



**AKTIVITAS TOKSISITAS MINYAK ATSIRI KULIT *Cinnamomum sintoc*
Blume TERHADAP LARVA *Artemia salina* Leach
(Studi Pendahuluan Anti Kanker)**

(Toxicity Activity of Essential Oil from *Cinnamomum sintoc* Blume bark
Against *Artemia salina* Leach Larvae (Anti-Cancer Preliminary Study))

Nuwa^{1*}, Renhart Jemi¹, Hendra Toni¹ dan Antonius Triyadi¹
¹Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya
Jalan Yos Sudarso Tunjung Nyaho Palangkaraya 73111a
*E-mail: nuwa@for.upr.ac.id

Diterima : 10 Agustus 2021

Direvisi : 30 September 2021

Disetujui : 5 Oktober 2021

ABSTRACT

Tujuan penelitian untuk mengetahui aktivitas toksisitas minyak atsiri kulit kayu sintok (*C. sintoc* Blume) kondisi segar dan kering terhadap larva *A. salina* Leach. Menggunakan metode destilasi kulit kayu untuk mendapatkan minyak atsirinya, kemudian diuji toksisitasnya dengan larva menggunakan metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT), analisis senyawa menggunakan GC-MS. Kematian larva dianalisis dengan Regresi Probit. Hasil penelitian menunjukkan, minyak atsiri kulit kayu segar dan kering bersifat toksik dengan $LC(50) = 52,48$ mg/L dan $47,86$ mg/L. Minyak atsiri kulit kayu segar mengandung 11 senyawa yaitu, *terpineol-4*, *α-copaene*, *α-santalene*, *trans-caryophyllene*, *α-humulene*, *alloaromadendrene*, *di-n-octyl phthalate*, *δ-guaiene*, *α-calacorene*, *(-)-caryophyllene oxide* dan *undecanal*. Minyak atsiri kulit kayu kering mengandung 13 senyawa yaitu, *α-copaene*, *trans-caryophyllene*, *alloaromadendrene*, *α-calacorene*, *undecanal*, *2,4-diisopropenyl-1-methyl-1-vinyl-cyclohexane*, *β-caryophyllene*, *ledene*, *α-muurolene*, *β-bisabolene*, *trans-α-bergamotene*, *naphthalene 1,2,3,4,4a,7-hexahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-*, dan *patchulane*. Diduga adanya senyawa *trans-caryophyllene*, *β-caryophyllene* dan *caryophyllene oxide* yang terkandung pada minyak atsiri kulit kayu *C. sintoc* Blume segar dan kering yang menyebabkan kematian larva *A. salina* Leach.

Kata kunci (Keywords): Minyak atsiri, *C. sintoc* Blume, toksisitas, *A. salina* Leach, GC-MS.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki ± 28.000 jenis tumbuhan yang tersebar di berbagai daerah dan diantaranya terdapat 7.500 jenis tumbuhan obat (Kementerian Lingkungan Hidup, 2014). Salah satu genus tumbuhan yang berkhasiat

sebagai obat tradisional adalah *Cinnamomum*. Genus *Cinnamomum* terdiri dari sekitar ± 250 jenis yang tersebar di seluruh dunia (Suwanto *et al.*, 2014), diantaranya yang terdapat di Indonesia yaitu *C. burmanii* Bl., *C. camphora* Nees & Eberm., *C. cassia* Bl., *C. culilawan* Bl., *C. javanicum* Bl., *C.*

parthenoxylon Meissn., *C. zeylanicum* Breyn., dan *C. sintoc* Bl. (Heyne, 1987). Tujuh belas spesies *Cinnamomum* endemik Kalimantan, salah satunya tumbuh di Kalimantan Tengah yaitu *C. sintoc* Blume (Wahyuningsih *et al.*, 2008; Wu-Kuang, 2011). Bagian yang dapat digunakan pada tumbuhan *C. sintoc* Blume sebagai obat adalah akar, kulit dan daun. Secara empiris, kulit kayu sintok umumnya dimanfaatkan sebagai obat untuk diare, gangguan usus dan serbuknya dimanfaatkan untuk mengobati luka (Wuu-Kuang, 2011).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, diketahui bahwa minyak atsiri dari kulit batang, daun, dan akar *C. sintoc* Blume memiliki aktivitas antiinflamasi, analgesic, antioksidan, antibakteri, anti jamur; anti-platelet and antithrombosis (Muhamad, 2014; Alfira, 2014; Sumiwi *et al.*, 2015; Salleh *et al.*, 2016; Fakhruddin *et al.* 2019). Kulit *C. sintoc* Blume dari hutan pegunungan Peninsular Malaysia mengandung senyawa utamanya tetradecanal sebanyak 16.4%, sedangkan dari Cibodas Jawa Barat mengandung senyawa utamanya Eugenol (38,38%), myristicin (13,54%) dan safrol (10,17%) (Jantan *et al.* (2006); Iskandar dan Supriyatna (2008). Makalah ini melaporkan toksisitas minyak atsiri kulit kayu *C. sintoc* Blume yang segar dan kering yang berasal dari Kalimantan Tengah, serta analisis komponen senyawanya menggunakan *Gas Chromathography – Mass Spectrometry* (GC-MS)..

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan, dari bulan Januari sampai dengan bulan Maret tahun 2020. Destilasi minyak atsiri kulit kayu dilakukan di laboratorium Teknologi Hasil Hutan Universitas Palangka Raya (UPR), uji toksisitas di laboratorium Budidaya

Pertanian UPR. Sedangkan analisis GC-MS dilakukan di Laboratorium Kimia Organik FMIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Bahan penelitian yaitu kayu *C. sintoc* Blume diameter 20 cm diperoleh dari hutan primer di desa Pager Kecamatan Rakumpit Palangka Raya Kalimantan Tengah. Bagian kayu yang digunakan yaitu kulit kayu segar dan kering. Bahan lainnya adalah aquades, air laut, Na₂SO₄, dan DMSO 2%. Alat yang digunakan yaitu destilasi, mikropipet, *vortex mixer*, tabung reaksi, labu erlenmeyer, corong, kertas saring, pH indikator paper, microplate, kertas label dan GC-MS.

Peranjangan kulit

Tahapan pertama penelitian ini adalah melakukan perajangan kulit kayu dengan ukuran panjang 1-2 cm. Selanjutnya dikeringudarkan secara alami, dengan cara menghampar potongan kulit tersebut pada ruangan terbuka selama beberapa hari sampai mencapai kondisi kering udara yaitu kadar air 12-15%. Cacahan kulit kayu tersebut kemudian disimpan dalam kantong plastik kedap udara agar dapat bertahan kondisi kadar airnya sebelum dilakukan uji berikutnya.

Destilasi kulit kayu

Metode yang digunakan untuk mendapatkan minyak atsiri adalah destilasi konvensional yaitu perebusan. Sebanyak 2000 gram kulit kayu direbus selama 6 jam pada suhu 60°C. Perbandingan kulit kayu dengan air adalah 1:2 (v/v). Minyak atsiri yang diperoleh ditambahkan natrium sulfat anhidrat (Na₂SO₄) kemudian disimpan dalam botol vial. Perlakuan yang sama dilakukan baik pada kulit kayu segar maupun kulit kayu kering. Rendemen minyak atsiri dari kulit kayu segar dan kering dihitung berdasarkan presentase



berat minyak atsiri terhadap berat kering kulit kayu.

Pembiakan larva *A. salina* Leach

Pembiakan *A. salina* Leach dilakukan di dalam wadah plastik yang berbentuk kotak. Wadah tersebut dibagi menjadi dua bagian yaitu terang dan gelap. Diantara dua bagian tersebut diberi pembatas yang dibawahnya diberi beberapa lubang. Untuk telur yang menetas dapat keluar dari lubang dari tempat gelap ke tempat terang. Wadah diisi dengan air laut sebanyak 1 liter dengan pH 8-9. Pada ruang gelap dimasukkan 1 sedok telur *A.salina* Leach, kemudian ditutup dengan aluminum foil selama proses penetasan 24 jam. Sisi ruang terang menggunakan cahaya lampu dan dipasang aerator sehingga telur menetas menjadi larva serta pindah ke ruang terang, sampai mencapai usia 48 jam. Karena larva yang berusia 48 jam, aktif bergerak dan bersifat fototropik dapat digunakan sebagai hewan uji dalam percobaan BSLT (Carballo *et al.*, 2002; Subekti, 2014; Darweni, 2015; Hanifah, 2015)

Pengujian aktivitas toksitas

Sebanyak 10 ekor larva *A. salina* Leach yang berumur 48 jam dimasukan ke dalam mikropate yang berisi air laut dan minyak atsiri kulit kayu *C.sintoc* Blume. Sebagai Perlakuan adalah variasi konsentrasi minyak atsiri yaitu sebanyak 5 perlakuan masing-masing berturut-turut 0 mg/L; 5 mg/L; 10 mg/L; 25 mg/L; 50 mg/L; 75 mg/L; 100 mg/L. Masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Pengamatan terhadap larva yang baik yang mati maupun yang hidup menggunakan kaca pembesar dilakukan setelah 24 jam. Dasar penentuan aktivitas toksisitas menggunakan rumus merujuk

kepada Parawansah *et al.*, (2017) sebagai berikut:

$$C = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

A = jumlah larva yang mati ;B = jumlah larva awal; C = Persentase kematian larva

Uji GC-MS

Metode *Gas Chromathography – Mass Spectrometry* (GC-MS) ini untuk melihat senyawa yang terdapat pada minyak atsiri. Pengujian dilakukan pada minyak atsiri kayu *C.sintoc* Blume baik dari kulit kayu segar maupun kulit kayu kering. Hasil Identifikasi senyawa minyak atsiri dilakukan interpretasi dengan menggunakan *Standard Library Spectra*. (Jatan *et al.*, 2002; Hussain, & Maqbool, 2014).

Analisis data

Data persentase kematian larva dianalisis menggunakan regresi probit untuk mengetahui $LC_{(50)}$ (Rizqillah, 2013). Penentuan berdasarkan persamaan logaritma antara konsentrasi minyak atsiri kulit sintok (sumbu x) dengan persentase mortalitas (sumbu y). Perhitungan menggunakan program SPSS versi V27. Suatu minyak atsiri dinyatakan sangat toksik apabila nilai $LC_{(50)} < 30$ ppm, toksik apabila nilai $LC_{(50)}$ antara 30 – 1000 ppm dan dinyatakan tidak toksik jika memiliki $LC_{(50)} > 1000$ ppm (Mayer *et al.*, 1982).

$$I_{kt} = \sum_{i=1}^m N_{ik} \sum_{j=1}^n B (y_{ijt} - h_{ijk}) + e_k \sum_{j=1}^n (y_{kjt} - h_{kjt})$$

(Buongiorno *et al.* (1995).

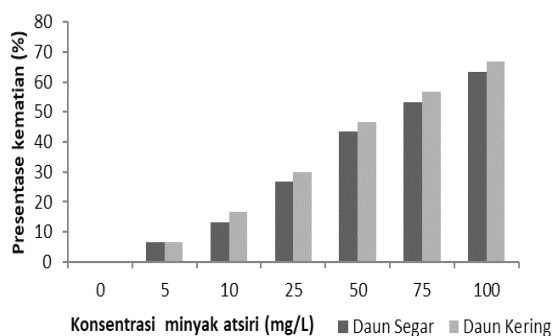
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen minyak atsiri

Hasil destilasasi pada kulit kayu *C. sintoc* Blume diperoleh rendemen minyak atsiri dari kulit kayu segar sebanyak 0,04%, sedangkan rendemen kulit kayu kering sebanyak 0,09%. Perbedaan rendemen keduanya tersebut sebanyak 0,05% lebih tinggi rendemen kulit kayu kering. Perbedaan ini dipengaruhi oleh kandungan kadar air diantara keduanya. Dimana kadar air kulit kayu segar sebesar 168,30 %, lebih tinggi daripada kadar air kulit kering hanya sebesar 13,21 %, sehingga rendemen menjadi lebih rendah, dugaan lainnya adalah dipengaruhi oleh faktor lingkungan tempat tumbuhnya (Suryanto *et al.*, 2007; Tuttolomondo *et al.* 2014).

Aktivitas Toksisitas Minyak Atsiri Kulit Kayu *C. sintoc* Blume

Persentase kematian larva *A. salina* Leach pada beberapa konsentrasi minyak atsiri kulit kayu sintok segar dan kulit kering ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase Kematian larva *A. salina* Leach pada beberapa konsentrasi minyak atsiri Kulit Kayu *C. sintoc* Blume dari kulit kayu segar dan kulit kayu kering.

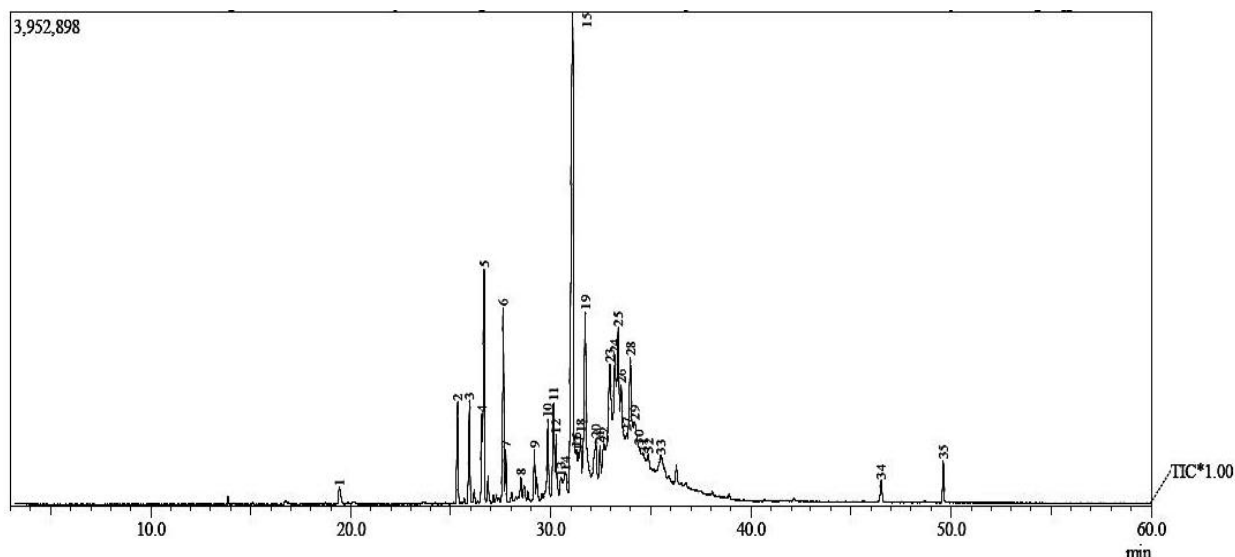
Berdasarkan hasil uji toksisitas pada Gambar 1. memperlihatkan trend

persentase kematian larva yang menunjukkan kenaikan seiring dengan naiknya konsentrasi minyak atsiri, baik minyak atsiri kayu sintok dari kulit kayu segar maupun kulit kayu kering. Pada kelompok kontrol atau tanpa minyak atsiri menunjukkan negatif yaitu tidak didapatkan kematian larva, karena tidak adanya senyawa bioaktif dari minyak atsiri. Meskipun sama-sama menunjukkan trend grafik, namun terdapat perbedaan yaitu terlihat minyak atsiri kulit kayu sintok dari kulit kayu kering lebih toksik dibandingkan minyak atsiri yang dari kulit segar pada semua konsentrasi. Dapat dikatakan bahwa senyawa bioaktif yang terdapat dalam minyak atsiri kulit kayu sintok mampu mematikan larva. Cara kerja senyawa tersebut yakni senyawa bioaktif masuk ke dalam tubuh larva udang melalui difusi dan transport aktif. Kemudian senyawa tersebut akan menyebabkan terjadinya kerusakan pada permeabilitas membran sehingga dapat mengacaukan transport ion dan menyebabkan penurunan produksi *Adenosin Tripospat (ATP)*. Selain itu, senyawa bioaktif juga menghambat reseptor perasa pada daerah mulut larva. Sehingga menghambat daya makan larva dengan cara bertindak sebagai *stomach poisoning*, yaitu sebuah interaksi penyerangan yang dapat membunuh suatu hewan uji dengan menyerang sistem pencernaan. Senyawa tersebut masuk melalui saluran pencernaan dan menyebabkan alat pencernaan menjadi terganggu sehingga menyebabkan larva akan mati (Connell dan Miller, 1995; Nguyen *et al.*, 1999). Larva *A. salina* Leach digunakan dalam metode BSLT karena memiliki kesamaan tanggapan/respon mamalia, misalnya DNA dependent RNA polimerase. Fase pertumbuhan *A. salina* Leach yang digunakan dalam penelitian ini adalah fase *nauplius*, karena pada fase ini merupakan fase yang paling aktif

membelah secara mitosis, hal tersebut identik dengan sel kanker yang juga membelah secara mitosis (Mudjiman, 1988). Berdasarkan data pada Gambar 1. kemudian dilakukan analisis regresi

kulit kayu kering ditampilkan kromatograf pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Kromatogram menunjukkan 35 puncak pada kulit kayu segar dan 40



Gambar 2. GC-MS chromatogram minyak atsiri *C.sintoc* Blume kulit kayu segar

probit, yang menunjukkan bahwa minyak atsiri ***C.sintoc* Blume** kulit kering lebih toksit dibanding dengan dari minyak atsiri yang dari kulit segar. Tetapi keduanya minyak atsiri mempunyai aktivitas toksisitas. Hasil analisis regresi probit ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Toksistas minyak atsiri *C.sintoc* Blume kulit kayu segar dan kulit kering

No	Minyak atsiri	LC ₍₅₀₎ =	Toksistas*
1.	Kulit segar	52.48 mg/L	Toksit
2.	Kulit kering	47,86 mg/L	

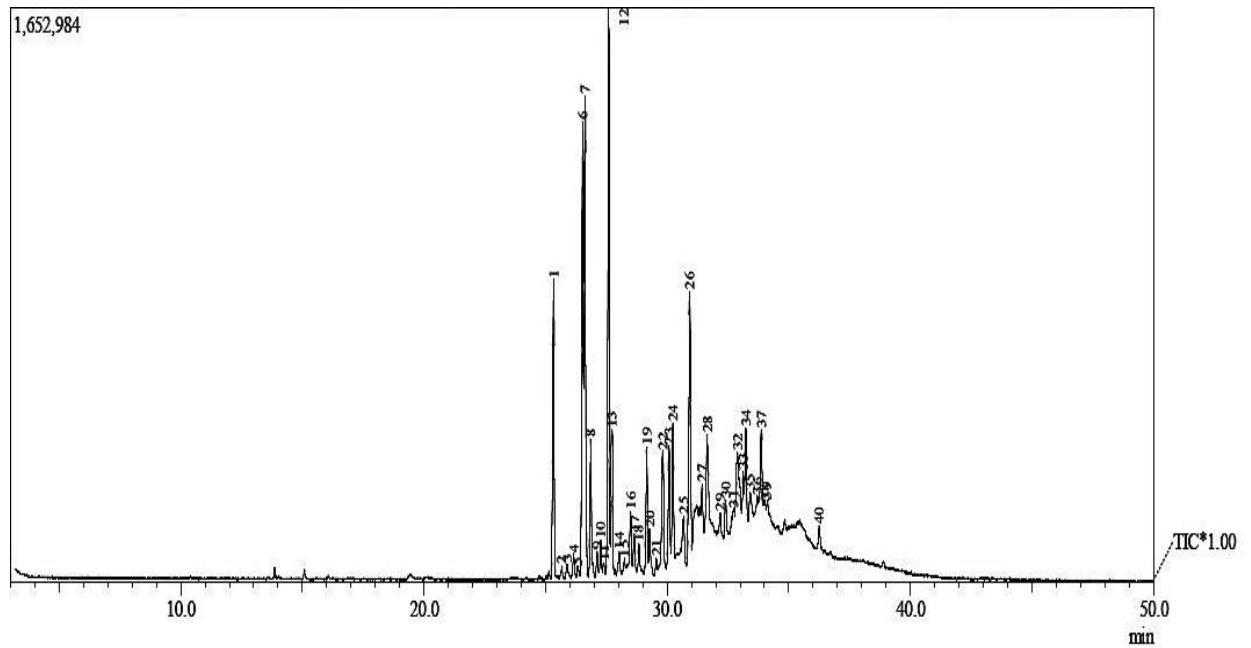
* Meyer (1982); Rieser *et al.*, (1996); Rohmah *et al.*, 2014

Hasil GC-MS Minyak Atsiri Kulit *C.sintoc* Blume

Hasil uji GC-MS minyak atsiri dari *C.sintoc* Blume kulit kayu segar dan

puncak puncaknya di kulit kayu kering. Selanjutnya, spektrum massa yang didapatkan dibandingkan dengan spektrum massa pada *database library*. Diperoleh komponen yang sesuai dengan database dengan kemiripan diatas 90% yakni kuli kayu segar (11 puncak) dan kulit kayu kering udara (13 puncak), secara lengkap hasil tersebut ditampilkan pada Tabel 2.

Pada Tabel 2. jumlah dan jenis senyawa yang terdeteksi pada minyak atsiri *C. sintoc* Blume kulit kayu segar dan kulit kayu kering terdapat perbedaan. Keadaan ini disebabkan pada proses pengeringan kulit kayu terjadi penguapan air yang menyebabkan senyawa yang mudah menguap serta pelepasan senyawa yang sebelumnya terikat menjadi bebas. Secara keseluruhan komponen senyawa minyak atsiri *C. sintoc* Blume kulit kayu Segar dan kulit kering pada Tabel 2

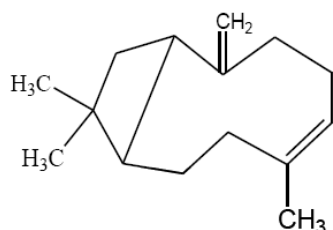


Gambar 3. GC-MS chromatogram minyak atsiri *C.sintoc* Blume kulit kayu kering

Tabel 2. Senyawa yang Terkandung dalam Minyak Atsiri *C.sintoc* Blume Kulit Segar dan Kulit Kayu Kering

No.	Nama Senyawa*	Kadar* (%)		Bioaktivitas**
		Segar	Kering	
1.	<i>Terpineol - 4</i>	0,60	-	Anti bakteri dan insektisida (Sauza <i>et al.</i> , 2011; Li <i>et al.</i> , 2014)
2.	<i>α - copaene</i>	1,95	6,44	Attractant (Nishida <i>et al.</i> , 2000)
3.	<i>α - santalene</i>	1,69	-	Toksisitas (Guo <i>et al.</i> , 2018)
4.	<i>Trans - caryophyllene</i>	5,33	11,13	Anti kanker; (Amiel <i>et al.</i> , 2012; Campos <i>et al.</i> , 2015; Fidy <i>et al.</i> , 2017; Hanušová, <i>et al.</i> , 2017)
5.	<i>α - humulene</i>	4,01	-	Anti tumor, anti inflamansi dan toksisitas (Legault <i>et al.</i> , 2003; Fernandes <i>et al.</i> 2007 & El Hadri, <i>et al.</i> 2010)
6.	<i>Alloaromadendrene</i>	0,96	0,64	Fungitoksik & antibiotoka (Mulyaningsih <i>et al.</i> , 2010; Scalco <i>et al.</i> , 2014)
7.	<i>δ - guaiene</i>	0,65	-	Anti bakteri (Fauziah, 2020; Kurniawan 2020)
8.	<i>α - calacorene</i>	2,15	3,24	Anti Bakteri (Salni & Marisa (2020)
9.	<i>(-) - caryophyllene oxide</i>	20,64	-	Anti kanker, (Fidy, <i>et al.</i> , 2016; Chavan <i>et al.</i> , 2010; Pan <i>et al.</i> , 2016; Wibawa <i>et al.</i> , 2018; Karakaya, <i>et al.</i> (2020)
10.	<i>Undecanal</i>	1,27	0,71	Meningkat aroma (Brodin <i>et al.</i> , 2009)
11.	<i>Di-n-octyl phthalate</i>	0,84	-	Toksisitas (McCarthy & Whitmore, 1985; Poon <i>et al.</i> , 1997)
12.	<i>Trans-α-bergamotene</i>	-	0,84	Anti angiogenic (Lin <i>et al.</i> , 2013)
13.	<i>2,4-diisopropenyl-1-methyl-1-vinyl-cyclohexane</i>	-	0,23	Anti fibrinolitik; anti malaria (Denda <i>et al.</i> , 1997; Louie <i>et al.</i> , 2010)
14.	<i>β - caryophyllene</i>	-	2,99	Anti kanker (Legault & Pichette, 2007; Dahham <i>et al.</i> , 2015; Di Giacomo <i>et al.</i> 2017; Fidy <i>et al.</i> , 2017, Pavithra., Mehta, & Verma, 2018; Ambrož <i>et al.</i> , 2019)
15.	<i>Ledene</i>	-	2,12	Agent sitotoksik (Chinthakindi <i>et al.</i> , 2017)
16.	<i>α - muurolene</i>	-	1,15	Anti mikroba (Couladis, <i>et al.</i> 2002)
17.	<i>β - bisabolene</i>	-	0,84	Anti kanker dan anti bakteri (Nascimento <i>et al.</i> 2007; Yeo <i>et al.</i> 2016)
18.	<i>Naphthalene, 1,2,3,4,4a,7-hexahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-</i>	-	0,38	Anti mikroba (Vukovic <i>et al.</i> , 2007)
19.	<i>Patchulane</i>	-	7,19	Anti oksidan (Qneibi <i>et al.</i> , 2021)

menunjukkan bahwa kulit kayu mengandung golongan senyawa, yaitu golongan monoterpen (Salleh *et al.* 2016). Selain itu diperoleh komponen utama (mayor) yang sama yaitu *trans-caryophyllene* tetapi dengan kadar yang berbeda pada kulit kayu segar dan kulit kayu kering. Perbedaan tersebut memberikan perbedaan aktivitas toksisitas terhadap larva *A. salina* Leach. Selain itu pada minyak atsiri kulit kayu sintok kering juga terdapat senyawa β -*caryophyllene* dan senyawa ini tidak terdapat pada minyak atsiri *C. sintoc* Blume kulit segar. Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan Legault & Pichette (2007) yang melaporkan bahwa β -*caryophyllene* memperlihatkan aktivitas antikanker pada sel kanker MCF-7, DLD-1 dan L-929. *Trans-caryophyllene* dan β -*caryophyllene* memiliki puncak ion molekul pada $m/z = 204$ dengan rumus molekul $C_{15}H_{24}$. Senyawa ini merupakan seskuiterpen bisiklik, senyawa ini beraroma kayu dan bau pedas sehingga banyak digunakan sebagai penyedap rasa. Selain itu senyawa ini memiliki manfaat secara biologis sebagai antikanker, antimikroba, antioksidan, dan anti inflamasi serta dikembangkan dalam industri farmasi (Mudjiman, 1988; Liu *et al.*, 2013). Struktur senyawa *Trans-Caryophyllene* ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur senyawa *Trans-Caryophyllene* (Sari dan Supartono, 2014)

Senyawa yang potensial sebagai anti kanker yang terkandung dalam minyak atsiri *C. sintoc* Blume kulit kayu Segar dan kulit kayu kering yaitu *Trans-Caryophyllene*, β -*caryophyllene* serta *caryophyllene oxide*. Ketiga senyawa tersebut ditemukan pada minyak atsiri *C. sintoc* Blume berdasarkan laporan Iskandar dan Supriyatna (2008); Muchtaridi, Sumiwi & Nuwarda (2017); Kumar, Kumari, & Mishra (2019). Berdasarkan hasil penelitian Legault & Pichette,(2007); Chavan *et al.*, (2010); Amiel *et al.*, (2012); Campos *et al.*, (2015); Dahham *et al.*, (2015); Pan *et al.*, (2016);Di Giacomo *et al.*, (2017); Fidy *et al.*, (2017); Hanušová,*et al.*, (2017); Pavithra,. Mehta, & Verma, (2018); Wibawa *et al.*, (2018); Ambrož *et al.*, (2019); Karakaya, *et al.*, (2020) menyatakan bahwa β -*caryophyllene* dan *caryophyllene oxide* mampu menginduksikan apoptosis serta menekan proliferasi sel kanker sehingga menurunkan kadar angiogenesis tumor dan metastasis, sehingga menekan pertumbuhan sel kanker. Sehingga minyak atsiri *C. sintoc* Blume dari kulit berpotensi sebagai anti kanker.

KESIMPULAN DAN SARAN

Rendemen minyak atsiri kulit kayu kering lebih tinggi 0,05 % dibandingkan rendemen minyak atrisi kulit kayu segar. Kedua kulit kayu mempunyai efek toksik yang sama terhadap larva *A. salina* Leach. Nilai $LC_{(50)}$ kedua kulit kayu menunjukkan keduanya bersifat toksik dan berpotensi sebagai anti kanker. Jumlah komponen senyawa kulit kayu segar dan kulit kayu kering sebanyak sembilanbelas. Terdapat enam komponen senyawa pada kulit kayu segar yang tidak terdapat pada kulit kayu kering yaitu *terpineol* - 4, α - *santalene*, α - *humulene*, δ - *guaiene*, (-) -

caryophyllene oxide dan *Di-n-octyl phthalate*. Delapan komponen kulit kayu kering yang tidak terdapat pada kayu segar yaitu *2,4-diisopropenyl-1-methyl-1-vinyl-cyclohexane*, β - *caryophyllene*, *Ledene*, α - *murolene*, β - *bisabolene*, *Naphthalene*, *1,2,3,4,4a,7-hexahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-*, *Patchulane*. Komponen senyawa yang sama dimiliki oleh keduanya ada lima yaitu α - *copaene*, *Trans* - *caryophyllene*, *Alloaromadendrene*, α - *calacorene* dan *Undecanal*. Komponen yang sama tersebut, komponen *Trans* - *caryophyllene* diduga komponen β -*caryophyllene* dan *caryophyllene oxide* mampu menekan sel kanker.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos, C.J., C.W. Mims and M. Blackwell 1996. *Introductory Mycology*. 4th ed. John Wiley Sons, Inc. New York.
- Cahyana, Y.A., Muchroddijana M. Bakrun, 2001. Jawa Tiram: Pembibitan, Pembudidayaan, Analisis Usaha. Cetakan VI. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Du T., Todd F., Shupe., Chung Y. H. 2009. Antifungal activity of traditional medicinal plants from Tamil Nadu, India. *Asia Pacific Journal of Tropical Biomedicine* (2011) 204-215.
- Eaton R. A., Hale M. D. C. 1993. *Wood Decay; Pest and Protection*. London: Chapman and Hall.
- Jeffries W.T. 1987. Physical, chemical and biochemical consideration in the biological degradation of wood. Di dalam: Kennedy J.F., Phillips G. O., William P.A, editor. *Wood and Cellulose*. New York. Ellis Horwood Limited John Wiley & Sons.
- Guenther E. 1990. *Minyak Atsiri*. Jilid I. Ketaren (penerjemah). UI Press, Jakarta.
- Gunawan, W. (2009). *Kualitas dan Nilai Minyak Atsiri, Implikasi pada Pengembangan dan Turunannya*. Makalah dipresentasikan pada Seminar Nasional dengan tema: Kimia Bervisi SETS (Science, Environment, Technology, Society) Kontribusi Bagi Kemajuan Pendidikan dan Industri. Semarang, 21 Maret
- Ganiswara, S.G. 1995. *Farmakologi dan Terapi*. Bagian Farmakologi FKUI, Jakarta.
- Ketaren. 1987. *Minyak Atsiri*. UI Press. Terjemahan : Guenther, E., 1947, *Essential Oils*, Vol.1, John Willwy and Sons, New York, Hal : 21-25, 90, 132-134, 244-245.
- Khaeruddin. 1999. *Pembibitan Hutan Tanaman Industri (HTI)*. Cetakan kedua. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Krik T.K., Cowling E.B. 1984. *Biological decomposition of solid wood*. Di dalam Rowell R. editor. *The Chemistry of Solid Wood*. Washington D.C. American Chemical Society.
- Padmawaninata, K., dan Sudirno, I., 1987. *Metode Fitokimia : Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. ITB. Bandung. Terjemahan : *Phytochemical Methods*, Harborne, J.B., 1973, Chapman and Hall Ltd. London
- Sastroamidjojo, H., 2004, *Kimia Minyak Atsiri*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, Hal : 13-14
- Sen-Sung Cheng, Ju-Yun Liu, Ed-Haun Chang, Shang-Tzen Chang. 2008. Antifungal activity of cinnamaldehyde and eugenol congeners against wood-rot



fungi. *Bioresource Technology* 99
(2008) 5145–5149.
www.sciencedirect.com

Syafii W., 1988. A study on the influence of chemical components of some tropical woods on decay resistance. [Dissertation]. Japan: Laboratory of Forest Chemistry. The Graduate School of Agricultural Sciences. The University of Tokyo.