

Pemisahan dan Elusidasi Struktur Dimer Stilbenoid dari Kayu Batang *Vatica umbonata* Burck (Dipterocarpaceae)

Sri Atun^a, Sjamsul A. Achmad^b, Euis H. Hakim^b, Yana M. Syah^b,
Emilio L. Ghishalberti^c, Lia D. Juliawaty^b

- Jurusan Pend. Kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
- Kelompok Penelitian Kimia Organik Bahan Alam, Departemen Kimia, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganeca 10 Bandung 40132
- Department of Chemistry, The University of Western Australia, Crawley, WA 6009, Australia

Abstrak

Tiga dimer stilbenoid, yaitu (-)-ampelopsin F (**1**), laevifonol (**2**), dan ϵ -viniferin (**3**) telah dipisahkan dan ditentukan struktur molekulnya dari kayu batang tumbuhan *Vatica umbonata* Burck (Dipterocarpaceae). Struktur molekul senyawa tersebut ditetapkan berdasarkan data fisika dan spektroskopi UV, IR, ^1H dan ^{13}C NMR, HMBC, HMQC, COSY, dan NOESY.

Kata kunci : (-)-Ampelopsin F; Laevifonol; ϵ -Viniferin; Dipterocarpaceae; *Vatica umbonata* Burck

Abstract

Three oligostilbenoid, namely (-)-ampelopsin F (**1**), laevifonol (**2**), and ϵ -viniferin (**3**) had been isolated and elucidated these structure from the stem bark of *Vatica umbonata* Burck (Dipterocarpaceae). The structure of three compounds were elucidated based on physical and spectroscopic data UV, IR, ^1H and ^{13}C NMR, HMBC, HMQC, COSY, and NOESY.

Keyword : (-)-Ampelopsin F ; Laevifonol; ϵ -Viniferin; Dipterocarpaceae; *Vatica umbonata* Burck

Pendahuluan

Salah satu kelompok tumbuhan hutan tropis yang banyak terdapat di Indonesia adalah famili Dipterocarpaceae. Kelompok tumbuhan ini merupakan pohon kayu utama dari hutan hujan tropis bagian barat Indonesia. Penyebaran tumbuhan ini meliputi bagian Sumatra sampai Papua dan terbanyak di Kalimantan (Newman, 1999). Famili Dipterocarpaceae terdiri dari 16 genus dan 600 spesies (Croquist, 1981). Penelitian kimia yang telah dilakukan terhadap Dipterocarpaceae menunjukkan adanya beberapa jenis senyawa kimia yang termasuk kelompok terpenoid, arilpropanoid, benzofuran, flavonoid, dan oligostilbenoid (Dai, 1998; Ito, 2000; Eun K, 1999; Sri Atun, 2001). Kelompok oligostilbenoid merupakan salah satu kelompok senyawa yang banyak dilaporkan, karena

memiliki struktur molekul yang unik dan bervariasi, serta menunjukkan aktivitas biologi yang menarik, misalnya antibakteri, antihepatotoksik, antikanker, dan anti-HIV.

Penelitian terhadap beberapa spesies Dipterocarpaceae telah dilakukan dan dalam makalah ini akan dilaporkan tentang penemuan tiga oligostilbenoid, yaitu (-)-ampelopsin F (**1**), laevifonol (**2**), dan ϵ -viniferin (**3**) dari fraksi etil asetat kayu batang *V. umbonata* suatu spesies yang belum pernah dilaporkan. Struktur (-)-ampelopsin F (**1**) dan ϵ -viniferin (**3**) ditetapkan berdasarkan analisis spektrum UV, IR, dan NMR termasuk spektroskopi ID dan 2D NMR (^1H - ^1H COSY, HMQC, HMBC dan NOESY), sedangkan struktur laevifonol (**2**) ditetapkan dengan cara membandingkan data yang diperoleh dari spektrum UV, IR, titik leleh, putaran optik, dan Rf pada KLT dengan data senyawa standar yang telah ditemukan sebelumnya.

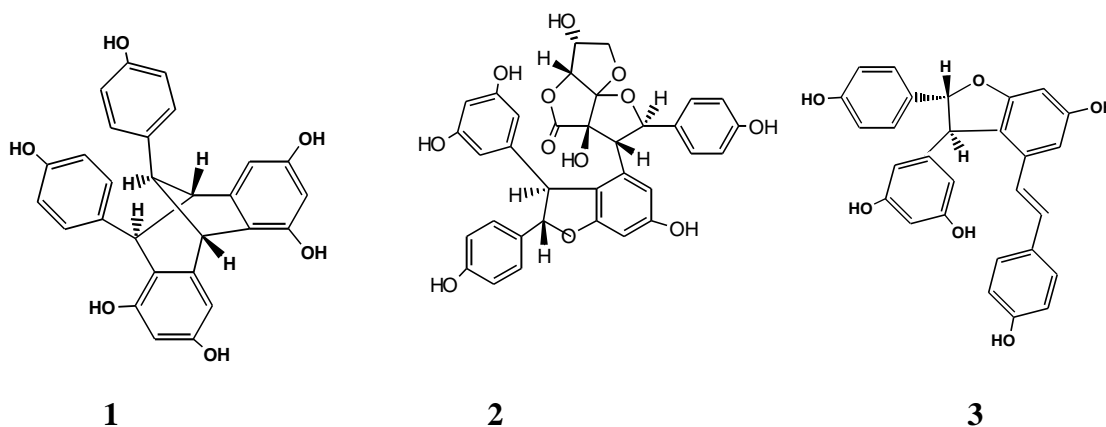
Percobaan

Umum : Semua titik leleh ditentukan dengan menggunakan alat penetapan titik leleh mikro. Spektrum UV dan IR diukur masing-masing dengan spektrofotometer varian Cary 100 Conc dan one Perkin Elmer, spektrum ^1H dan ^{13}C NMR diukur dengan menggunakan spektrofotometer Jeol JNM A-5000 yang bekerja pada 500,0 MHz (^1H) dan 125 MHz (^{13}C) menggunakan TMS sebagai standar internal. Putaran optik diukur dengan Perkin Elmer 341. Kromatografi cair vakum (KCV) dilakukan dengan menggunakan Si-gel Merk (230-400 mesh) dan analisis kromatografi lapis tipis (KLT) pada plat aluminium berlapis si-gel Merk Kieselgel 60 F₂₅₄ 0,25 mm.

Pengumpulan bahan tumbuhan : Kayu batang *V. umbonata* yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan pada bulan Oktober 2000 dari Kebun Percobaan Kaliurang, Yogyakarta. Specimen tumbuhan ini diidentifikasi oleh Herbarium Bogorienses, Kebun Raya Bogor, Bogor.

Ekstraksi dan isolasi : Kayu batang yang telah dikeringkan dan digiling (10 Kg) diekstraksi menggunakan pelarut metanol (3 x 15 L) selama 24 jam. Ekstrak yang diperoleh dikumpulkan dan dipekatkan, selanjutnya dipartisi berturut-turut dengan *n*-heksan (3 x 500 ml), metilen klorida (3 x 500 ml) dan etil asetat (3 x 1000 ml). Sebagian fraksi etil asetat (60 gr) difraksinasi dengan kromatografi cair vakum menggunakan eluen *n*-heksan – etil asetat dengan gradien kepolaran yang ditingkatkan, sehingga diperoleh 20

fraksi. Fraksi yang memberikan Rf yang sama pada KLT dikumpulkan. Fraksi 1-5 (7,9 g) difraksinasi lebih lanjut, dipisahkan, dan dimurnikan lebih lanjut, sehingga diperoleh **ϵ -viniferin (3)** (500 mg), berupa padatan amorf putih kehijauan, titik leleh 189 -192 °C, dan putaran optik $[\alpha]_D^{25} - 42^\circ$ (c : 0,1 dalam MeOH). Fraksi 6-8 (EtOAc : *n*-heksan : 60 : 30) sebanyak 6 gram dimurnikan lebih lanjut dengan berbagai metode kromatografi seperti kolom vakum, tekan, gravitasi dan sentrifugal, sehingga diperoleh **(-)-ampelopsin F (1)** (32 mg), berbentuk padatan putih, titik leleh 218 – 220 °C, dan putaran optik $[\alpha]_D^{25} - 14^\circ$ (c : 0,1 dalam MeOH). Fraksi utama keempat (27-30, 10 g) difraksinasi dan dimurnikan lebih lanjut, sehingga diperoleh **laevifonol (2)** (55 mg) berbentuk padatan putih, titik leleh 245 °C, dan memiliki putaran optik $[\alpha]_D^{25} - 154^\circ$ (c : 0,1 dalam MeOH).



Gambar 1. Struktur (-)-ampelopsin F (1), Laevifonol (2), dan (-)- ϵ -viniferin (3)

Data Hasil Percobaan

(-)-Ampelopsin F (1) berupa padatan putih kekuningan, titik leleh 218 -220 °C, dan memiliki putaran optik $[\alpha]_D^{25} - 14^\circ$ (c : 0,1 dalam MeOH). Spektrum UV (MeOH) λ_{maks} (log ϵ) 205 (6,04), 230 (bahu) (5,53), 281 (5,38) nm, (MeOH + NaOH) λ_{maks} tidak terjadi pergeseran panjang gelombang. Spektrum IR (KBr) ν_{maks} 3351, 1611, 1511, 1459, 1238, 1173, 836 cm^{-1} . Spektrum ^1H NMR (aseton- d_6 , 500,0 MHz) δ 8,10 (s, OH-4a), 8,03 (s, OH-4b), 8,01 (s, OH-13b), 7,96 (s, OH-13a), 7,87 (s, OH-11a), 7,42 (s, OH-11b), 7,10 (2H, d, $J = 8,3$ Hz, H-2a,6a), 6,79 (2H, d, $J = 8,6$ Hz, H-2b,6b), 6,78 (2H, d, $J = 8,3$ Hz, H-3a,5a), 6,58 (2H, d, $J = 8,6$ Hz, H-3b,5b), 6,56 (1H, d, $J = 2,0$ Hz, H-14a), 6,52 (1H, d, $J = 2,4$ Hz, H-14b), 6,16 (1H, d, $J = 2,4$ Hz, H-12b), 6,07 (1H, d, $J = 2,0$ Hz, H-12a), 4,20 (1H, br s, H-7a), 3,65 (1H, br s, H-7b), 4,13 (1H, br s, H-8b), 3,36 (1H, br s, H-8a). Spektrum ^{13}C NMR (aseton- d_6 125,0 MHz) δ 158,61 (C-13a), 157,83 (C-11b), 156,22 (C-4b), 156,17 (C-4a), 153,15 (C-11a), 147,6 (C-9b), 147,3 (C-9a), 138,40 (C-1a), 135,42 (C-

1b), 129,89 (C-2a,6a), 129,23 (C-2b,6b), 127,82 (C-10a), 115,62 (C-3a,5a), 115,51 (C-3b,5b), 113,40 (C-10b), 105,69 (C-14b), 104,20 (C-14a), 101, 91 (C-12a dan C-12b), 58,19 (C-8a), 50,45 (C-7b), 49,70 (C-8b), 47,14 (C-7a).

Laevifonol (2) berupa serbuk berwarna putih mengkilat, titik leleh 245 °C (terurai), memiliki putaran optik $[\alpha]_D^{25} - 154^\circ$ (c : 0,1 dalam MeOH). Spektrum UV (MeOH) λ_{maks} (log ϵ) 203 (5,77), 230 (bahu) (5,46), 285 (4,68) nm, (MeOH + NaOH) λ_{maks} tidak terjadi pergeseran panjang gelombang. Spektrum IR (KBr) ν_{maks} 3401, 1787, 1614, 1517, 1453, 1338, 1257, 1160, 1019, 835 cm^{-1} .

(-)- ϵ -Viniferin (3) berbentuk padatan amorf putih kehijauan, titik leleh 189-192 °C, dan memiliki putaran optik $[\alpha]_D - 42^\circ$ (c : 0,1 dalam MeOH). Spektrum UV (MeOH) λ_{maks} (log ϵ) 203 (5,62), 226 (bahu) (5,44), 323 (5,22) nm, (MeOH + NaOH) λ_{maks} (log ϵ) 207 (6,11), 245 (bahu) (5,62), 342 (5,49) nm. Spektrum IR (KBr) ν_{maks} 3307, 1605, 1513, 1447, 1241, 1171, 1122, 1001, 832 cm^{-1} . Spektrum ^1H NMR (aseton- d_6 , 500,0 MHz) δ 7,15 (2H, *d*, *J* = 8,5 Hz, H-2b,6b), 7,04 (2H, *d*, *J* = 8,5 Hz, H-2a,6a), 6,83 (1H, *d*, *J* = 16,3 Hz, H-7b), 6,77 (2H, *d*, *J* = 8,5 Hz, 3a,5a), 6,65 (2H, *d*, *J* = 8,5 Hz, H-3b,5b), 6,64 (1H, *d*, *J* = 2,1 Hz, H-14b), 6,58 (1H, *d*, *J* = 16,3 Hz, H-8b), 6,26 (1H, *d*, *J* = 2,1 Hz, H-12b), 6,18 (1H, *d*, *J* = 2,1), 6,17 (1H, *d*, *J* = 2,1 Hz, H-14a), 5,38 (1H, *d*, *J* = 6,6 Hz, H-7a), 4,35 (1H, *d*, *J* = 6,6 Hz, H-8a). Spektrum ^{13}C NMR (aseton- d_6 125,0 MHz) δ 162,7 (C-11b), 159,9 (C-13a), 159,5 (C-13b), 158,4 (C-4b), 147,3 (C-9a), 136,9 (C-9b), 133,8 (C-1a), 130,4 (C-8b), 130,3 (C-1b), 128,7 (C-2b,6b), 128,4 (C-2a,6a), 123,7 (C-7b), 120,1 (C-10b), 116,3 (C-3b,5b), 115,8 (C-3a,5a), 107,4 (C-10a), 107,2 (C-14a), 104,4 (C-14b), 102,2 (C-12a), 96,8 (C-12b), 94,8 (C-7a), 58,2 (C-8a).

Evaluasi biologi : Pada pengujian toksisitas menggunakan nauplii udang *Artemia salina* , sesuai dengan cara yang diuraikan oleh Meyer (1982) (-)-ampelopsin F (1), laevifonol (2), dan (-)- ϵ -viniferin (3) tidak bersifat toksik, demikian juga uji aktivitas sebagai antimitotik menggunakan enzim *cdk* (*cyclin-dependent kinase*) menunjukkan sifat tidak aktif.

Pembahasan

Dari ekstrak etil asetat kayu batang *V. umbonata* telah ditemukan tiga dimer stilbenoid, yaitu (-)-ampelopsin F (**1**), laevifonol (**2**), dan (-)- ϵ -viniferin (**3**) melalui beberapa tahap fraksinasi, diikuti oleh pemilihan fraksi berdasarkan analisis kromatografi lapis tipis (KLT). Penetapan struktur laevifonol (**2**) dilakukan dengan membandingkan data spektrum UV, IR, t.l., putaran optik, dan KLT dengan senyawa standar. Yang menjadi pokok pembahasan dalam makalah ini adalah penentuan struktur (-)-ampelopsin F (**1**).

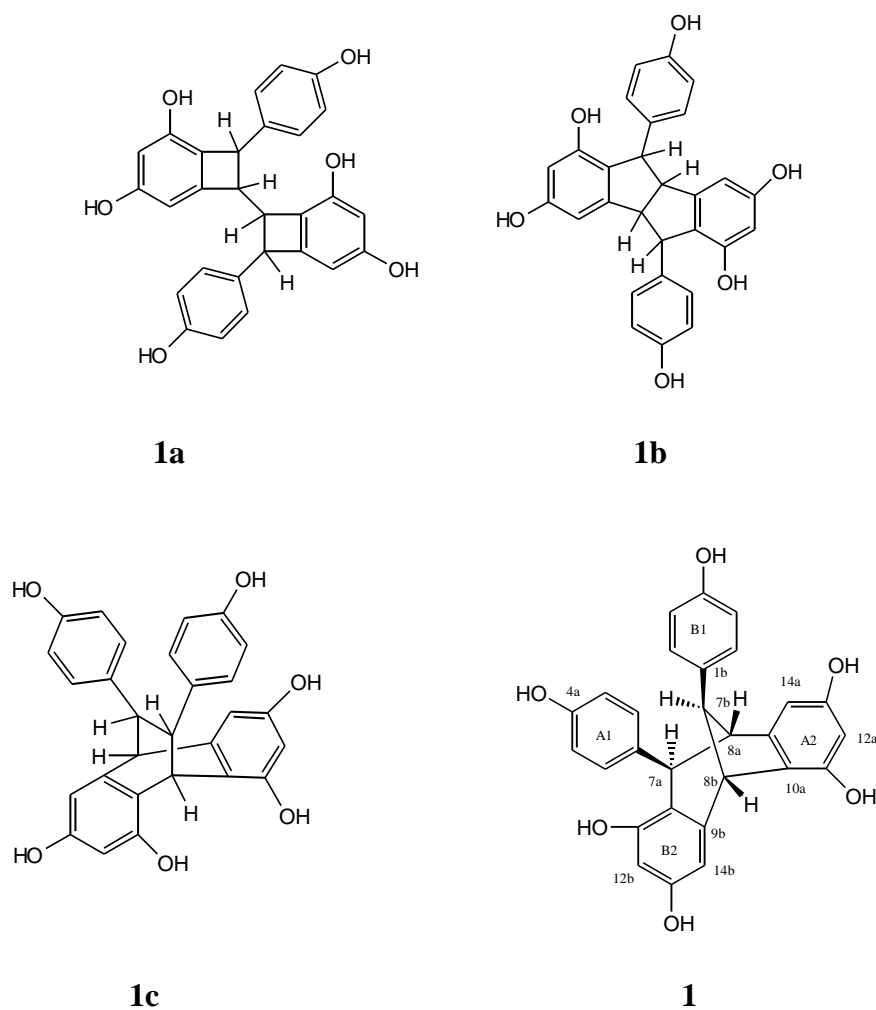
(-)-Ampelopsin F (**1**) diperoleh sebagai padatan yang berwarna putih kekuningan, meleleh pada 218 -220 °C (terurai). Spektrum UV senyawa **1** memperlihatkan λ_{maks} pada 205, 230 (bahu), 281 nm, yang sesuai dengan adanya kromofor fenol. Spektrum IR senyawa **1** memperlihatkan adanya gugus hidroksi (3351 cm^{-1}), adanya gugus C=C aromatik (1611-1459 cm^{-1}), dan adanya gugus 1,4-disubstitusibenzena (836 cm^{-1}). Spektrum ^{13}C NMR senyawa **1** (Tabel 1) menunjukkan adanya 24 sinyal yang sesuai dengan 28 karbon, yang terdiri atas 24 karbon sp^2 dan 4 karbon sp^3 . Data spektrum NMR (Tabel 1) menunjukkan bahwa senyawa **1** memiliki rumus molekul $\text{C}_{28}\text{H}_{22}\text{O}_6$. Dari data tersebut dapat disarankan bahwa senyawa **1** adalah dimer stilbenoid yang tidak memiliki kerangka stilben. Selanjutnya rincian mengenai unit-unit struktur yang terdapat dalam senyawa **1** diperoleh dari analisis spektrum ^1H NMR dan spektrum korelasi 2-dimensi ^1H - ^1H COSY.

Spektrum ^1H -NMR senyawa **1** (Tabel 1) memperlihatkan sederetan sinyal aromatik yang sesuai dengan dua unit 4-hidroksifenil [δ 7,10 (*d*), 6,79 (*d*), 6,78 (*d*), 6,58 (*d*), masing-masing 2H], dua unit cincin 1,2-tersubstitusi-3,5-dihidroksifenil [δ 6,56 (*d*), 6,52 (*d*), 6,16 (*d*), dan 6,07 (*d*), masing-masing 1H]. Selain itu spektrum ^1H NMR juga memperlihatkan sinyal proton alifatik [δ 4,20 (*br s*), 3,65 (*br s*), 4,13 (*br s*), 3,36 (*br s*), masing-masing 1H], yang masing-masing menunjukkan korelasi ^1H - ^1H COSY membentuk sistem spin -CH-CH-CH-CH-. Dari analisis spektrum ^1H NMR tersebut dapat dirumuskan 4 macam struktur planar senyawa **1**. Dari keempat struktur alternatif tersebut, struktur **1** yang disebut (-)-ampelopsin F merupakan struktur alternatif yang paling sesuai dengan data spektrum 2-dimensi HMQC dan HMBC.

Tabel 1 Data spektrum NMR senyawa **1** *

No	δ_H (m, J Hz)	δ_C	HMBC H→C
1a	-	138,40	
2a,6a	7,10 (<i>d</i> , 8,3)	129,89	C-7a; C-2a,6a; C-4a
3a,5a	6,78 (<i>d</i> , 8,3)	115,62	C-1a; C-4a
4a	-	156,17	
7a	4,20 (<i>br s</i>)	47,14	C-7b; C-8a; C-10b; C-2a,6a; C-1a; C-9b; C-11b
8a	3,36 (<i>br s</i>)	58,19	C-7a; C-8b; C-14a; C-10b; C-10a; C-1b; C-1a; C-9a
9a	-	147,30	
10a	-	127,82	
11a	-	153,15	
12a	6,07 (<i>d</i> , 2,0)	101,91	C-14a; C- 10a; C-11a; C-13a
13a	-	158,61	
14a	6,56 (<i>d</i> , 2,0)	104,20	C-8a; C-12a; C-10a; C-13a
1b	-	135,42	
2b,6b	6,79 (<i>d</i> , 8,6)	129,23	C-7b
3b,5b	6,58 (<i>d</i> , 8,6)	115,51	C-1b; C-4b
4b	-	156,22	
7b	3,65 (<i>br s</i>)	50,45	C-7a; C-8b; C-8a; C-10a; C-2b,6b; C-1b; C-9a
8b	4,13 (<i>br s</i>)	49,70	C-7b; C-8a; C-14b; C-10a; C-1b; C-9b
9b	-	147,60	
10 b	-	113,40	
11b	-	157,83	
12b	6,16 (<i>d</i> , 2,4)	101,91	C-14b; C10b; C-13b;
13b	-	157,17	
14b	6,52 (<i>d</i> , 2,4)	105,69	C-8b; C-12b; C-10b; C-13b
OH-11b	7,42 (<i>s</i>)		C-12b; C-10b; C-11b
OH- 11a	7,87 (<i>s</i>)		C-12a; C-10a; C-11a
OH- 13a	7,96 (<i>s</i>)		C-12a; C-13a
OH- 13b	8,01 (<i>s</i>)		C-13b
OH- 4b	8,03 (<i>s</i>)		C-3b,5b; C-4b
OH- 4a	8,10 (<i>s</i>)		C-3a,5a; C-4a

* diukur dalam aseton- d_6 500 MHz (1H) dan 125 MHz (^{13}C)

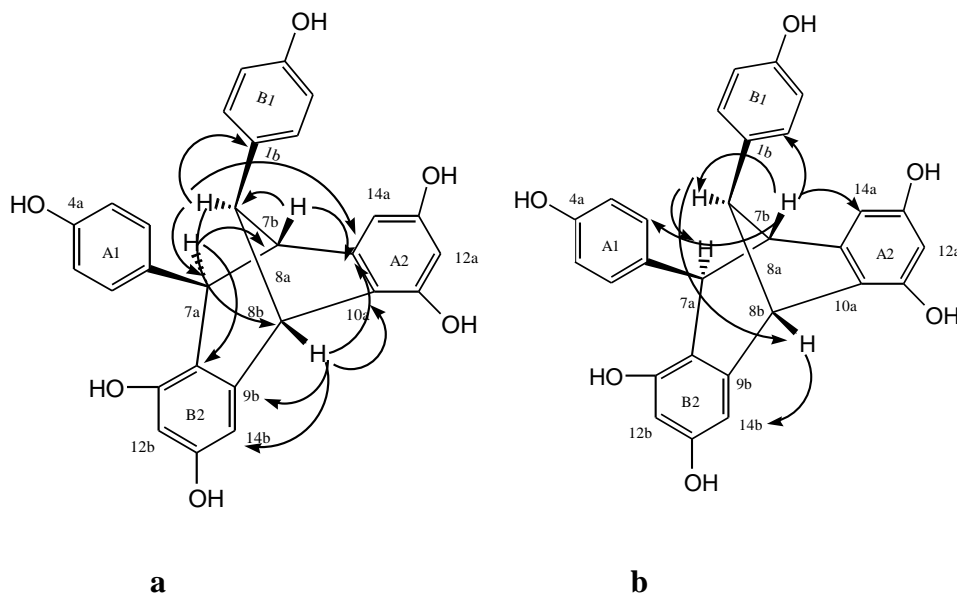


Gambar 2. Beberapa struktur alternatif (-)-ampelopsin F (**1**)

Spektrum HMQC senyawa **1** digunakan untuk menetapkan sinyal-sinyal karbon yang mengandung hidrogen. Hasil penetapan tersebut dinyatakan oleh data NMR seperti tercantum pada Tabel 1. Selain itu, spektrum HMQC juga memungkinkan penetapan sinyal proton dari gugus hidroksi. Hasil analisis spektrum HMQC memperlihatkan adanya 6 gugus hidroksi pada δ 8,10 (1H), 8,03 (1H), 8,01 (1H), 7,96 (1H), 7,87 (1H), dan 7,42 (1H), masing-masing sebagai singlet yang melebar. Selanjutnya hubungan antar unit struktur sebagaimana diperlihatkan oleh struktur **1** ditentukan oleh korelasi C-H jarak jauh pada spektrum HMBC. Korelasi HMBC senyawa **1** (Gambar 1a) memperlihatkan beberapa korelasi jarak jauh proton dan karbon antara H-7a/C-8a, H-7a/C-10b, H-8a/C-7b, H-8a/C-9a, H-8b/C-9a, H-8b/C-10a, H-8b/C-9b membuktikan bahwa cincin A2 dan B2 dihubungkan oleh C-7a, C-8a, dan C-8b. Disamping itu adanya korelasi antara H-7b/C-8a, H-7b/C-9a, H-7b/C-10a, H-7b/C-7a, H-7b/C-8b membuktikan bahwa C-7b membentuk

cincin bisiklo antara C-8a dan C-8b. Dengan demikian, korelasi-korelasi yang diperlihatkan oleh spektrum HMQC dan HMBC mengukuhkan struktur **1** untuk (-)-ampelopsin F. Selanjutnya, stereokimia relatif pada karbon alifatik ditetapkan berdasarkan spektrum NOESY.

Spektrum NOESY senyawa **1** (Gambar 1b) memperlihatkan beberapa interaksi proton antara H-8a/H-2a, H-8b/H-2b menunjukkan bahwa proton 7a dengan 8a adalah *trans* dan proton 7b dengan 8b adalah *trans*. Sedangkan interaksi antara H-7b/H-8a, H-7b/H-7a, H-7b/H-8a mendukung kesimpulan bahwa C-7b membentuk cincin bisiklo antara C-8a dan C-8b, dengan demikian (-)-ampelopsin F memiliki stereokimia relatif sesuai dengan struktur **1**. Data putaran optik senyawa **1** dalam MeOH menunjukkan $[\alpha]_D^{25} - 14^\circ$, yang berlawanan dengan harga putaran optik (+)-ampelopsin F (Oshima, 1993).

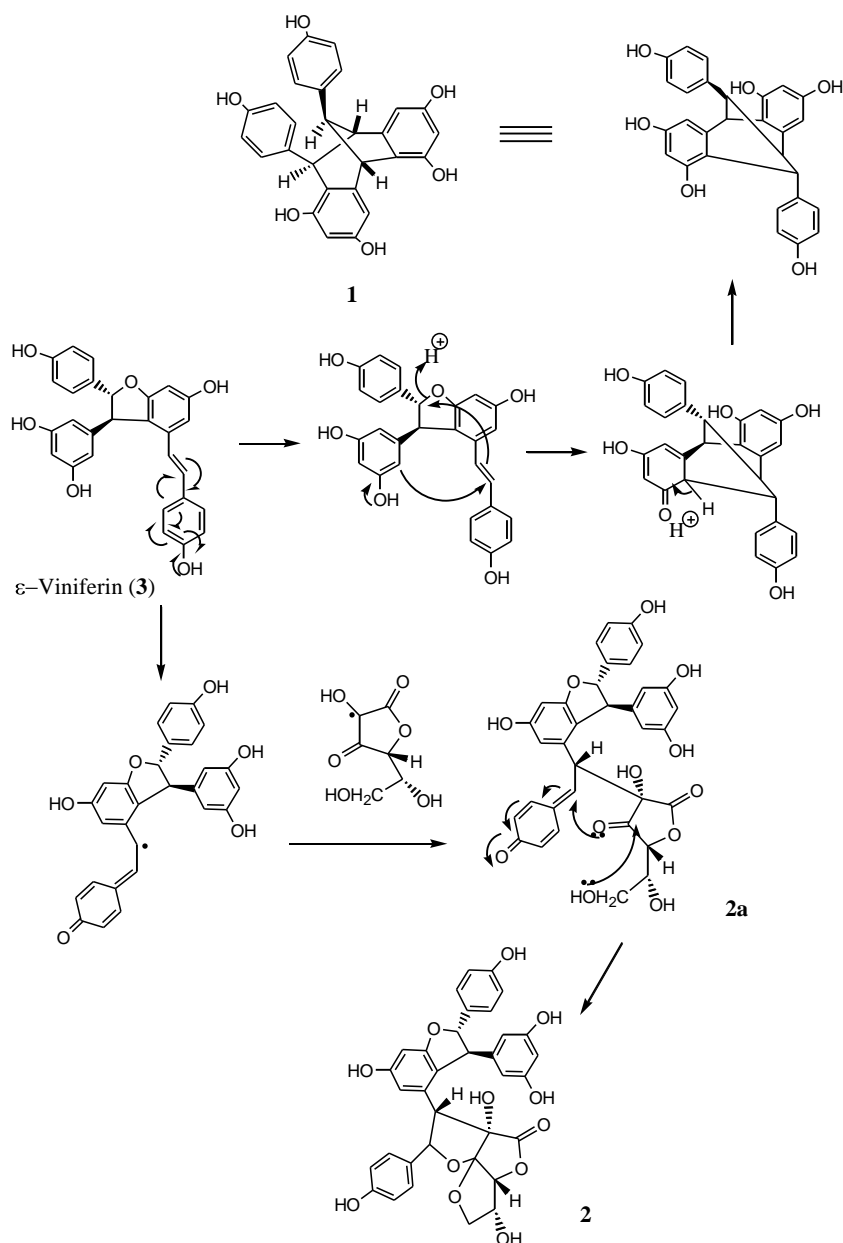


Gambar 2. Beberapa korelasi HMBC (H→C) (a) dan interaksi ^1H - ^1H NOE (b) senyawa **1** yang penting

Bukti selanjutnya mengenai struktur senyawa **1** adalah (-)-ampelopsin F diperoleh dari perbandingan data ^1H dan ^{13}C (-)-ampelopsin F yang dilaporkan dari literatur (Oshima, 1993; Luo, 2001). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa senyawa **1** adalah (-)-ampelopsin F, yang merupakan stereoisomer dari (+)-ampelopsin F yang ditemukan pada *Ampelopsis brevipedunculata* memiliki data ^1H dan ^{13}C yang identik, namun memiliki putaran optik yang berbeda.

Hubungan Biogenesis (-)-Ampelopsin F (1), Laevifonol (2), dan ϵ -Viniferin (3)

Secara biogenesis ketiga dimer stilbenoid yang ditemukan pada penelitian ini berasal dari dua unit resveratrol yang berkondensasi melalui reaksi kopling oksidatif fenol. Penggabungan dua unit resveratrol membentuk dimer ϵ -viniferin (3), yang mengalami reaksi lebih lanjut membentuk (-)-ampelopsin F (1) dan laevifonol (2). Hubungan biogenesis ketiga senyawa tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan biogenesis (-)-ampelopsin F (1), laevifonol (2), dan ϵ -viniferin (3)

Kesimpulan

Dari fraksi etil asetat kulit batang *V. umbonata* telah diperoleh (-)-ampelopsin F (1), laevifonol (2), dan (-)- ϵ -viniferin (3), yang ketiganya merupakan dimer stilbenoid. Ketiga senyawa tersebut bersifat tidak toksik terhadap nauplii *Artemia salina* Leach dan tidak aktif terhadap uji antimitotik menggunakan enzim *cdk* (*cyclin dependent kinase*).

Ucapan terimakasih

Terima kasih disampaikan kepada Staf Kebun Percobaan Kaliurang, Yogyakarta dan Staf Herbarium Bogorienses, yang telah membantu penyediaan dan identifikasi sampel.

Daftar Pustaka

1. Cronquist A. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants* (1981), New York : Columbia In Press.
2. Newman M.F, (1999), *Pedoman Identifikasi Pohon-Pohon Dipterocarpaceae*. Bogor : Prosea Indonesia.
3. Dai, J.R., Y.F Hallock., J.H. Cardellina , M.R. Boyd, (1998), HIV-Inhibitory and Cytotoxic Oligostilbenoids Isolated from The Leaves of *Hopea malibato*, *J. Nat. Prod.* 61, 351-353.
4. Eun-Kyoung S., H. Chai ,H.L. Constant, V.R. Santisuk, R. Vichai, W.W. Christopher , N.R. Farnsworth , G.A. Cordell, J.M. Pezzuto, A.D. Kinghron, (1999), Resveratrol Tetramer from *Vatica diospyroides*, *J. Org. Chem.* , 64, 6976-6983.
5. Ito, T, T. Tanaka, Y. Ido; K. Nakaya, M. Linuma, S. Riswan, (2000), Stilbenoids Isolated from Stem bark of *Shorea hemsleyana*, *J. Chem. Pharm. Bull.* 48 (7), 1001-1005.
6. Oshima Y., M. Ohyama, Kanihiko, Hisamichi, M. Rakeshita, (1993), Ampelopsin F and G, novel bringed plant oligostilbenes from *Ampelopsis brevipedunculata* Var *hancei* Roots (Vitaceae), *Tetrahedron*, **49** (26), 5801 - 5804
7. Atun S., S. A. Achmad, E. H. Hakim, Y. M. Syah, K. Takeya, L.D. Juliawaty, (2002), Beberapa dimer dan tetramer stilbenoid dari kulit batang *Vatica pauciflora* Blume (Dipterocarpaceae), *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, Bandung, hal. 24-35

8. Tanaka T., T. Ito, Y. Ido, T.K. Son, K. Nakaya, M. Linuma, M. Ohyama, V. Chelladurai, (2000^a), Stilbenoids in The Stem bark of *Hopea parviflora*, *Phytochemistry* . 53 , 1015 –1019.
9. Tanaka T, T. Ito, K. Nakaya, M. Linuma, S.Riswan, (2000^b), Oligostilbenoids in The Stem bark of *Vatica rassak*, *Phytochemistry* .54, 63-69.
10. Ohyama M, T. Tanaka, M. Linuma, C.l. Burandt, (1998), Phenolic Compounds Isolated from The Roots of *Sophora stenophylla* , *Chem. Pharm. Bull.* 46 (4), 663-668.
11. Sotheeswaran S. Dan V. Pasupathy, (1993), Distribution of Resveratrol Oligomers in Plants, *Phytochemistry*. 32,5, 1083-1092
12. Meyer, N., Ferrigi, N.R.Putnam, J.E, Jacobsen, D.E.,Nichols, D.E, Mc Laughlin, J.L. (1982), Brine shrimp : A convenient general bioassay for active plant constituents, *Planta Med.* 45, 31.
13. Sri Atun, Achmad S.A, Hakim E.H, Syah Y.M, Koichi Takeya, Lukman Makmur, Didin Mujahidin, Lia Dewi J., (2001), Trimer Oligostilbenoid From Indonesian *Vatica pauciflora* Blume (Dipterocarpaceae), *Proceeding Third International Seminar on Tropical Rainforest Plant and Their Utilization For Development*, Padang 23-24 Oktober 2001 (*inpress*).
14. Luo H. F., Li-Ping Zhang, Chang- Qi Hu, (2001), Five novel oligostilbenes from the roots of *Caragana sinica*, *Tetrahedron*, 57, 4849 - 4854