Senyawa Turunan Aromatik dari Kulit Batang *Cryptocarya Densiflora* (Lauraceae)

Anna Sutrianah[1,a)], Elvira Hermawati[2,b)], dan Lia Dewi Juliawaty[3,c)]

[1]Laboratorium Kimia Organik Bahan Alam,
Kelompok Keilmuan Kimia Organik,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

[a)] anna.sutrianah@gmail.com
[b)] elvira037@gmail.com
[c)] liadewi@chem.itb.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang kaya akan bahan-bahan alam hayati dan jenisnya sangat bervariasi terutama tumbuhan. Salah satu tumbuhan yang ada di hutan Indonesia yaitu Cryptocarya. Genus ini dikenal dengan nama daerah "medang-medangan" dan merupakan salah satu genus dengan tingkat evolusi tinggi pada famili Lauraceae. Cryptocarya tersebar di daerah tropis dan subtropis yaitu di dataran Aftika bagian Selatan, Asia, Australia, Melanesia dan Brazil. Cryptocarya selain memiliki nilai ekonomis karena batangnya dapat digunakan untuk bahan bangunan dan pulp, tumbuhan ini juga digunakan sebagai obat tradisional di antaranya sebagai obat sakit kepala dan demam. Sekitar 26 spesies Cryptocarya yang tumbuh di Indonesia telah dikaji kandungan metabolit sekundernya. Adapun metabolit sekunder utama Cryptocarya adalah alkaloid, piron dan flavonoid, selain metabolit sekunder lain yaitu stilben, lignan, terpenoid, steroid dan asam karboksilat. Metabolit sekunder tersebut memiliki bioaktivitas yang beragam seperti antikanker, antimalaria, antiinflamasi dan antimikroba. Salah satu spesies Cryptocarya yang ada di Indonesia adalah C. densiflora, yang kulit batangnya digunakan oleh masyarakat sebagai obat terhadap hewan beracun, menghilangkan sakit kejang, TBC, disentri dan penyakit kelamin. Pada penelitian ini dilakukan isolasi metabolit kulit batang C. densiflora yang diperoleh dari Taman Hutan Raya Juanda Dago Pakar Bandung. Isolasi metabolit sekunder dilakukan melalui serangkaian metode pemisahan meliputi maserasi menggunakan aseton, fraksinasi serta pemurnian dengan menggunakan teknik kromatografi cair vakum (KCV) dan kromatografi radial (KR). Dua senyawa aromatik sederhana yaitu benzilbenzoat dan 4-alil-2,6-dimetoksifenol telah berhasil dipisahkan dari ekstrak aseton kulit batang C. densiflora. Struktur senyawa hasil isolasi ditentukan berdasarkan data spektroskopi meliputi 1D NMR (^{1}H, ^{13}C) serta 2D NMR (HSQC, HMBC, ^{1}H-^{1}H COSY). Dua senyawa tersebut untuk pertama kalinya dilaporkan dari kulit batang C. densiflora.

Kata kunci : Cryptocarya densiflora, benzilbenzoat, 4-alil-2,6-dimetoksifenol

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki keaneragaman hayati yang tinggi baik tumbuhan mapun hewan. Sampai dengan tahun 2010, di Indonesia tercatat adanya 38.000 spesies tumbuhan yang meliputi 27.500 spesies tumbuhan berbunga, dan sekitar 3.000 spesies tumbuhan obat. Popularitas dan perkembangan obat tradisional tersebut semakin meningkat seiring dengan adanya kecendrungan masyarakat kembali ke alam sehingga banyak yang tertarik untuk meneliti tumbuhan negeri ini.

Cryptocarya dikenal dengan nama daerah " medang-medangan " merupakan salah satu genus dengan tingkat evolusi tinggi pada famili Lauraceae yang mempunyai sekitar 327 spesies . Tumbuhan ini hidupnya

tersebar luas di daerah tropika dan sub tropika dengan topologi berupa pohon tinggi. Sejak dahulu kelompok tumbuhan ini banyak digunakan sebagai bahan bangunan, bahan baku pulp, dan beberapa di antaranya digunakan sebagai obat tradisional . Bahkan akhir-akhir ini beberapa penelitian telah mengungkapkan bahwa Cryptocarya mengandung banyak senyawa kimia berguna. Metabolit sekunder Cryptocarya yang telah diisolasi berasal dari 26 spesies.

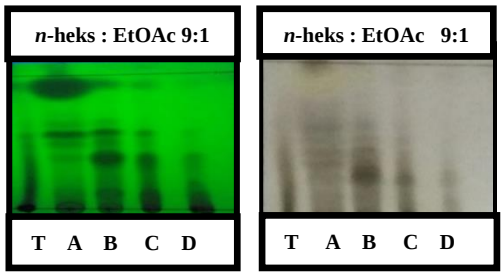
Salah satu spesies dari Cryptocarya yaitu Cryptocarya desinflora di daerah Kalimantan kulit batangnya secara tradisional digunakan sebagai obat disentri, TBC dan sakit pinggang, ekstrak kulit batang C. desinflora Kalimantan telah diisolasi senyawanya dari golongan terpenoid yaitu linderan dan peusolinderandin (Ahmad dkk,1992) juga telah diisolasi senyawa dari kulit batang C. desinflora Malaysia dari golongan alkaloid yaitu retikulin, isokaryacin dan laurotetanin dan dari daunnya yaiu n-metillaurotetanin dan kricin. Sedangkan C. densiflora dari daerah Jawa belum pernah dilaporkan sehingga perlu dilakukan penelitian lanjut untuk mengisolasi senyawa dari kulit batang C. desinflora yang berasal dari daerah Jawa Barat yaitu dari Taman Hutan Raya Juanda , Dago Pakar, Bandung .

Cryptocarya desinflora memiliki nama daerah yaitu medang, huru, ki teja, dan sintok. Tumbuhan ini tersebar di Indonesia yaitu Sumatera, Jawa, Kepulauan Sunda Kecil, Kalimantan (Sarawak, Brunei, Sabah, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Timur), Sulawesi, Maluku, dan juga dapat tumbuh di Thailand, Semenanjung Malaysia, Filipina, New Guinea, dan Australia utara (Rohwerl dkk, 2104) Tinggi pohon sampai 35 m dan diameter 70 cm, tumbuh tersebar diantara 700 – 1.700 m dpl, batang bengkok, banyak banir, bulat dengan tajuk agak tinggi. Kayunya ringan, lunak, agak padat dan struktur halus, warna coklat merah gading dengan semu perak coklat keabu-abuan

Pada makalah ini akan dilaporkan isolasi dan penentuan struktur suatu senyawa turunan aromatik, elusidasi struktur didasarkan pada data-data spektra 1D NMR (1H, 13C) serta 2D NMR (HSQC, HMBC, 1H-1H COSY).

ISOLASI SENYAWA DARI KULIT BATANG *C. DENSIFLORA*

Sebanyak 1,2 kg serbuk halus kulit batang C. densiflora dari Taman Hutan Raya , Dago Pakar, Bandung Jawa Barat dimaserasi dengan aseton sebanyak 3 kali masing-masing selama 24 jam selanjutnya dievaporasi sehingga didapatkan ekstrak kental berwarna coklat kemerahan sebanyak 140 g. Sebanyak 60 g ekstrak tersebut difraksinasi sebanyak 3 kali masing-masing 20 g menggunakan kromatografi kolom vakum cair (KCV) dengan menggunakan fasa diam silika gel Merck 60 G (400 mesh). Eluen yang digunakan adalah n-heksan 100%, n-heksan-Etil asetat dengan perbandingan mulai dengan eluen campuran antara n-heksan : etilasetat (9 : 1 s.d 5 : 5). Didapatkan empat fraksi utama, yakni fraksi A, B, C, dan D. Kromatogram dan massa fraksi A - D ditunjukkan pada gambar 1 dan tabel 1.



(a) (b)

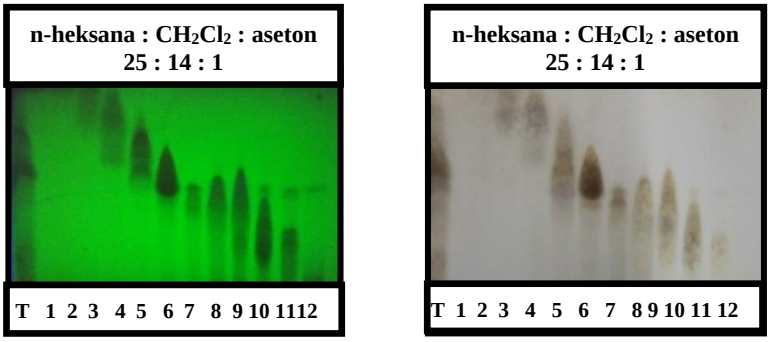
Gambar 1. Kromatogram fraksi utama (a) disinari lampu UV ($\lambda_{254\ nm}$) (b) setelah disemprot $Ce(SO_4)_2$ + dipanaskan

Tabel 1. Massa fraksi gabungan KCV I, II dan III

Gabungan Fraksi	Fraksi	Massa
I.1-3 , II.1 – 4 dan III.1-6	A	495 mg
I. 4-7, II.5-8 dan III.7-11	B	632 mg
I.8-10, II.9-12 dan III.12-14	C	1,60 g
I.11-15, II.13-15 dan III.15-16	D	3,10 g

Pemisahan dimulai dari fraksi A sebanyak 448 mg yang diolah dengan kromatografi radial diperoleh 7 fraksi dari fraksi A2 diperoleh isolat murni. Berdasarkan hasil uji tiga eluen hasil kromatografi radial yang bermassa 58 gram dengan wujud minyak kekuningan maka dapat disimpulkan bahwa senyawa telah murni dan selanjutnya dilakukan pengukuran spektroskopi. Hasil interpretasi data spektroskopi struktur senyawa A2 adalah benzilbenzoat.

Kemudian pemisahan dilanjutkan pada fraksi B yang mempunyai massa 632 mg dengan menggunakan teknik kromatografi radial (KR) dengan eluen n-heksana : dikloro metana : asetom : 30 : 10 : 1 kemudian kepolarannya yang semakin dinaikkan. Hasil KR diperoleh 12 fraksi yaitu B1 – B12. Kromatogram dan massa masing-masing fraksi dapat dilihat pada gambar 2 dan tabel 2.



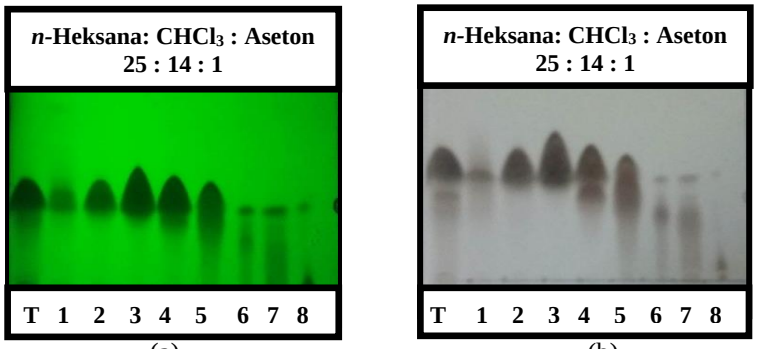
(a) (b)

Gambar 2. Kromatogram hasil KR fraksi B (a) disinari lampu UV ($\lambda_{254\ nm}$) (b) setelah disemprot $Ce(SO_4)_2$

Tabel 2. Massa fraksi hasil kromatografi radial fraksi B

Fraksi	Massa (mg)	Fraksi	Massa (mg)
B1	78,0	B7	49
B2	9,4	B8	22
B3	13,2	B9	27
B4	23,0	B10	18
B5	113,0	B11	4,7
B6	101,0	B12	7,6

Kemudian pemisahan dilanjutkan ke fraksi B6 yang mempunyai massa 101 mg dan mempunyai pola noda yang sederhana dengan menggunakan teknik kromatografi radial dengan eluen n-heksana : kloroform : aseton : 45 : 5 : 1 dan diperoleh 6 fraksi yaitu B6.1 – B6.6. Kromatogram dan massa masing-masing fraksi dapat dilihat pada gambar 3 dan tabel 3.



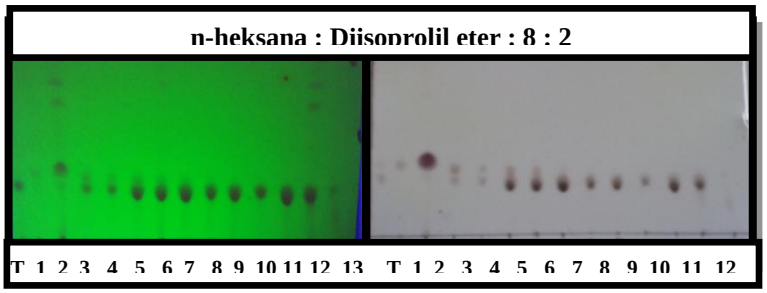
(a) (b)

Gambar 3. Kromatogram hasil KR fraksi B6 (a) disinari lampu UV ($\lambda_{254\ nm}$) (b) setelah disemprot $Ce(SO_4)_2$+ dipanaskan

Tabel 3. Massa fraksi hasil kromatografi radial fraksi B6

Fraksi	Massa (mg)	Fraksi	Massa (mg)
B6.1	1,6	B6.5	7,0
B6.2	18,7	B6.6	1,5
B6.3	40,7	B6.7	4,4
B6.4	14,6	B6.8	3,6

Fraksi B6.3 karena memiliki massa yang paling besar dengan noda yang lebih sederhana maka fraksi ini difraksinasi dengan kromatografi radial menggunakan eluen n-heksana : diisopropil eter : 9 : 1 menghasilkan 13 fraksi yaitu fraksi B6.3.1 – B6.3.13 Kromatogram dan massa masing-masing fraksi dapat dilihat pada gambar 4 dan tabel 4.



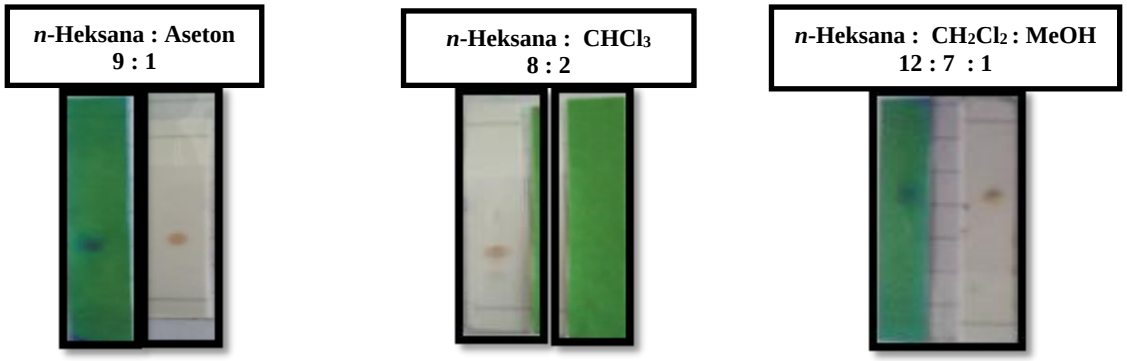
(a) (b)

Gambar 1. Kromatogram hasil KR fraksi B6.3 (a) disinari lampu UV(λ254 nm) (b) setelah disemprot Ce(SO4)2+ dipanaskan

Tabel 4. Massa fraksi hasil kromatografi radial fraksi B6.3

Fraksi	Massa (mg)	Fraksi	Massa (mg)
B6.3.1	1,6	B6.3.8	3,6
B6.3.2	4,5	B6.3.9	5,6
B6.3.3	1,5	B6.3.10	4
B6.3.4	0,9	B6.3.11	5,9
B6.3.5	1,3	B6.3,12	2,4
B6.3.6	6.4	B6.3.13	0,9
B6.3.7	3,8		

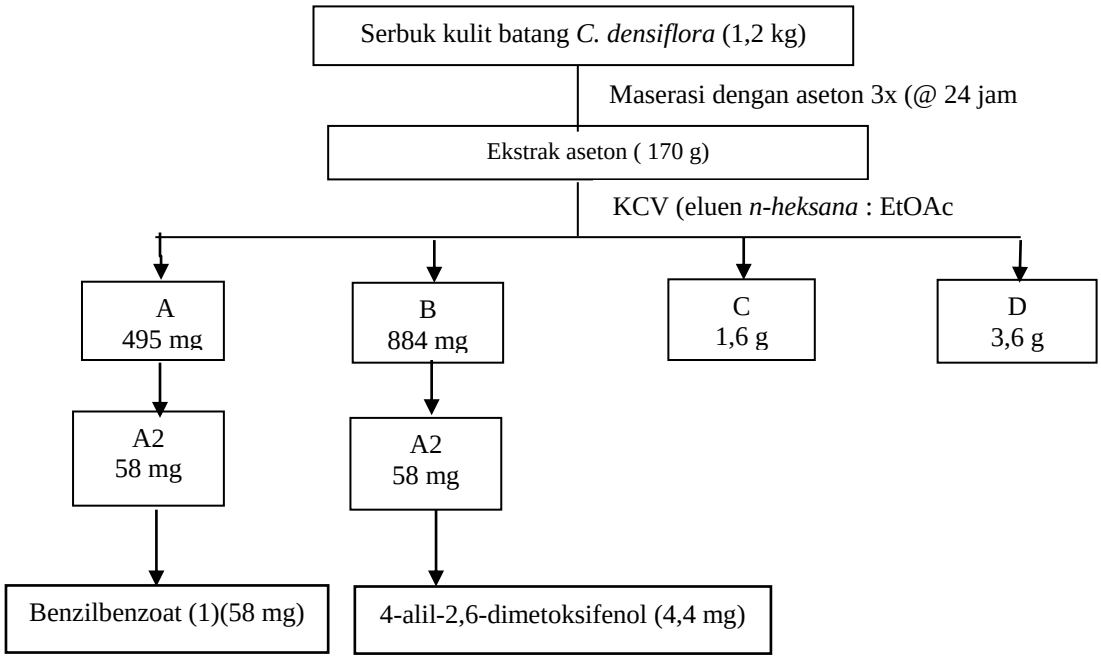
Dari hasil KLT pada Gambar III.12 , fraksi B6.3.2 terlihat senyawanya sudah murni maka dilakukan uji tiga eluen. Profil KLT kemurnian fraksi B6.3.2 ditunjukan pada gambar .



(a) (b) (a) (b) (a) (b)

Gambar 2. Kromatogram uji kemurnian sistem tiga eluen fraksi B6.3.2 (a) disinari lampu UV ($\lambda_{254\ nm}$) (b) setelah disemprot $Ce(SO_4)_2$ + dipanaskan

Berdasarkan hasil uji tiga eluen fraksi B6.3.2 hasil kromatografi radial yang bermassa 4,4 gram dengan wujud minyak kekuningan maka dapat disimpulkan bahwa senyawa telah murni dan selanjutnya dilakukan pengukuran spektroskopi. Hasil interpretasi data spektroskopi struktur senyawa B6.3.8-10 adalah 4-alil-2,6-dimetoksifenol. Berikut skema tahapan isolasi (gambar 6).



Gambar 3. Skema tahapan isolasi

DATA SPEKTROSKOPI SENYAWA

Benzilbenzoat

Benzil benzoat dengan rumus molekul $C_{14}H_{12}O_2$ (Mr = 212 g/mol) 58 mg wujud minyak kekuningan. ^{13}C NMR δc dalam ppm (125 MHz, $CDCl_3$) dan ^{1}H NMR δH dalam ppm (500 MHz, $CDCl_3$)

Tabel 5. Data NMR benzilbenzoat hasil isolasi

No C	Benzilbenzoat	
	δ_c (ppm)	δ_H (ppm)(H,m,*J*(Hz))
1	136,09	-
2/6	128,20	7,57 (2H, *dd*, 7,3)
3/5	128,27	7,52 (2H, *t*, 7,7)
4	128,41	7,43 (1H, *t*, 7,5)
7	66,72	5,40 (2H, *s*)
1’	130,16	-
2’/6’	129,73	8,12 (2H, *dd*, 8,3)
3’/5’	126,63	7,48 (2H, t, 8,5)
4’	133,06	7,59 (1H, t, 7,5)
7’	166,44	-

4-alil-2,6-dimetoksifenol

Memiliki rumus molekul $C_{11}H_{14}O_2$ (Mr = 194 g /mol) wujud minyak kuning muda . Spektrum ^{13}C NMR δc dalam ppm (125 MHz, $CDCl_3$) dan 1H NMR δH dalam ppm (500 MHz, $CDCl_3$) .

Tabel 6. Data NMR 4-alil-2,6-dimetoksifenol hasil isolasi

No C	4-alil-2,6-dimetoksi		
	δ_c (ppm)	δ_H(ppm) (I,m,*J*(Hz))	HMBC ($^1H \longleftrightarrow {}^{13}C$)
1	133,05	-	-
2/6	147,09	-	-
3/5	105,22	6,41(2H, *s*)	C-7, C-3,C-5,C-4, C-1, C-2, C-6
4	131,22	-	-
7	40,49	3,32 (2H, *d*, *J* = 6,65)	C-3/C-5,C-9,C-4, C-8
8	137,73	5,95(1H,*m*)	-
9	115,88	5,08 (2H, *td*, 1,75; 9,45 24,05)	C-7
OCH_3	55,36	3,87 (6H, *s*)	C-2, C-6
OH	-	5,39 (OH, *s*)	-

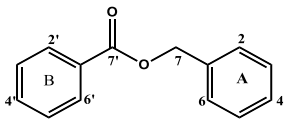
PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah diperoleh dua senyawa murni dari kulit batang Cryptocarya densiflora , yang telah dikarakterisasi strukturnya sebagai senyawa aromatik sederhana yaitu benzilbenzoat dan 4-alil-2,6-dimetoksifenol dari ekstrak aseton kulit batang Cryptocarya densiflora yang tumbuh di Indonesia tepatnya di Taman Hutan Raya Dago Pakar Bandung Jawa Barat. Penentuan struktur senyawa hasil isolasi dilakukan dengan menggunakan spektroskopi 1D NMR (^1H, ^{13}C) serta 2D NMR (HSQC, HMBC, 1H-1H COSY) . Diukur dalam CDCl3 dengan ^{13}C NMR (125 MHz) dan ^1H NMR (500 MHz).

Penentuan Struktur Senyawa Hasil Isolasi

1. Benzilbenzoat

Benzilbenzoat (gambar 7) sebanyak 58 mg berwujud minyak berwarna kuning diperoleh dari pemisahan dan pemurnian fraksi A2 menggunakan kromatografi radial (KR). Penentuan struktur senyawa ini dilakukan dengan menganalisa data spektorkopi, 1D NMR (^1H, ^{13}C) serta 2D NMR (HSQC, ^1H-^1H COSY) .



Gambar 4. Struktur benzilbenzoat

Berdasarkan spektrum ^{13}C NMR. diperoleh 10 sinyal untuk 14 atom karbon. Pada senyawa benzil benzoat terdapat dua gugus benzena. Sinyal karbon dari gugus benzena A monosubstitusi ditunjukan pada δc 128,20 ppm (C-2 dan C-6) dan δc 128,27 ppm (C-3 dan C-5) yang masing-masing menunjukkan dua karbon dan sinyal δc 128,41 ppm (C-4) selanjutnya sinyal δc 136,16 ppm untuk karbon kuartener (C-6) sedangkan untuk gugus benzena B monosubstitusi ditunjukkan pada δc 129,73 ppm (C-2' dan C-6') dan δc 128,63 ppm (C-3'dan C-5') yang masing-masing mengandung dua atom karbon dan sinyal δc 133,04 ppm (C-4') untuk sinyal δc 130,16 ppm untuk karbon kuartener (C-1') selanjutnya untuk sinyal δc 66,72 ppm menunjukkan karbon oksi metilen (C-7) dan untuk sinyal δc 166,44 ppm menunjukkan gugus karbonil yaitu ester (C-7') .

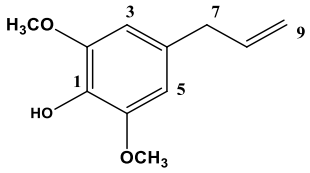
Analisis ^{1}H NMR (Agilent DD2) , ECA 500 yang bekerja pada 500 MHz (1H), dilakukan untuk menentukan proton pada gugus benzena A, ciri umum dari 1H NMR turunan benzena monosubstitusi adalah adanya tiga sinyal proton aromatik yang mewakili 5H (2H,2H dan 1H) yaitu sinyal pertama dengan δH 7,57 ppm (H-2) dan (H-6) (dd, J = 7,3 Hz) muncul sebagai dd menunjukkan kopling meta dari H-4 dan kopling orto dengan H-3/H-5 sedangkan sinyal kedua dengan δH 7,52 ppm (H-3) dan (H-5) (t, J = 7,7 Hz) muncul sebagai t kopling orto (H-3 diapit oleh dua orto H-2 dan H-4 sementara H-5 oleh H-6 dan H-4) dan sinyal ketiga dengan δH 7,43 ppm (H-4) (t, J = 7,5 Hz) muncul dengan sinyal triplet, sedangkan untuk sinyal δH 5,40 ppm (H-7) (s) untuk oksi metilen (-O-CH_2).

Penetuan proton untuk gugus benzena B sama dengan gugus benzena A karena merupakan benzena monosubstitusi terdapat tiga sinyal untuk 5H (2H, 2H dan 1H) yaitu sinyal pertama adalah δH 8,12 ppm (H-2') dan (H-6') (dd, J =8,35 Hz) nilai geserannya lebih deshielding karena terikat dengan atom C-1' yang mengikat gugus karbonil (ester) sebagai penarik elektron sehingga lebih kaya elektron, sinyal kedua dengan δH 7,48 ppm (H-3') dan (H-5') (t, J = 8,5 Hz) dan sinyal ketiga δH 7,58 ppm (H-4') (t, J =7,55 Hz).

Senyawa benzilbenzoat merupakan senyawa yang baru dari genus *Cryptocarya* khususnya *Cryptocarya densiflora.*

2. 4-alil-2,6-dimetoksifenol

Senyawa 4-alil-2,6-dimetoksifenol (gambar 10) sebanyak 4,4 mg berwujud minyak kekuningan diperoleh dari hasil pemisahan dan pemurnian fraksi B.6.3.2 menggunakan kromatografi radial (KR). Penentuan struktur senyawa dilakukan dari data 1D NMR (^{1}H, ^{13}C) serta 2D NMR (HSQC, HMBC, ^{1}H-^{1}H COSY).

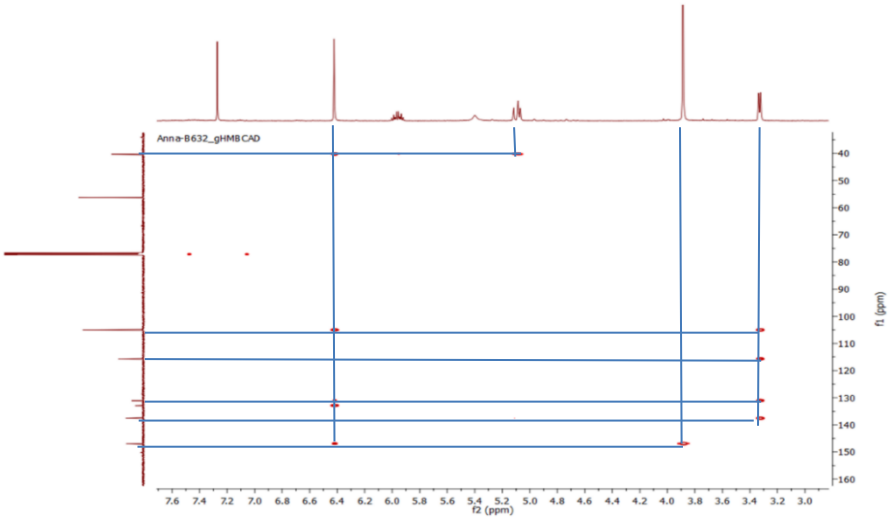


Gambar 5. Struktur senyawa 4-alil-2,6-dimetoksifenol

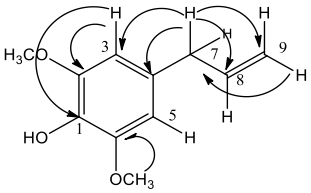
Berdasarkan spektrum karbon ^{13}C NMR senyawa tersebut merupakan senyawa benzene tetrasubstitusi, yang memiliki gugus hidroksi pada C-1, dua metoksi pada C-2 dan C-6 serta gugus alil pada C-4, terdapat 8 sinyal karbon untuk 11 atom karbon, 3 sinyal untuk 4 karbon quarterner dari cincin benzen, yaitu sinyal pada geseran kimia 147 ppm untuk dua karbon dari oksiaril yang menunjukkan gugus benzen yang simetris. Selain itu terdapat sinyal untuk karbon oksiaril lain pada geseran kimia 133,07 ppm (C-1) dan δ_c 131,22 ppm (C-4) untuk atom C kuarterner . Adanya gugus metoksi pada cincin benzen ditunjukkan oleh sinyal pada δ_c 55.36 ppm untuk dua metoksi (C-10 dan C-11). Selanjutnya adanya gugus alil ditunjukkan oleh sinyal pada geseran 137,72 ppm, 115,88 ppm dan 40,49 ppm. Dari data karbon yang diperoleh maka struktur senyawa yang diperoleh mengandung cincin benzen dengan 2 metoksi dan rantai samping alil.

Analisa ^{1}H NMR selanjutnya dilakukan untuk menentukan proton pada rantai samping dan cincin benzene. ciri umum dari ^{1}H NMR turunan benzena tetrasubstitusi adalah adanya satu sinyal yang menunjukkan dua atom H yang simetris pada gugus benzena yaitu pada δ_H 6,61 ppm (H-3) dan (H-5) (*s*) Adanya gugus hidroksi didukung oleh data 1H NMR yang memiliki sinyal broad menunjukkan gugus -OH pada δ_H 5,39 ppm (s) kemudian gugus metoksi terdapat sinyal pada δ_H 3,87 ppm (H-10) dan (H-11) (*s*) (dengan jumlah proton sebanyak 6) (*s*) menunjukkan multiplitas singlet, selanjutnya gugus alil terdapat pada δ_H 5,95 ppm (H-8) (*m*) dengan multiplisitas multiplet dan pada sinyal dengan δ_H 5,08 ppm (H-9) (*td* , *J* = 1,75 Hz, 9,75 Hz dan 15, 45 Hz) nilai *J* = 1,75 Hz menunjukkan kopling geminal, nilai *J* = 9,75 Hz menunjukkan kopling cis dan nilai *J* = 15,45 Hz menunjukkan kopling trans pada alkena, selanjutnya pada δ_H 3,32 ppm (H-7) (*d*, *J* = 6,65 Hz), menunjukkan gugus alkil yang terikat pada gugus benzena dan alkena.

Analisis HMBC dilakukan pula untuk menentukan posisi hidroksi pada C-1 dan dua unit metoksi pada C-2 dan C-6 serta posisi gugus alil senyawa 4-alil-2,6-dimetoksifenol . Pada spektrum ini terlihat adanya korelasi antara sinyal H-3 dan H-5 (6,41 ppm) dengan C-1 (133 ppm) dan C-2 & C-6 (147 ppm). Untuk menentukan posisi alil adanya sinyal proton alil pada δ_H 3,32 ppm (H-7) (*d*) berkorelasi dengan sinyal karbon pada benzena yaitu δ_c 105 ppm (C-3) dan (C-5), δ_c 115 ppm (C-9), δ_c 131 ppm (C-4) dan δ_c 137 ppm (C-8), spektrum HMBC terlihat pada gambar 9.



Gambar 6. HMBC senyawa 4-alil -2,6-dimetoksifenol



Gambar 7. Korelasi HMBC senyawa 4-alil -2,6-dimetoksifenol

Senyawa 4-alil-2,6-dimetoksifenol merupakan senyawa baru dari genus *Cryptocarya* .

KESIMPULAN

Penelitian ini telah diisolasi senyawa benzilbenzoat dan 4-alil-2,6-dimetoksifenol dari ekstrak kulit batang *Cryptocarya densiflora* Taman Hutan Raya, Dago Pakar Bandung , Jawa Barat dari beberapa literatur tentang senyawa dari *Cryptocarya* kedua senyawa ini belum pernah dilaporkan pada genus *Cryptocarya* maka dengan demikian kedua senyawa merupakan penemuan baru dari genus *Cryptocarya* sehingga dapat memperkaya keanekaragaman senyawa pada tumbuhan *Cryptocarya.*

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah ini. Makalah ini didanai oleh Dana Riset Tugas Akhir Magister Pengajaran Kimia, FMIPA, Institut Teknologi Bandung 2016.

REFERENSI

1. Achmad, S. A., Azminah, Efendi, Ghisalberty, E. L., Hakim, E. H., Makmur, L. dan White, A. H. (1992): Structural Studies of Two Bioactive Furanosesquiterpense from *Cryptocarya densiflora* (Lauraceae), *Australia. Journal. Chemistry*, 45, 445-45
2. Achmad, S. a., Hakim, E. H., & Juliawaty, L. D. (2006). Hakekat Perkembangan Kimia Organik Bahan Alam Dari Tradisional Ke Modern Dan Contoh Terkait Dengan Tumbuhan Lauraceae, Moraceae Dan Dipterocarpaceae Indonesia. *Akta Kimindo*, 1(2), 55–66
3. Kostermans, A.J.G.H. (1957), "*Lauraceae*", Comm. Forest Res. Inst. Indonesia 57, 1-64