap tanah *C. curvignathus* sp sebagai organisme uji dikumpulkan dari kayu-kayu yang terserang rayap, kemudian dipelihara dalam kontainer *fibre glass* berisi kayu-kayu sebagai makanannya. Pemeliharaan sebelum penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa hanya rayap yang sehat dan aktif yang digunakan dalam penelitian.

Persiapan Gelas Uji

Gelas uji terbuat dari bahan plastik (tinggi 4 cm, lebar atas 6 cm, lebar bawah 4,5 cm) kemudian diberi kapas di bagian bawah gelas uji untuk tetap menjaga kelembaban. Sebanyak 10 gram pasir dimasukkan kedalam gelas uji (yang telah dipanaskan selama 3 jam dan diberi 2 mL akuades untuk memberi kelembaban. Lalu ditutup dengan plastik yang telah dilubangi dengan jarum.

Pengujian minyak atsiri terhadap rayap

Kertas saring dimasukkan dalam oven pada suhu 40°C selama 6 jam dan disimpan dalam desikator selama 1 hari. Selanjutnya ditimbang untuk mengetahui berat awal. Kemudian kertas saring diteteskan minyak atsiri dengan pipet tetes dengan konsentrasi berturut-turut 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Sebagai kontrol negatif pada kertas saring ditetesi larutan dietil eter. Sedangkan kontrol positif yaitu insektisida reagen yang mengandung fipronil. Setelah dikering-anginkan, kertas saring dimasukkan kedalam desikator selama 1 hari. Kertas saring kontrol tanpa direndam minyak atsiri dikeringkan dengan cara yang sama.

Untuk pengujian terhadap rayap, pada gelas uji dimasukkan 10 g pasir dan diberi 2 mL akuades untuk memberi kelembaban. Kapas basah dihamparkan pada bagian bawah gelas uji untuk tetap menjaga kelembaban. Untuk pengujian terhadap rayap, kertas saring tersebut diletakkan diatas alas plastik dan dimasukkan ke dalam gelas uji, tiap gelas uji dimasukkan 50 ekor rayap sehat yang terdiri atas 45 ekor rayap pekerja dan 5 ekor rayap prajurit. Gelas-gelas uji tersebut dimasukkan kedalam bak/wadah plastik dan disimpan dalam ruangan gelap selama 7 hari. Jumlah rayap yang hidup dihitung setiap hari.

Tingkat kematian rayap dan pengurangan berat kertas saring dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Tingkat kematian rayap (*Mortalitas*) (Indrayani, 2012)

Pengamatan mortalitas rayap dilakukan pada tiap minggu. Mortalitas rayap dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

A : jumlah individu rayap yang mati

B : total individu rayap mula-mula

Pengurangan Berat (*Weight Loss*) (Indrayani, 2012)

Pada akhir pengamatan dilakukan penimbangan contoh uji untuk mengetahui persentase pengurangan berat kertas saring akibat serangan rayap. Persentase pengurangan berat contoh uji dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

PB : Pengurangan Berat

W_0 : berat kertas saring sebelum diumpankan (g)

W_1 : berat kertas saring setelah diumpankan (g)

Analisis Data

Data mortalitas selanjutnya dianalisis dengan menggunakan program SPSS 18, untuk mengetahui nilai LC_{50} (*Lethal Concentration*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

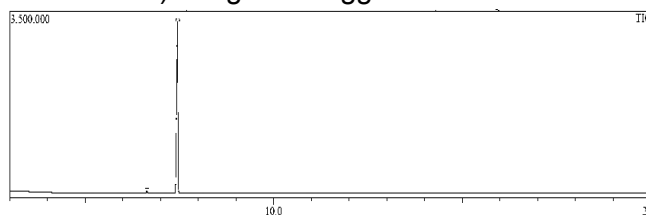
Isolasi Minyak Atsiri

Destilat hasil destilasi uap didalam corong pisah terdiri dari 2 lapisan yaitu minyak atsiri dan air. Minyak yang diperoleh ditambahkan dengan natrium sulfat anhidrat untuk menghilangkan air yang terperangkap didalam minyak sehingga minyak yang didapat lebih murni.

Minyak yang diperoleh memiliki aroma yang khas serta berwarna kekuningan. Rendemen minyak atsiri yang diperoleh dari kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) yaitu 0,534% dengan massa jenis 0,813 gr/ml.

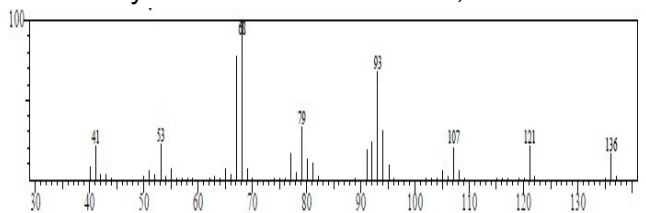
Identifikasi Kromatografi Gas Spektroskopi Massa (GC-MS)

Hasil analisis kromatografi gas spektroskopi massa minyak atsiri kulit jeruk pontianak diperoleh 2 puncak. Berikut adalah hasil identifikasi minyak atsiri kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) dengan menggunakan GC-MS :



Gambar 1. Kromatografi minyak atsiri kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour)

Berdasarkan gambar 1 dapat diketahui bahwa minyak atsiri kulit jeruk pontianak terdiri dari 2 senyawa, puncak no. 1 pada gambar menunjukkan senyawa γ -mirsen sebesar 1,05% dan puncak no. 2 menunjukkan senyawa dominan yaitu limonen sebesar 98,95%.



Gambar 2. Spektrum massa limonen

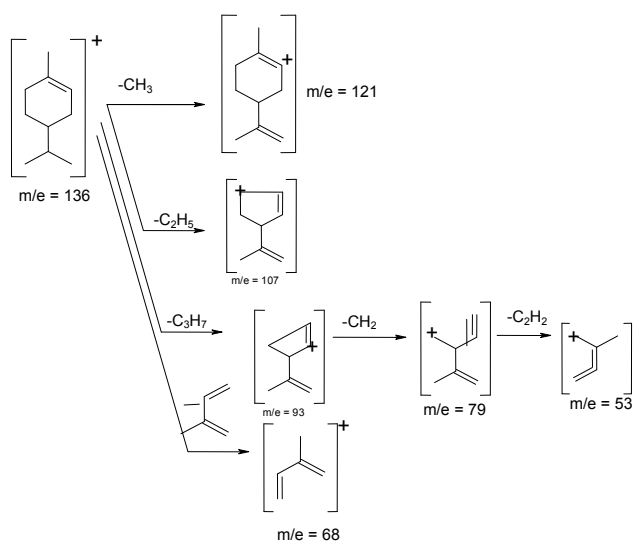
Dengan perbandingan data spektrum target yang disajikan pada gambar 2 menunjukkan kemungkinan senyawa limonen yang mendekati kemiripan senyawa sebesar 96% sesuai dengan *library data* WILEY7.LIB.

Berdasarkan gambar 3, Siburian (2008), menyatakan bahwa puncak pada $m/e = 68$ ini menunjukkan puncak khas dari Limonen yakni terjadinya pemecahan sejenis reaksi homolitik

retro Diels-Alder. Adapun fragmentasi dari ion molekul Limonen hingga menghasilkan puncak-puncak m/e 121, m/e 107, m/e 93, m/e 79, m/e 68 dan m/e 53.

Uji Bioaktivitas Minyak Atsiri Terhadap Rayap Tanah

Rayap diuji menggunakan kertas uji yang mengandung minyak atsiri kulit jeruk pontianak (*C.nobilis* Lour) dengan konsentrasi 0% (Kontrol negatif), 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% (v/v), kontrol positif yang digunakan adalah insektisida bermerek Regent yang mengandung fipronil dan sebagai kontrol negatif adalah pelarut dietil eter.



Gambar 3. Fragmentasi ion molekul limonene (Siburian, 208)

Berdasarkan hasil pengamatan (Tabel 1) pada konsentrasi 10% menunjukkan mortalitas yang paling tinggi dengan rata-rata sebesar 100% sedangkan pada konsentrasi 5% menunjukkan mortalitas yang paling rendah yaitu 20%. Pengamatan pada konsentrasi 5% pada hari ke-7 menunjukkan keadaan rayap masih aktif sedangkan pada konsentrasi 10% pada hari ke-1 menunjukkan keadaan rayap sudah mulai melemah, kemungkinan daya racun yang terdapat dari minyak atsiri sudah bereaksi dan pada hari ke-4 semua rayap mati. Berbeda dengan konsentrasi 15% dimana kematian rayap 100% sampai hari ke-5. Hal ini disebabkan karena serangga menunjukkan sifat menolak pada makanan, diakibatkan oleh

tingginya konsentrasi minyak atsiri kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour), sehingga membuat aroma kertas semakin menyengat.

Selain mortalitas rayap, kehilangan berat kertas uji merupakan indikator lain untuk melihat daya racun terhadap penilaian laju konsumsi terhadap kertas uji oleh rayap. Semakin kecil persentase kehilangan berat kertas uji menunjukkan bahwa toksisitas suatu minyak atsiri akan semakin tinggi pula. Laju konsumsi rayap dilakukan selama 7 hari pada kertas uji yang telah diberikan minyak atsiri kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada konsentrasi 0% kehilangan berat kertas uji paling besar yaitu 37,85% yang ditandai dengan kerusakan pada kertas uji. Namun pada konsentrasi 25% menunjukkan tidak ada kerusakan kertas uji karena sifat rayap yang memilih menolak memakan kertas uji membuat penurunan berat semakin kecil sebesar 0% yang disebabkan karena kandungan senyawa bioaktif yang terdapat didalam minyak atsiri yang diteteskan pada kertas uji yang dimakan rayap merupakan zat yang tidak disukai oleh rayap sehingga rayap tidak memakan kertas tersebut dan akan menyebabkan rayap kelaparan dan akhirnya rayap tersebut mati.

Tabel 1. Hubungan Mortalitas (%) dengan Pengurangan Berat (%) Kertas

Perlakuan	Mortalitas(%)	Pengurangan berat (%)
Kontrol dietil eter	1,30%	37,85%
Minyak atsiri 5%	10%	9,41%
Minyak atsiri 10%	100%	5,44%
Minyak atsiri 15%	100%	3,77%
Minyak atsiri 20%	100%	1,33%
Minyak atsiri 25%	100%	0%
Fipronil	100%	0%

Rayap yang mati setiap harinya bangkainya akan diambil karena apabila tidak diambil dapat menyebabkan kematian rayap lainnya

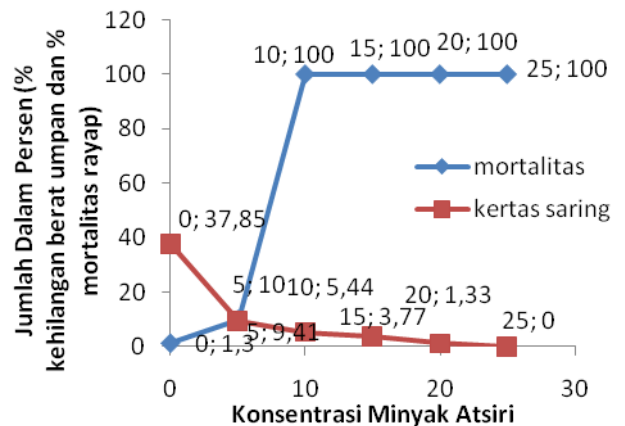
dikarenakan rayap yang mati akan berjamur dan apabila dimakan dengan rayap yang hidup akan menyebabkan rayap lainnya juga ikut mati. Selain itu jamur juga menghasikan zat beracun yang dapat membunuh serangga. Beberapa zat beracun yang dihasilkan jamur yaitu, *Aflatoxins* oleh *Aspergillus* dan *Restrictocin* dan *A. Fumigatus* (Desyanti, 2007 dalam Indria, 2013).

Ada beberapa kemungkinan mekanisme kematian rayap yang diakibatkan oleh senyawa bioaktif. Senyawa bioaktif yang berasal dari minyak atsiri kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) yang tidak disukai oleh rayap dikarenakan aromanya yang sangat menyengat sehingga kertas uji yang diberi minyak atsiri untuk makanannya tidak dimakan oleh rayap sehingga menyebabkan rayap tersebut kelaparan dan akhirnya rayap mati.

Kematian rayap tersebut menunjukkan bahwa kandungan minyak atsiri mempunyai potensi yang tinggi sebagai antirayap alami. Hal ini didukung penelitian Yanti (2008) yang menyatakan bahwa senyawa bioaktif (senyawa dari kelompok terpenoid, alkaloid dan tanin) dapat mematikan protozoa dikarenakan simbion rayap dapat mengganggu terhadap aktivitas enzim sehingga rayap tidak secara langsung mencerna bahan selulosa termasuk kertas uji. Hal ini dapat menyebabkan rayap tidak memperoleh makanan dan energi yang dibutuhkan sehingga rayap tersebut mati.

Pada pengamatan ini senyawa fipronil merupakan insektisida kimia yang digunakan sebagai kontrol positif. Penggunaan fipronil dibandingkan dengan minyak atsiri kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) menunjukkan bahwa penggunaan fipronil lebih cepat menunjukkan angka kematian terhadap rayap uji. Hal ini didukung dengan penelitian Tobing (2007) yang menunjukkan bahwa daya bunuh fipronil sebagai insektisida memberikan pengaruh yang sangat cepat terhadap mortalitas rayap *M. Gilvus* dengan jumlah 60,98%. Penggunaan insektisida kimia dengan bahan fipronil lebih efektif karena mempengaruhi susunan saraf serangga dan berdaya racun kontak untuk membunuh rayap lebih tinggi (toksik). Nandika, dkk, (2003) menyatakan bahwa fipronil dapat mengganggu sistem saraf pusat pada

pertukaran ion-ion klorida melalui *Gamma Aminobutyric Acid* (GABA).



Gambar 4. Grafik Hubungan Mortalitas dan Kertas Saring

Berdasarkan gambar 4 menunjukkan semakin besar konsentrasi minyak atsiri yang diberikan pada kertas uji, maka mortalitas semakin meningkat berbanding terbalik terhadap pengurangan kertas uji yang semakin berkurang. Simanjuntak (2007) menyatakan semakin tinggi mortalitas rayap maka kehilangan umpan semakin rendah dan sebaliknya semakin rendah tingkat mortalitas rayap maka kehilangan umpan semakin tinggi. Menurut Arif (2012), penurunan laju konsumsi rayap karena penggunaan ekstrak yang ditambahkan kemungkinan mempunyai daya racun yang dapat mematikan rayap.

Hasil pengamatan mortalitas rayap dapat dilihat dari konsentrasi yang menunjukkan 50% rayap yang mati (LC_{50}). Nilai *Lethal Concentration* (LC_{50}) merupakan konsentrasi yang menyebabkan kematian sebanyak 50% dari rayap uji. Pengamatan terhadap kematian rayap dilakukan dengan menghitung jumlah rayap yang diuji sebanyak 50 ekor rayap dengan variasi konsentrasi. Berdasarkan analisis probit SPSS menunjukkan hasil LC_{50} sebesar 6,141% dapat menyebabkan mortalitas hingga 50% terhadap rayap uji.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat dibuat simpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisis dengan menggunakan GC-MS, minyak atsiri kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) memiliki 2 komponen kimia yaitu limonen 98,95% dan γ -mirsen 1,05%.

Rendemen minyak atsiri kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) yang diperoleh dari destilasi uap selama 4 jam pada suhu 95°C sebesar 0,534%.

- Minyak atsiri dari kulit buah jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) memiliki bioaktivitas terhadap rayap *C. curvignathus* sp. Konsentrasi minyak atsiri kulit jeruk pontianak (*C. nobilis* Lour) yang efektif sebagai biotermitisida adalah 10%, dengan mortalitas 100% dengan nilai LC₅₀ 6,141%. Semakin tinggi penambahan minyak atsiri kulit jeruk Pontianak (*C. nobilis* Lour) pada kertas uji, maka mortalitas yang didapat semakin meningkat seiring dengan penurunan persentase dan pengurangan berat kertas uji.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ketua Community Development & Outreaching atas dukungan dana penelitian melalui Beasiswa Parsial Outreaching.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, A., Usman, N. M., dan Samma, F., 2006, Sifat Anti Rayap dari Ekstrak Ijuk Aren (*Arenga pinnata* Merr.). *J. Perennial*, 3(1): 15-18.
- Asgarpanah, J., Motamed, S.M., dan Tomraee, Simin., 2011, Volatile composition of the peel and leaf essential oils of *Citrus nobilis* Lour. var *deliciosa* Swingle, *J. Biotechnology*, 11(23): 6364-6367
- Desyanti, 2007, Kajian Pengendalian Rayap Tanah *Coptotermes* Spp. (Isoptera: Rhinotermitidae) dengan Menggunakan Cendawan *Entomopatogen* Isolat lokal, Disertasi, Institut Pertanian Bogor.
- Fachriyah, E., Sumardjo, D., dan Kurnia, A., 2002, Optimasi Waktu Destilasi Uap Dan Identifikasi Komponen Minyak Kulit Jeruk Siam (*Citrus nobilis*, l). *JKSA* 5(1). *Abstrak*.
- Indrayani. Y., Oramahi. H. A., dan Nurhaida., 2012, Evaluasi Asap Cair Sebagai Bio-Termitisida Untuk Pengendalian Rayap Tanah *Coptotermes* sp, *J. Tengkwang*, 1(2): 87-96.
- Indria, P. S., Khotimah. S., dan Rizalinda., 2013, Jenis-jenis Jamur Entomopatogen Dalam Usus Rayap Pekerja *Coptotermes curvignathus* Holmgren, *J. Protobiont*, 2(3): 141-145
- Isman, M. B., 2000, Plant Essential Oils for Pest and Disease Management. *J. Crop Protection*. 19: 603-608.
- Kartini, E., Jayuska, A., dan Alimuddin, A.H., 2013, Uji Aktivitas Biotermitisida Minyak Atsiri Daun *Citrus nobilis* Lour Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus* sp), *J. Kimia Khatulistiwa*, 3(1): 1-6.
- Koul, O., S. Walia, and G. S. Dhaliwal. 2008, Essential oils as green pesticides: Potential and constrains, *J. Biopestic. Int.* 4(1): 63-84.
- Mursyidi A., N. Sri., Gandjar G.I., 1994, Fotodegradasi Senyawa Oganoklorin dengan Katalis Titan Dioksida. *J. Majalah Farmasi Indonesia* (2), <http://www.penelitian/jeruk/diambil/mursyidin dkk, 1994.htm>.(23 November 2013).
- Nandika, D., Rismayadi, Y., dan Diba. F. 2003. Rayap Biologi dan Pengendaliannya. Muhammadiyah University Press, Surakarta.
- Sibirian. R. 2008. Isolasi dan Identifikasi Komponen Utama Minyak Atsiri dari Kulit Buah Jeruk Manis (*Citrus sinensis* L.) Asal Timor, Nusa Tenggara Timur. *J. Natur Indonesia* 11(1): 8-13.
- Supriadi., Ismanto A., 2010, Potential Use of Botanical Termiticide, *J. Perspektif*, 9(1): 12-20.
- Simanjuntak, F., Maimunah., Zulheri, N., dan Zahara, Hafni., 2007, Pemanfaatan Daun Sirsak dan Berbagai Jenis Umpan Mengendalikan Hama Rayap di Laboratorium.
- Tobing. D. R. L. 2007, Penggunaan Berbagai Konsentrasi Khitosan dan Fipronil Terhadap Pengendalian Hama Rayap Tanah *Macrotermes gilvus* Hagen (Isoptera ; Termitidae) di Laboratorium, *Skripsi*.
- Yanti. H. 2008, Sifat anti rayap zat ekstraktif Kulit kayu *acacia auriculiformis* a. Cunn. Ex benth, *Skripsi*.