

RESEARCH ARTICLE

Essential Oils Activity of Legundi Leaf (*Vitex trifolia* L.) as A Repellent for Rice Weevil (*Sitophilus oryzae*)

(Aktivitas Minyak Atsiri Daun Legundi (*Vitex trifolia* L.) sebagai Repellent Kutu Beras (*Sitophilus oryzae*))

Afghani Jayuska^a, Warsidah^{b*}, Nurul Asikin^a, Ari Widiyantoro^a, Anthoni B. Aritonang^a

^aJurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Kalimantan Barat, Indonesia.

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawani, Pontianak 78124

^bJurusan Ilmu Kelantan, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Kalimantan Barat, Indonesia.

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawani, Pontianak 78124

ABSTRACT

Legundi (*Vitex trifolia* L.) is a plant that contains essential oils. Legundi leaf essential oil has the potential as a more environmentally friendly rice lice repellent. The process of extracting essential oils from Legundi leaves uses the steam-water distillation method. The yield obtained from distillation is 0.10% with a bright yellow color, has a distinctive smell of Legundi oil with a specific gravity of 0.9065 gram/cm³. GC-MS search results showed that Legundi leaf essential oil contains 5 main components, namely 2-β-Pinene (16.18 %), trans-caryophyllene (13.75 %), β-Ocimene (11.16 %), Cyclohexanol (10.03%), and Eucalyptol (5.45%). Testing of repellent activity was carried out on rice lice with variations in volatile oil concentrations of 1%, 5%, 10%, and 20%. The results of the repellent test showed that the highest percentage occurred at a concentration of 20% (P4), which was 56.7%, with an application time of 120 hours (L5). Based on this, it can be said that the greater the concentration of the essential oil used, the higher the percentage of rejection of the population, this also indicates that Legundi leaf essential oil has lice repellent activity (*Sitophilus oryzae*).

Legundi (*Vitex trifolia* L.) merupakan salah satu tanaman yang mengandung minyak atsiri. Minyak atsiri daun Legundi memiliki potensi sebagai repellent kutu beras yang lebih ramah lingkungan. Proses ekstraksi minyak atsiri dari daun Legundi ini menggunakan metode distilasi uap-air. Rendemen yang didapatkan dari hasil penyulingan yaitu sebesar 0,10 % dengan warna kuning cerah, berbau khas minyak Legundi dengan berat jenis sebesar 0,9065 gram/cm³. Hasil identifikasi GC-MS menunjukkan bahwa minyak atsiri daun Legundi mengandung 5 komponen senyawa utama yaitu 2-β-Pinene (16,18 %), trans-Caryophyllene (13,75 %), β-Ocimene (11,16 %), Cyclohexanol (10,03 %) dan Eucalyptol (5,45 %). Pengujian aktivitas repellent dilakukan terhadap kutu beras dengan variasi konsentrasi minyak atsiri 1%, 5%, 10% dan 20 %. Hasil uji aktivitas repellent menunjukkan persentase penolakan tertinggi terjadi pada konsentrasi 20% (P4) yaitu sebesar 56,7%, dengan lama waktu pengaplikasian 120 jam (L5). Berdasarkan hal ini, dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi minyak atsiri yang digunakan maka semakin tinggi persentasenya, hal ini juga menunjukkan bahwa minyak atsiri daun Legundi memiliki aktivitas repellent terhadap kutu beras (*Sitophilus oryzae*).

Keywords: Essential oil, Legundi leaves, repellent.

*Corresponding author:

Warsidah

E-mail: warsidah@fmipa.untan.ac.id

PENDAHULUAN

Beras yang disimpan dalam gudang selama berbulan-bulan dapat mengalami kerusakan akibat adanya serangan dari hama gudang. *Sitophilus oryzae* merupakan hama utama penyebab kerusakan pada saat penyimpanan beras [1], menyebabkan butiran beras menjadi berlubang kecil-kecil sehingga mudah pecah dan remuk seperti tepung, tidak hanya

menyerang beras tetapi juga bulir jagung, gandum, jewawut, sorgum, serta biji kacang-kacangan, sehingga menyebabkan rasa dan baunya menjadi tidak enak.

Perlindungan terhadap penyimpanan produk pertanian dari ancaman hama gudang biasanya bergantung pada insektisida buatan seperti organoklor, organofosfat, serta karbamat, dan sampai saat ini masih menggunakan pestisida dengan aplikasi fumigasi seperti *phosphine* dan *metyl bromide* [2].

Penggunaan pestisida yang ramah lingkungan sangat diperlukan, salah satu alternatifnya adalah penggunaan pestisida alami atau biopestisida mengingat penggunaan pestisida kimia dalam pengendalian hama saat ini banyak menimbulkan dampak negatif, terutama masalah pencemaran lingkungan dimana di Indonesia telah memusnahkan 55% jenis hama dan 72% agen pengendali hayati. Menurut WHO (*World Health Organization*).

Indonesia merupakan negara tropis yang banyak memiliki sumber daya alami dan mempunyai banyak peluang untuk menemukan adanya sebuah senyawa yang memiliki sifat-sifat insektisida dari berbagai jenis tanaman. Tanaman yang saat ini sedang dikembangkan sebagai insektisida nabati yaitu tanaman yang menghasilkan minyak atsiri. Minyak atsiri memiliki pengaruh sebagai penarik, atau sebagai insektisida pada serangga. Salah satu tanaman yang mempunyai potensi sebagai insektisida botani dari familia *Verbenaceae* adalah Legundi [3].

Tanaman Legundi memiliki aroma yang khas seperti rempah-rempah. Bagian tanaman yang dijadikan sebagai insektisida botani adalah daun. Daun Legundi mengandung minyak atsiri yang tersusun dari seskuiterpen, terpenoid, alkaloid, glikosida flavonoid dan beberapa senyawa lainnya [4]. Senyawa seperti fenolik, terpenoid, flavonoid, dan alkaloid memiliki aktivitas menghambat pertumbuhan serangga, sehingga senyawa yang terkandung di dalam minyak daun Legundi dapat digunakan sebagai *repellent* atau pengusir serangga [5].

Dewasa ini telah ditemukan pemanfaatan minyak atsiri daun Legundi sebagai *repellent* yang dapat mengusir nyamuk [6] dan hama ulat krop kubis atau *Crociodolomia pavonana* [7]. Akan tetapi, belum ditemukan publikasi ilmiah tentang pemanfaatannya sebagai *repellent* kutu beras, sehingga perlu dilakukan penelitian uji aktivitas minyak atsiri dari daun Legundi sebagai *repellent* hama kutu beras untuk mencegah penurunan kualitas beras di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat alat distilasi, corong pisah, Erlenmeyer, instrumen GC-MS (GCMS-QP2010S SHIMADZU, Japan), gunting, pipet tetes, pisau, selang plastik, toples plastik.

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah etanol 96% (Merck, Germany), beras, daun Legundi, kertas saring Whatman, kutu beras (*Sitophilus oryzae* L.), Natrium sulfat anhidrat (Na_2SO_4) (Merck, Germany).

Preparasi Sampel

Daun Legundi (*V. trifolia*) pada penelitian ini diperoleh dari tanaman yang ada di sekitar Gedung Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura. Daun Legundi dikering-anginkan tanpa terkena sinar matahari langsung selama ± 6 hari. Daun Legundi yang sudah kering dipotong-potong menjadi ukuran yang lebih kecil untuk tahapan destilasi.

Isolasi Minyak Atsiri Daun Legundi dengan Metode Distilasi Uap

Daun Legundi yang sudah kering ditimbang sebanyak 10 kg dan dimasukkan ke dalam ketel penyulingan. Penyulingan dilakukan dengan metode distilasi uap air selama 8 jam. Minyak atsiri yang diperoleh masih mengandung air, selanjutnya dipisahkan menggunakan corong pisah. Minyak atsiri yang telah dihasilkan dimurnikan kembali dengan menambahkan Natrium sulfat anhidrat (Na_2SO_4) setelah itu dianalisis kandungannya dengan menggunakan GC-MS. Perhitungan rendemen minyak atsiri menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{massa minyak atsiri yang diperoleh}}{\text{massa sampel awal}} \times 100\% \quad (1)$$

Uji Aktivitas Repellent Minyak Atsiri Daun Legundi

Pembuatan Konsentrasi Minyak/Pengenceran Minyak

Minyak atsiri hasil penyulingan merupakan minyak atsiri dengan konsentrasi 100%. Seri konsentrasi larutan minyak atsiri dibuat dengan rumus sebagai berikut:

$$\% (v/v) = \frac{\text{mL zat terlarut}}{\text{mL larutan}} \times 100\% \quad (2)$$

Minyak atsiri dilarutkan dengan etanol 96 % untuk memperoleh variasi konsentrasi (v/v) yang diinginkan yaitu 1%, 5%, 10%, dan 20%.

Uji Aktivitas Repellent

Pengujian aktivitas *repellent* dilakukan dengan memasukkan masing-masing 100 gram beras ke dalam toples plastik yang berbeda, dimana tiap 2 toples dihubungkan dengan selang plastik, kemudian ke dalam setiap toples pertama dimasukkan kutu beras

sebanyak 20 ekor dan didiamkan selama 24 jam dalam kondisi tertutup, selang penghubung ke toples ke-2 juga ditutup. Sementara itu disiapkan kertas Whatman sebagai media minyak atsiri. Setelah pengondisian kutu beras, kertas whatman yang telah disiapkan kemudian ditetaskan minyak atsiri dengan masing-masing konsentrasi dan dimasukkan ke dalam wadah yang berisi kutu beras dan penutup selang penghubung dibuka. Toples plastik ditutup dan pengamatan dilakukan selama 5 hari dengan pengambilan data setiap 24 jam. Rangkaian alat uji ini dapat dilihat pada Gambar 1. Adapun perhitungan repellent kutu beras menggunakan rumus berikut [8] :

$$\text{Tingkat penolakan kutu beras} = \frac{\text{jumlah kutu beras pindah}}{\text{jumlah kutu beras yang diujikan}} \times 100\% \dots\dots\dots(3).$$



Gambar 1. Rangkaian alat uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

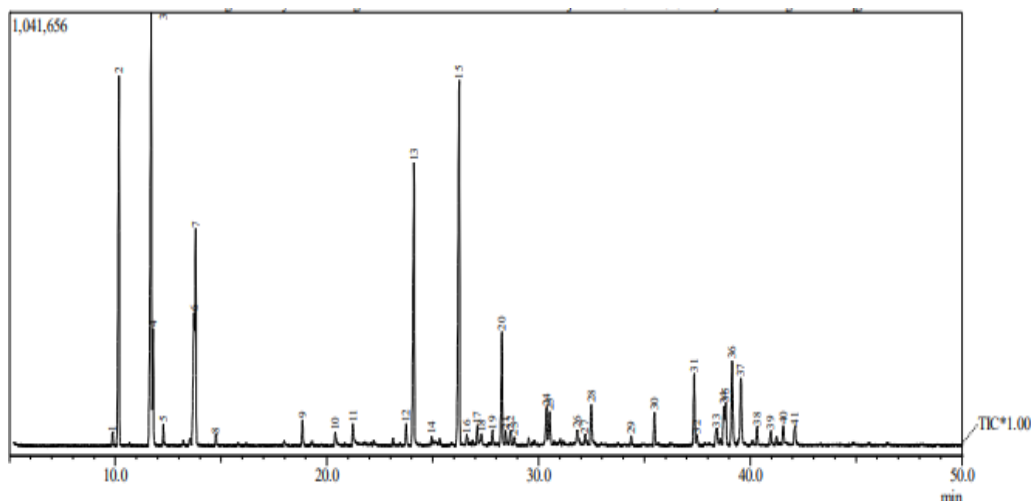
Preparasi dan Distilasi Minyak Atsiri Daun Legundi

Proses distilasi uap air ini menghasilkan dua fasa yang tidak saling campur, yaitu minyak atsiri dan air. Saat pemanasan, uap air yang mengenai sampel akan membawa senyawa yang terdifusi kedalam uap air menuju kondensor [9], namun akibat tekanan uap air didalam ketel yang tinggi menyebabkan uap air ikut terdorong kedalam kondensor sehingga terkondensasi dan menetes bersama minyak atsiri pada wadah penampungan.

Pemisahan dengan corong pisah akan memisahkan air pada minyak atisir berdasarkan ketidak-campuran air dan minyak atsiri. Natrium sulfat anhidrat (Na_2SO_4) yang direaksikan pada minyak atsiri berfungsi sebagai adsorben dengan mengikat kandungan air dan membentuk gumpalan putih [10]. Hasil rendemen yang didapatkan dari penyulingan sebesar 0,10% dengan warna kuning pekat, berbau khas minyak Legundi dengan berat jenis sebesar 0,9065 gram/cm³.

Identifikasi GC-MS Senyawa Minyak Atsiri Daun Legundi

Hasil analisis GC-MS menunjukkan adanya 41 senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri daun Legundi Gambar 2. dengan 5 komponen senyawa utama yang ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 2. Kromatogram minyak atsiri daun Legundi (*Vitex trifolia* L.)

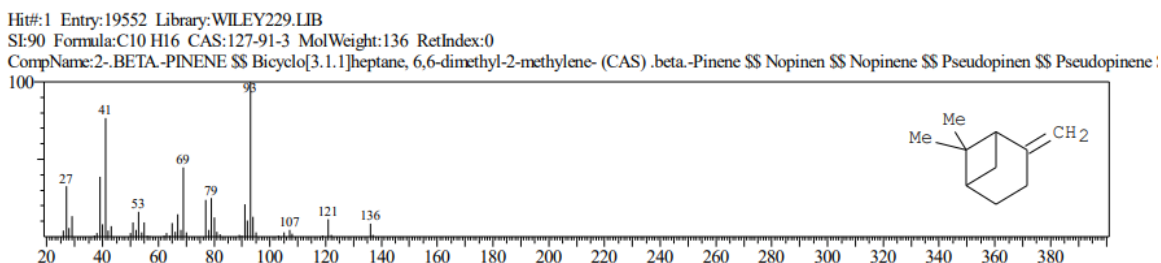
Tabel 1. Senyawa Utama Minyak Atsiri Daun Legundi (*V. trifolia*.)

No	Waktu Retensi (tr)	% Area	%SI	Senyawa
1	11,701	16,18	90	2-β-Pinene
2	26,249	13,75	93	Trans-Caryophyllene
3	10,174	11,16	91	β-Ocimene
4	24,116	10,03	85	Cyclobexanol
5	13,721	5,45	90	Eucalyptol

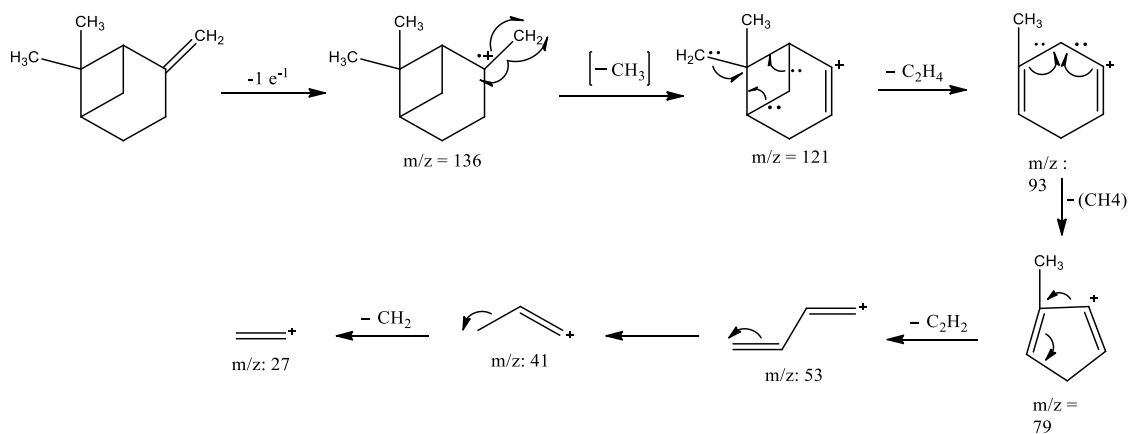
Keterangan: P0 = perlakuan kontrol L1 = 24 jam
 P1 = konsentrasi minyak 1% L2 = 48 jam
 P2 = konsentrasi minyak 5% L3 = 72 jam
 P3 = konsentrasi minyak 10% L4 = 96 jam
 P4 = konsentrasi minyak 20% L5 = 120 jam

Adapun 5 senyawa utama yang terkandung tersebut yaitu senyawa 2-β-Pinene (16,18 %), trans-Caryophyllene (13,75 %), β-Ocimene (11,16 %), Cyclobexanol (10,03 %) dan Eucalyptol (5,45 %). Senyawa pada t_R=11.701 pada Gambar 3 dengan kelimpahan 16,18% memiliki kemiripan massa molekul (m/z) 90% dengan

spektrum standar *Library Wiley* sehingga dapat diprediksi bahwa senyawa tersebut adalah senyawa 2-β-Pinene. Berdasarkan data dan analisis yang telah dilakukan, diusulkan pola fragmentasi senyawa 2-β-Pinene adalah seperti pada Gambar 4.



Gambar 3. Spektrum massa kromatogram pada t_R=11,701



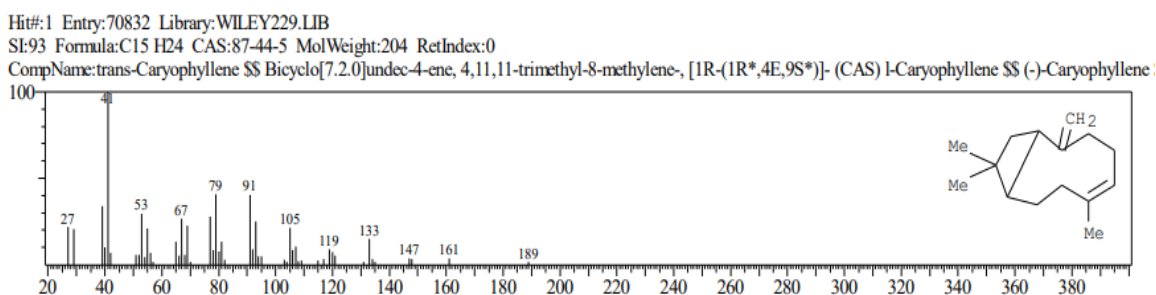
Gambar 4. Skema mekanisme fragmentasi senyawa 2-β-Pinene

Puncak dengan waktu retensi 11.701 merupakan senyawa dengan rumus molekul C₁₀H₁₆ mempunyai spektrum massa dengan ion molekul m/z 136. Pelepasan CH₃ dari puncak ion molekul C₁₀H₁₆ menghasilkan fragmen [C₉H₁₃]⁺ dengan m/z 121. Pelepasan C₂H₄ menghasilkan fragmen [C₇H₉]⁺

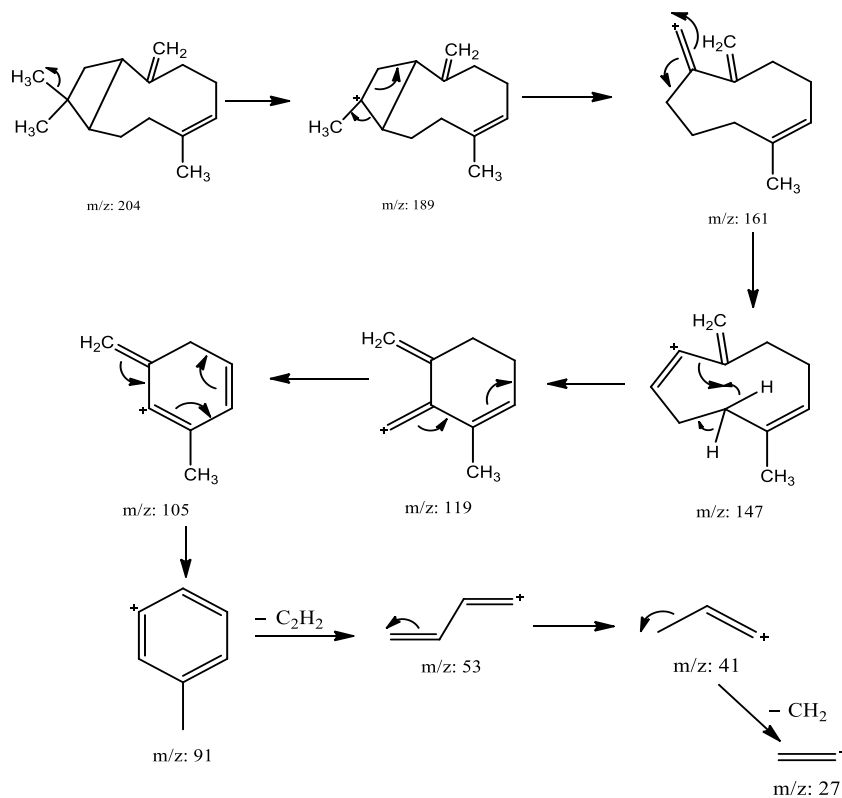
dengan m/z 93. Pelepasan CH₂ menghasilkan fragmen [C₆H₇]⁺ dengan m/z 79. Pelepasan C₂H₂ menghasilkan fragmen [C₄H₅]⁺ dengan m/z 53. Pelepasan C menghasilkan fragmen [C₃H₅]⁺ dengan m/z 41. Pelepasan CH₂ menghasilkan fragmen [C₂H₃]⁺ dengan m/z 27.

Spektrogram dengan waktu retensi 26,249 pada Gambar 5 yang memiliki kelimpahan 13,75% memiliki kemiripan (*Similarity index*) 91% dengan senyawa *trans-Caryophyllene* yang memiliki rumus molekul $C_{15}H_{24}$. Berdasarkan data tersebut, pola fragmentasi yang diusulkan seperti pada Gambar 6. Puncak ion molekul pada massa m/z 204 merupakan berat dari $C_{15}H_{24}$. Pelepasan CH_3 menghasilkan fragmen $[C_{14}H_{21}]^+$ dengan m/z 189 dari puncak molekul $C_{15}H_{24}$. Pelepasan C_2H_4 menghasilkan fragmen $[C_{12}H_{17}]^+$ dengan m/z 161. Pelepasan CH_2 menghasilkan fragmen $[C_{11}H_{13}]^+$ dengan m/z 147. Pelepasan CH_2

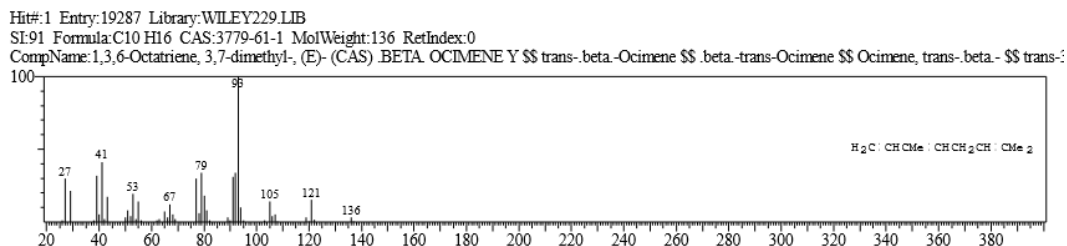
menghasilkan fragmen $[C_{10}H_{13}]^+$ dengan m/z 133. Pelepasan CH_2 menghasilkan fragmen $[C_9H_{11}]^+$ dengan m/z 119. Pelepasan CH_2 menghasilkan fragmen $[C_8H_9]^+$ dengan m/z 105. Pelepasan CH_2 menghasilkan fragmen $[C_7H_7]^+$ dengan m/z 91. Pelepasan C menghasilkan fragmen $[C_6H_7]^+$ dengan m/z 79. Pelepasan C menghasilkan fragmen $[C_5H_7]^+$ dengan m/z 67. Pelepasan CH_2 menghasilkan fragmen $[C_4H_5]^+$ dengan m/z 53. Pelepasan C menghasilkan fragmen $[C_3H_5]^+$ dengan m/z 41. Pelepasan CH_2 menghasilkan fragmen $[C_2H_3]^+$ dengan m/z 27.



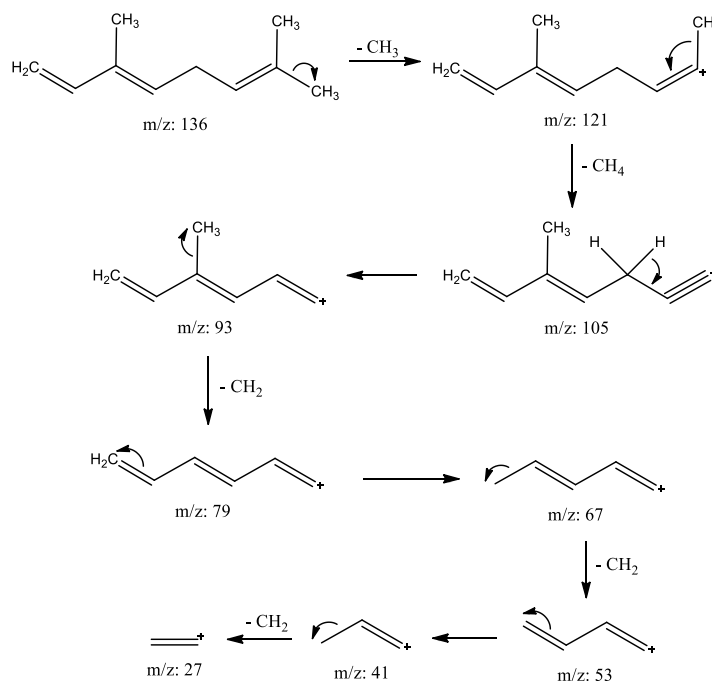
Gambar 5. Spektrum massa kromatogram pada $t_R=26,249$



Gambar 6. Skema mekanisme fragmentasi *trans-Caryophyllene*



Gambar 7. Spektrum massa kromatogram pada ($t_R=10,174$)



Gambar 8. Skema mekanisme fragmentasi β -Ocimene

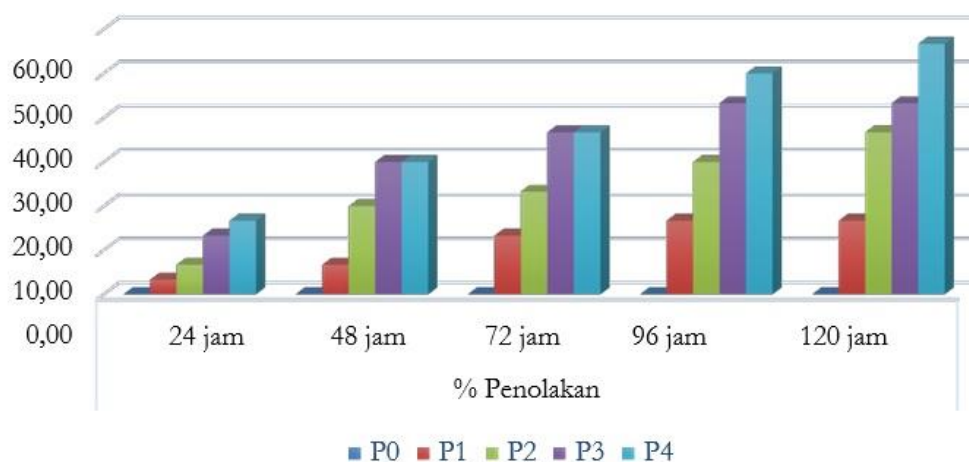
Spektrogram senyawa dengan waktu retensi 10,174 pada Gambar 7 yang kelimpahannya sebesar 11,16% memiliki kemiripan (*Similarity index*) 91% dengan senyawa β -Ocimene. Berdasarkan data analisis yang telah dilakukan, diusulkan pola fragmentasi senyawa β -Ocimene adalah seperti pada Gambar 8. Puncak ion molekul pada massa m/z 136 merupakan berat molekul dari $C_{10}H_{16}$. Pelepasan CH_3 dari puncak ion menghasilkan fragmen $[C_9H_{13}]^+$ dengan m/z 121. Pelepasan CH_4 menghasilkan fragmen $[C_8H_9]^+$ dengan m/z 105. Pelepasan C menghasilkan fragmen $[C_7H_9]^+$ dengan m/z 93. Pelepasan CH_2 menghasilkan fragmen $[C_6H_7]^+$ dengan m/z 79. Pelepasan C menghasilkan fragmen $[C_5H_7]^+$ dengan m/z 67. Pelepasan CH_2 menghasilkan fragmen $[C_4H_5]^+$ dengan m/z 53. Pelepasan C menghasilkan fragmen $[C_3H_5]^+$ dengan m/z 41. Pelepasan CH_2 menghasilkan fragmen $[C_2H_3]^+$ dengan m/z 27.

Uji Aktivitas Repellent Minyak Atsiri Daun Legundi Terhadap Kutu Beras

Uji aktivitas repellent dilakukan untuk melihat aktivitas penolakan dari minyak atsiri daun Legundi (*V. trifolia*) terhadap kutu beras (*S. oryzae*). Pengamatan dilakukan pada rentang waktu 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam dan 120 jam. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh rata-rata persentase perpindahan kutu seperti pada Tabel 2. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa rata-rata tertinggi persentase penolakan kutu beras terhadap minyak atsiri daun Legundi terjadi pada konsentrasi P4 (konsentrasi 20%) dengan persentase penolakan sebesar 56,7% pada waktu pengamatan L5 (120 jam). Persentase terendah terjadi pada P1 (konsentrasi 1%) dengan persentase 3,3% pada waktu pengamatan L1 (24 jam). Berdasarkan data tersebut, dibuat grafik yang dapat dilihat pada Gambar 9.

Tabel 2. Rata-rata persentase perpindahan kutu beras

Perlakuan	% Penolakan				
	L1	L2	L3	L4	L5
P0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P1	3,3	6,7	13,3	16,7	16,7
P2	6,7	20,0	23,3	30,0	36,7
P3	13,3	30,0	36,7	43,3	43,3
P4	16,7	30,0	36,7	50,0	56,7



Gambar 9. Grafik rata-rata perpindahan kutu beras

Berdasarkan data ini, dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi yang digunakan, maka tingkat penolakan kutu beras juga semakin kuat, begitu juga dengan lama waktu atau lama pengaplikasian minyak, semakin lama waktu yang digunakan maka semakin banyak perpindahan kutu beras yang terjadi. Hal tersebut sesuai dengan penelitian oleh Rizal di tahun 2010 yang menyatakan bahwa semakin banyak insektisida nabati yang diberikan maka semakin besar pengaruhnya terhadap organisme sasaran karena semakin banyak pula zat aktif dalam insektisida yang masuk ke dalam tubuh kutu beras [1]. Namun pengaruh dari minyak atsiri ini juga tidak dapat bertahan lebih lama. Hal ini disebabkan karena pengaruh komponen zat yaitu minyak atsiri yang mudah menguap dan disebabkan oleh tingkat ketahanan zat dalam minyak atsiri semakin lama semakin menurun. Kandungan di dalamnya yang dikeluarkan melalui aroma akan cepat hilang seiring dengan lamanya pengaplikasian dan lama waktu penyimpanan bahan sebelum pengujian seperti masalah penguapan.

Mekanisme *repellent* minyak atsiri daun Legundi yang digunakan terjadi melalui lubang pernapasan,

masuk ke dalam tubuh serangga melalui sistem pernapasan dalam bentuk gas karena serangga bernapas dengan sistem tabung yang disebut trakea. Oksigen tidak diedarkan melalui darah tetapi diedarkan melalui sistem trakea. Oksigen dalam sistem tabung trakea akan dilarutkan dalam cairan kemudian akan berdifusi masuk ke dalam sitoplasma sehingga zat-zat dari minyak atsiri Legundi yang terhirup akan diedarkan ke seluruh tubuh dan langsung mempengaruhi kerja tubuh kutu beras.

Cara kerja insektisida yang digunakan dalam pengendalian vektor terbagi dalam 5 kelompok yaitu: mempengaruhi sistem saraf, menghambat produksi energi, mempengaruhi sistem endoktrin, menghambat produksi kutikula dan menghambat keseimbangan air [11]. *Mode of entry* adalah cara insektisida masuk ke dalam tubuh serangga, dapat melalui kutikula (racun kontak), alat pencernaan (racun perut), atau lubang pernapasan (racun pernafasan). Menurut Hariana[12], daun Legundi mengandung alkaloid, saponin, flavonoid dan polifenol. Senyawa flavonoid merupakan salah satu jenis senyawa yang bersifat racun sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa minyak atsiri daun Legundi mengandung 41 komponen senyawa dengan 5 komponen senyawa utama yaitu 2- β -Pinene, trans-Caryophyllene, β -Ocimene, Cyclohexanol dan Eucalyptol. Hasil uji aktivitas repellent minyak atsiri daun Legundi (*V. trifolia*) terhadap kutu beras (*S. oryzae*) menunjukkan semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri yang digunakan maka semakin besar pula tingkat penolakannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Rizal, M. Dian, and L. Indah, "Uji Toksisitas Akut Serbuk Daun Sirsak (*Annona maricata* L.) Terhadap Kutu Beras (*Sitophilus oryzae*)," *Jurnal Universitas PGRI Palembang*, vol. 7, no.2, 2010.
- [2] Bulog, *Buku Panduan Perawatan Kualitas Komoditas Milik Bulog*. Jakarta: Badan Urusan Logistik, 1996.
- [3] E. Rodriguez and Levin, *Biochemical Pararellism of Repellents and Attractans in Higher Plants and Anthropods. In: Recent Advance in Phytochemistry Biochemical Interaction Between Plants and Insects pp.* Wallace, J.M. and R.L Mansel, 1975.
- [4] I. Suryaguna and G. Anantha, "Produksi Obat Nyamuk dengan Bahan Dasar Daun Liligundi," *IPTEKMA*, vol. 1, no. 1, pp. 011-016, 2009.
- [5] A. M. Elimam, K. H. Elmalik², and F. S. Ali³, "Larvicidal, Adult Emergence Inhibition And Oviposition Deterrent Effects of Foliage Extract From *Ricinus Communis* L. Against *Anopheles Arabiensis* and *Culex Quinquefasciatus* in Sudan," *Tropical Biomedicine*, vol. 26, no. 2, pp. 130-139, 2009.
- [6] N. P. Widiani and Kartini, "Formulasi dan Uji Aktivitas Minyak Legundi (*Vitex trifolia* L.) Sebagai Sediaan Anti Nyamuk," Malang, 2011.
- [7] U. A. Arneti and C. Vemithasa, "Potensi *Vitex trifolia* (*Verbenaceae*) sebagai insektisida botani untuk mengendalikan hama *Crociodolomia pavonana* (*Lepidoptera: Crambidae*)," *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*, vol. 4, no. 2, pp. 169-172, 2018.
- [8] E. Mayasari, "Uji Efektivitas Pengendalian Hama Kutu Beras (*Sitophilus Oryzae* L.) dengan Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanusa marylifolius*)," Yogyakarta. 2016.
- [9] Sastrohamidjojo, H. *Kromatografi*. Liberty: Yogyakarta. 2002.
- [10] Mulyono, H.A.M. *Kamus Kimia*. Bumi Aksara: Jakarta. 2005.
- [11] Aditama, T. Y. *Pedoman Penggunaan Insektisida (Pestisida) dalam Pengendalian Vektor*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2012.
- [12] Hariana, A. *Tumbuhan Obat dan Khasiat II*. Penebar Swadaya: Jakarta. 2008.