

TRITERPENOID LUPAN DARI KULIT BATANG *SONNERATIA ALBA* (LYTHRACEAE)

Harizon¹, Pujiastuti, B.,² Kurnia, D.,² Sumiarsa, D.,² dan Shiono, Y³.

¹ Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jambi

² Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran

³ Faculty of Agriculture, Yamagata University, 1-23 Wakabamachi, Tsuruoka 997-8555, Japan

E-mail: harizon16@yahoo.com

ABSTRAK

Dua senyawa triterpenoid lupan, lupan-3 β -ol (1) dan lupeol (2) telah diisolasi dari kulit batang *Sonneratia alba* (Lythraceae). Struktur kimia kedua senyawa tersebut telah diidentifikasi berdasarkan data spektroskopi dan perbandingan data spektra yang diperoleh dari literatur. Senyawa 1 dan 2 menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri Gram positif *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus mutans* dengan nilai MIC berturut-turut 94,1; 120; 35,2 dan 22,6 mg/mL.

Kata kunci: Antibakteri, lupan-3 β -ol, lupeol, *Sonneratia alba*, Lythraceae.

ABSTRACT

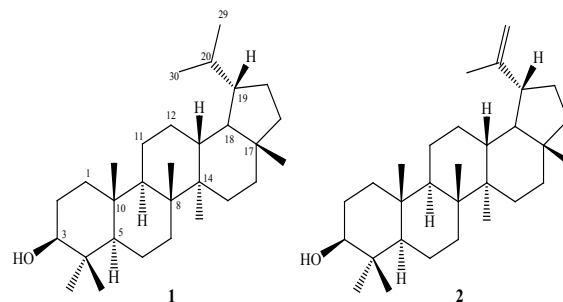
Two lupan triterpenoid compounds, lupan-3 β -ol (1) and lupeol (2) have been isolated from the bark of *Sonneratia alba* (Lythraceae). Chemical structure of both compounds were identified on the basis of spectroscopic data and comparison with those spectral data previously reported. Compound 1 and 2 exhibited antibacterial activity against Gram-positive bacteria, *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus mutans* with MIC values of 94.1; 120; 35.2 and 22.6mg/mL, respectively.

Key words: Antibacterial, lupan-3 β -ol, lupeol, *Sonneratia alba*, Lythraceae.

PENDAHULUAN

Tumbuhan mangrove adalah kelompok tumbuhan tinggi atau semak yang tumbuh di pesisir pantai daerah beriklim tropis dan subtropis (Tomlinson, 1994). Tumbuhan ini memiliki ciri morfologi yang khas dan dapat bertahan hidup pada lingkungan dengan kadar garam yang tinggi (Popp *et al.*, 1993; Hogarth, 1999). Beberapa tumbuhan mangrove telah digunakan sebagai tumbuhan obat dan ekstraknya memiliki aktivitas biologis terhadap manusia, binatang dan bakteri berbahaya tetapi penelitian terhadap kandungan metabolit sekunder yang bertanggung jawab terhadap aktivitas biologis tersebut masih terbatas (Bandaranayake, 1998; Laith *et al.*, 2012). Dalam penelitian berkelanjutan kami untuk mencari senyawa yang beraktivitas anti bakteri dari tumbuhan mangrove Indonesia, ekstrak *n*-heksana dan etil asetat dari kulit batang *Sonneratia alba* (Lythraceae) menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 and *Streptococcus mutans* ATCC 25175 dengan zona hambat berturut-turut 13, 9, dan 16, 18 mm.

Sonneratia alba adalah salah satu tanaman mangrove dalam famili Lythraceae, dikenal luas di pesisir pantai Indonesia dengan nama Pidara Putih dan terdistribusikan secara luas di daerah pesisir Asia Tenggara dan Samudera Hindia (Azuma *et al.*, 2002). Tanaman ini telah digunakan secara tradisional di masyarakat pesisir Indonesia untuk pengobatan luka, diare, dan demam (Noor *et al.*, 2006). Penyelidikan fitokimia sebelumnya pada tanaman genus *Sonneratia* telah dilaporkan adanya senyawa triterpenoid (Chaiyadej *et al.*, 2004; Minqing *et al.*, 2009), steroid (Priya *et al.*, 2012), asam lemak (Oku *et al.*, 2003), lipid (Chaiyadej *et al.*, 2004), flavonoid (Minqing *et al.*, 2009) dan bifenil (Priya *et al.*, 2012), serta menunjukkan aktivitas biologis beragam, seperti antibakteri, anti-inflamasi, dan efek insektisidal. Adanya asam 2-kromenkarboksilat juga telah dilaporkan dari jamur endofit, *Altenaria sp.* dari daun *S. alba* (Kjer *et al.*, 2009). Meskipun metabolit sekunder dari spesies *Sonneratia* telah dilaporkan sebelumnya, tetapi senyawa antibakteri dari kulit batang *S. alba* belum dilaporkan. Pada komunikasi ini, kami akan melaporkan isolasi, identifikasi struktur kimia senyawa lupan-3 β -ol dan lupeol dari kulit batang *S. alba* yang beraktivitas antibakteri terhadap bakteri Gram-positif *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus mutans*.



BAHAN DAN METODE

Umum. Titik leleh diukur dengan peralatan titik leleh Fisher-John (tidak terkoreksi). Spektra IR diperoleh dari spektrum-100 FT-IR Perkin-Elmer pada KBr. Spektra ¹H- dan ¹³C-NMR diperoleh dengan spektrometer JEOL JNM A-500 menggunakan TMS sebagai internal standar. Spektra MS diperoleh dengan peralatan spektrometer massa JEOL JMS-700 dan a SynaptG2. Pemisahan kromatografi dilakukan pada silika gel G60, silika gel (70-230 dan 200-400 mesh, Merck). KLT plat diisi dengan silika gel GF₂₅₄ (Merck, 0,25 mm) dan deteksi di lakukan dengan penampak noda 10% H₂SO₄ dalam etanol diikuti dengan pemanasan.

Bahan tanaman. Kulit batang *Sonneratia alba* diperoleh dari kawasan hutan mangrove, pantai Bojonegoro, Propinsi Jawa Timur, Indonesia pada bulan Juli 2010 dan telah diidentifikasi oleh Drs. Joko Kusmoro (Laboratorium Taksonomi Tumbuhan, Jurusan Biologi, Universitas Padjadjaran), contoh spesimen (No. 011/HB-04/2010) tersimpan di Herbarium Jurusan Biologi, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Indonesia.

Ekstraksi dan Isolasi. Serbuk kering kulit batang *S. alba* (5,2 Kg) diekstraksi berturut-turut dengan *n*-heksana, etil asetat dan metanol pada temperatur kamar. Setelah penguapan pelarut pada tekanan rendah dihasilkan berturut-turut ekstrak *n*-heksana (26,3 g), etil asetat (78,5 g) dan metanol (271,3 g). Sebagian dari ekstrak *n*-heksana (25 g) dipisahkan dengan kromatografi cair vakum (KCV) dengan eluen *n*-heksana-etil asetat, yang meningkat kepolarannya sehingga dihasilkan 5 fraksi utama (A-E), digabungkan berdasarkan analisis KLT. Selanjutnya fraksi B (3,7 g) dipisahkan dengan kromatografi kolom pada silika gel (70-230 mesh) dengan eluen *n*-heksana-aseton (9:1) sehingga dihasilkan 10 fraksi utama (B01-B10), digabungkan berdasarkan analisis KLT. Fraksi B5 (67 mg) dipisahkan dengan kromatografi kolom pada silika gel (230-400 mesh) dengan eluen *n*-heksana:aseton (9:1) dihasilkan padatan yang direkristalisasi lebih lanjut dengan benzena-metanol dihasilkan senyawa **1** (45 mg). Sebagian dari ekstrak etil asetat (60 g) dipisahkan dengan kromatografi cair vakum (KCV) dengan eluen *n*-heksana-etil asetat-metanol, yang meningkat kepolarannya sehingga dihasilkan 8 fraksi utama (F-M), digabungkan berdasarkan analisis KLT. Selanjutnya fraksi H (7,8 g) dipisahkan dengan kromatografi kolom pada silika gel (70-230 mesh) dengan eluen *n*-heksana-etil asetat (8:2) sehingga dihasilkan 5 fraksi utama (H01-B05), digabungkan berdasarkan analisis KLT. Fraksi H03 (76 mg) dipisahkan dengan kromatografi kolom pada silika gel (230-400 mesh) dengan eluen *n*-heksana:kloroform (4:1) dihasilkan padatan yang direkristalisasi lebih lanjut dengan *n*-heksana-etil asetat dihasilkan senyawa **2** (20 mg).

Uji antibakteri: Penentuan Konsentrasi Hambatan Minimum (MIC): Konsentrasi penghambatan inimum (MIC) ditentukan dengan teknik uji dilusi mikro air daging dalam 96 lubang plate mikro-titer. Kultur air daging disimpan semalam dengan masing-masing organisme uji (10 uL) ditambahkan pada masing-masing lubang pada konsentrasi mengecil dimulai 1000-75 $\mu\text{g/L}$. Plat diinkubasi selama 24 jam pada temperatur $35 \pm 1^\circ\text{C}$ dan 1% larutan klorheksidin digunakan sebagai indikator pertumbuhan mikroba. Nilai MIC ditentukan pada konsentrasi terendah dari senyawa yang menghambat pertumbuhan organisme uji (Adegboye *et al.*, 2008; Eloff, 1998).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lupan-3b-ol (1), diperoleh berupa kristal putih; titik leleh $216-217^\circ\text{C}$; IR (KBr) ν_{maks} 3419, 2939, 2858, 1564, 1382 dan 1080 cm^{-1} . ^1H - dan ^{13}C -NMR (CDCl_3 ,

500 MHz untuk ^1H - dan 125 MHz untuk ^{13}C -NMR): lihat Tabel 1. HR-ESI-TOFMS: m/z 429,2576 $[\text{M}+\text{H}]^+$, perhitungan untuk $\text{C}_{30}\text{H}_{52}\text{O}$, m/z 428,2558.

Lupeol (2), diperoleh berupa kristal putih; IR (KBr) ν_{maks} 3339, 2944, 1639, 1456, 1380 dan 1040 cm^{-1} . ^1H - dan ^{13}C -NMR (CDCl_3 , 500 MHz untuk ^1H - dan 125 MHz untuk ^{13}C -NMR): lihat Tabel 1. HR-ESI-TOFMS: m/z 427,6753 $[\text{M}+\text{Na}]^+$, perhitungan untuk $\text{C}_{30}\text{H}_{50}\text{O}$, m/z 426,5652.

Senyawa **1** diperoleh berupa kristal putih dengan rekristalisasi dari benzena-metanol. Rumus molekul senyawa **1** ditetapkan sebagai $\text{C}_{30}\text{H}_{52}\text{O}$ berdasarkan spektrum HR-ESI-TOFMS (m/z 429,2576 $[\text{M}+\text{H}]^+$) bersama dengan data NMR (Tabel 1), dengan demikian senyawa **1** memiliki 5 derajat ketidakjenuhan. Senyawa **1** tidak berbendar di bawah sinar UV pada λ 254 dan 367 nm, menunjukkan bahwa senyawa **1** tidak memiliki ikatan rangkap terkonyugasi. Spektrum IR menunjukkan pita-pita serapan yang berasal dari gugus hidroksil (ν_{maks} 3419 cm^{-1}), alifatik jenuh (ν_{maks} 2939 dan 2858 cm^{-1}), gugus *gem*-dimetil (ν_{maks} 1564 dan 1382 cm^{-1}) dan eter (ν_{maks} 1060 cm^{-1}). Spektrum ^1H NMR menunjukkan adanya delapan gugus metil, enam beresonansi pada δ_{H} 0,75; 0,82; 1,02; 1,52; 1,56 dan 1,67 (masing-masing singlet, 3H) sebagai metil tersier dan dua metil pada δ_{H} 0,96 (3H, d, $J=6,7\text{ Hz}$, H_3-29) dan δ_{H} 0,97 (3H, d, $J=7,2\text{ Hz}$, H_3-30) sebagai metil sekunder, proton metin teroksigenasi pada δ_{H} 3,16 (1H, dd, $J=5,0; 11,5\text{ Hz}$), dan proton yang khas untuk H_{19} -b pada δ_{H} 2,96 (1H, dd, $J=3,5; 10,5\text{ Hz}$). Resonansi dari total 30 karbon sinyal diamati pada spektrum ^{13}C NMR. Sinyal-sinyal tersebut diperinci dengan percobaan *Distortionless Enhancement by Polarization Transfer* (DEPT) sebagai satu karbon metin teroksigenasi pada δ_{C} 79,7, enam metil tersier, dua metil sekunder, sepuluh metilen sp^3 , tujuh metin sp^3 dan lima karbon kuaterner sp^3 . Fungsionalitas tersebut dihitung sebagai nol dari total lima derajat ketidakjenuhan, dengan demikian lima derajat ketidakjenuhan sesuai dengan kerangka triterpenoid pentasiklik lupan (Prakash dan Prakash, 2012). Perbandingan data NMR senyawa **1** dengan lupan-3 β -ol (Chen *et al.*, 2008), menunjukkan bahwa kedua senyawa tersebut memperlihatkan kesesuaian yang tinggi, dengan demikian senyawa **1** diidentifikasi sebagai lupan-3 β -ol. Stereokimia senyawa **1** ditetapkan sesuai dengan lupan-3 β -ol dan senyawa turunan triterpenoid lupan lainnya (Zhou *et al.*, 2013), berdasarkan kemiripan harga tetapan penjodohan (J) proton-proton pada spektrum ^1H NMR.

Senyawa **2** diperoleh berupa kristal jarum putih dari rekristalisasi dengan *n*-heksana-etil asetat. Rumus molekul senyawa **2** ditetapkan sebagai $\text{C}_{30}\text{H}_{50}\text{O}$ berdasarkan spektrum HR-ESI-TOFMS (m/z 427,6753, $[\text{M}+\text{H}]^+$) bersama dengan data NMR (Tabel 1), dengan demikian terdapat enam derajat ketidakjenuhan. Spektrum infra merah menunjukkan pita-pita serapan yang berasal dari gugus hidroksil (ν_{maks} 3420 cm^{-1}), alifatik (ν_{maks} 2839 cm^{-1}), ikatan rangkap terisolasi (ν_{maks} 1639 cm^{-1}), *gem*-dimetil (ν_{maks} 1435 dan 1386 cm^{-1}) dan eter (ν_{maks} 1040 cm^{-1}). Spektrum ^1H NMR menunjukkan adanya tujuh metil tersier pada δ_{H} 0,75; 0,78; 0,82; 0,94; 0,96; 1,03; dan

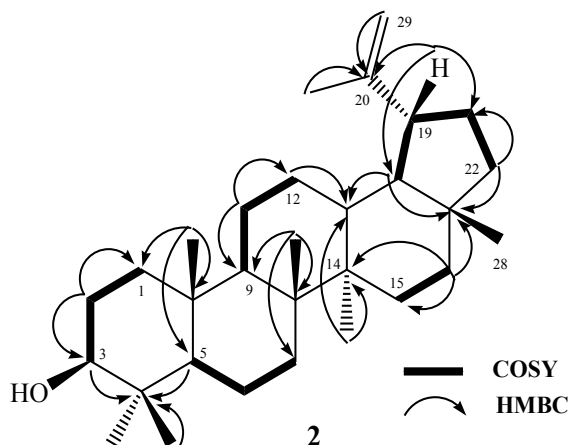
1,59 (masing-masing 3H, s), proton metin teroksigenasi pada δ_{H} 3,19 (1H, dd, $J=9,8$; 5,5 Hz), dua proton olifenik pada $[\delta_{\text{H}}$ 4,58 (1H, d, $J=7,8$ Hz) dan 4,60 (1H, d, $J=7,8$ Hz) dan proton khas untuk H_{19} -b pada δ_{H} 2,36 (1H, dt, $J=5,4$; 10,0 Hz). Spektrum ^{13}C NMR menunjukkan adanya 30 sinyal karbon yang diperinci dengan percobaan *Distortionless Enhancement by Polarization Transfer* (DEPT) dan *Hetero Nuclear Multiple Quantum Coherence* (HMQC) sebagai tujuh karbon metil pada δ_{C} 14,9; 15,2; 15,6; 16,1; 16,2; 19,5; dan 29,8, satu karbon metin teroksigenasi pada δ_{C} 78,9, dua karbon olifenik pada δ_{C} 110,6 dan 151,2, sepuluh karbon metilen sp^3 , lima karbon metin sp^3 , dan lima karbon kuartener sp^3 . Fungsionalitas tersebut dihitung sebagai satu dari total enam derajat ketidakjenuhan, lima derajat ketidakjenuhan

sesuai dengan kerangka triterpenoid pentasiklik lupan (Prakash dan Prakash, 2012). Untuk menentukan posisi gugus fungsi dan struktur parsial pada senyawa **4**, percobaan ^1H - ^1H *Correlated Spectroscopy* (^1H - ^1H COSY) dan *Hetero Nuclear Multiple Bond Coherence* (HMBC) dilakukan dan hasil interpretasi korelasi terpilih ditunjukkan pada Gambar 2. Pada spektra ^1H - ^1H COSY, korelasi dua ikatan (2J) antara proton-proton, H_1 - H_2 - H_3 , H_5 - H_6 - H_7 , H_9 - H_{11} - H_{12} , H_{15} - H_{16} , dan H_{18} - H_{19} memperkuat adanya kerangka triterpenoid lupan pada senyawa **2**. Pada spektra HMBC, korelasi yang tampak dari proton metil tersier terhadap karbon tetangganya dapat menjelaskan keberadaan tujuh metil tersier pada senyawa **2**. Proton teroksigenasi pada δ_{H} 3,19 berkorelasi dengan karbon C-2 (δ_{C} 28,1).

Tabel 1. Data NMR untuk senyawa **1** dan **2** dalam CDCl_3

Posisi C	1		2	
	δ_{C} ppm (Mult.)	δ_{H} ppm (Int.; Mult.; $J=\text{Hz}$)	δ_{C} ppm (Mult.)	δ_{H} ppm (Int.; Mult.; $J=\text{Hz}$)
1	38,8 (t)	2,38 (1H, dt, 4,6; 10,0) 2,41 (1H, dt, 4,2; 10,0)	39,7 (t)	1,25 (1H, m) 1,35 (1H, m)
2	28,1 (t)	1,61 (1H, m) 1,67 (1H, m)	28,2 (t)	1,49 (1H, m) 1,63 (1H, m)
3	79,7 (d)	3,16 (1H, dd, 5,0; 11,5)	79,8 (d)	3,20 (1H, dd, 5,5; 9,8)
4	38,8 (s)	-	38,8 (s)	-
5	55,4 (d)	1,70 (1H, m)	55,6 (d)	1,71 (1H, m)
6	19,2 (t)	1,43 (1H, m) 1,45 (1H, m)	19,4 (t)	1,41 (1H, m) 1,48 (1H, m)
7	34,3 (t)	1,34 (1H, m) 1,42 (1H, m)	34,8 (t)	1,40 (1H, m) 1,78 (1H, m)
8	41,0 (s)	-	42,0 (s)	-
9	48,9 (d)	1,07 (1H, m)	49,0 (d)	1,09 (1H, m)
10	37,8 (s)	-	38,9 (s)	-
11	25,3 (t)	1,40 (1H, m) 1,54 (1H, m)	25,3 (t)	1,42 (1H, m) 1,60 (1H, m)
12	28,1 (t)	1,41 (1H, m) 2,42 (1H, m)	28,1 (t)	1,43 (1H, m) 1,65 (1H, m)
13	39,0 (d)	1,75 (1H, dd, 3,5; 10,5)	39,0 (d)	1,80 (1H, dd, 3,7; 9,9)
14	42,8 (s)	-	43,8 (s)	-
15	30,5 (t)	1,21 (1H, m) 2,23 (1H, m)	30,5 (t)	1,25 (1H, m) 2,20 (1H, m)
16	34,3 (t)	1,37 (1H, m) 2,38 (1H, m)	34,3 (t)	1,35 (1H, m) 2,40 (1H, m)
17	42,9 (s)	-	43,9 (s)	-
18	48,5 (d)	0,96 (1H, m)	50,5 (d)	0,95 (1H, m)
19	45,0 (d)	2,96 (1H, dd, 3,5; 10,5)	50,0 (d)	2,36 (1H, dd, 5,4; 10,0)
20	27,3 (d)	1,60 (1H, m)	151,2 (s)	-
21	20,8 (t)	1,42 (1H, m) 2,37 (1H, m)	29,8 (t)	2,15 (1H, m) 2,25 (1H, m)
22	41,0 (t)	1,65 (1H, m) 2,39 (1H, m)	41,0 (t)	1,80 (1H, m) 2,20 (1H, m)
23	27,8 (q)	1,56 (3H, s)	29,8 (q)	0,96 (3H, s)
24	17,1 (q)	1,52 (3H, s)	16,1 (q)	0,75 (3H, s)
25	16,2 (q)	0,82 (3H, s)	16,2 (q)	0,82 (3H, s)
26	16,0 (q)	0,75 (3H, s)	15,2 (q)	1,03 (3H, s)
27	15,2 (q)	1,02 (3H, s)	15,6 (q)	0,94 (3H, s)
28	17,9 (q)	1,67 (3H, s)	14,9 (q)	0,78 (3H, s)
29	24,1 (q)	1,10 (3H, d, 7,2)	110,9 (t)	4,58 (1H, d, 7,8) 4,61 (1H, d, 7,8)
30	24,4 (q)	1,12 (3H, d, 7,2)	19,5 (q)	1,59 (3H, s)

Dan C-4 (δ_c 38,8), sedangkan proton metilen pada δ_H 1,49 dan 1,63 berkorelasi dengan C-1 (δ_c 39,7) dan C-3 (δ_c 79,7), menandakan bahwa gugus hidroksil terletak pada C-3, hal ini sesuai dengan pola biogenetik keberadaan gugus hidroksil pada kerangka triterpenoid lupan (Lee *et al.*, 2013). Geminal proton sp^2 pada 4,58 (1H, d, $J=7,8$ Hz) dan 4,60 (1H, d, $J=7,8$ Hz) saling terjodoh satu sama lain dan berkorelasi dengan C-29 (δ_c 110,6) dan C-19 (δ_c 50,0), sedangkan proton metil pada δ_H 1,59 berkorelasi dengan C-29 (δ_c 110,6) dan C-19 (δ_c 50,0), menandakan gugus isopropenil terletak pada C-19. Perbandingan data NMR senyawa **2** dengan lupeol (Saha *et al.*, 2011), menunjukkan kesesuaian yang tinggi, dengan demikian senyawa **2** diidentifikasi sebagai lupeol. Sterokimia senyawa **2** ditetapkan sesuai dengan lupeol berdasarkan tetapan penjodohan proton-proton pada spektrum 1H NMR dan pendekatan biogenesis keberadaan senyawa triterpenoid lupan pada genus *Sonneratia*. Penemuan dua senyawa triterpenoid lupan, lupan-3 β -ol (**1**) dan lupeol (**2**) dari kulit batang *S. alba*, memperkuat studi fitokimia tentang keberadaan kandungan triterpenoid lupan pada genus *Sonneratia*.



Gambar 1. Korelasi HMBC terpilih senyawa **1** dan **2**

Aktivitas antibakteri senyawa lupan-3 β -ol (**1**) dan lupeol (**2**) terhadap Gram-positif bakteri *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus mutans* memperlihatkan nilai MIC masing-masing 94,1; 120; dan 35,2; 22,6 mg/mL. Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa adanya gugus isopropenil pada C-20 diduga dapat meningkatkan aktivitas antibakteri dari senyawa triterpenoid lupan.

SIMPULAN

Dua senyawa triterpenoid lupan, lupan-3 β -ol (**1**) dan lupeol (**2**) telah ditemukan dari kulit batang *Sonneratia alba* (Lythraceae). Struktur kimia kedua senyawa tersebut diidentifikasi berdasarkan data-data spektroskopi yang meliputi infra merah, NMR-1D, NMR-2D dan massa. Aktivitas antibakteri senyawa lupan-3 β -ol (**1**) dan lupeol (**2**) dievaluasi berdasarkan metode mikro dilusi dan memberikan nilai MIC berturut-turut 94,1; 120; dan 35,2; 22,6 mg/mL. Dengan ditemukan dua senyawa triterpenoid lupan

dari *S. alba* memperkuat kemotaksonomi keberadaan senyawa triterpenoid lupan pada genus *Sonneratia*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Indonesia atas dana penelitian Hibah Pendidikan Doktor atas nama Harizon (BOPTN, Universitas Jambi, tahun 2013). Terima kasih kepada Ahmad Darmawan, M.Si dan Sofa Fajriah, M.Si pada Laboratorium Kimia, Pusat Penelitian Kimia, LIPI, Serpong, Tangerang atas pengukuran spektra NMR. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Rizky Amalia pada Laboratorium Penelitian Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Padjadjaran atas pengujian akti-vitas antibakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Adegboye, M.F., Akinpelu, D.A. & Okoh, A. 2008. The bioactive and phytochemical properties of *Garcinia kola* (Heckel) seed extract on some pathogens. *Afr. J. Biotechnol.* 7, 3934-3938.
- Azuma, H., Toyota, M., Asakawa, Y., Takaso, T., & Tobe, H. 2002. Floral scent chemistry of mangrove plants", *J. Plant Res.*, 115: 47-53.
- Bandaranayake, W.M. 1998. Traditional and medicinal uses of mangroves. *Mangroves salt Marshes*, 2: 133-148.
- Chaiyadej, K., Wongthap, H., Vadhanavikit, S. & Chantrapromma, K. 2004. Bioactive constituents from the twigs of *Sonneratia alba*", *Walaik J. Sci. and Tech.*, 1(1): 15-22.
- Chen, I.H., Du, Y.C., Lu, M.C., Lin, A.S., Hsieh, P.W., Wu, C.C., Chen, S.L., Yen, H.F., Chang, F.R. & Wu, Y.C. 2008. Lupane-type triterpenoids from *Microtropis fokiensis* and *Perrottetia arisanensis* and the apoptotic effect of 28-hydroxy-3-oxo-lup-20(29)-en-30-al. *J. Nat. Prod.* 71: 1352-1357.
- Eloff, J.N. 1999. A sensitive and quick microplate method to determine the minimal inhibitory concentration of plant extracts for bacteria. *Planta Med.*, 64: 711-713.
- Hogarth, P.J. 1999. *The biology of mangrove*. Oxford Oxford: University Press.
- Kjer, J., Wray, V., Edrada-Ebel, R., Ebel, R., Pretsch, A., Lin, W. & Proksch, P. 2009. Xanthalic acids I and II and related phenolic compounds from an endophytic *Alternaria* sp", Isolated from the mangrove plant *Sonneratia alba*. *J. Nat. Prod.*, 72: 2053-2057.

- Laith, A.A., Najiah, M., Zain, S.M., Effendy, S.H.M., Sifzizul, T., Nadirah, M. & Habsah, M. 2012. Antimicrobial activities of selected mangrove plants on fish pathogenic bacteria. *J. of Animal and Veterinary Advances*, 11(2): 234-240.
- Lee, S.Y., Kim, H.K. & Lee, K.R. 2013. Four new triterpenes from *Ilex cornuta* Lindley. *Can. J. Chem.*, 91: 382-386.
- Minqing, T., Haofu, D., Xiaoming, L. & Bingui, W. 2009. "Chemical constituents of marine medicinal mangrove plant *Sonneratia caseolaris*", *Chinese J. of Oceanology and Limnology*, 27 (2): 288-296.
- Mohammed, R.S.; Abou Zeid, A.H.; El-Kashoury, E.A.; Sleem, A.A. Waly, D. A. 2014. A new flavonol glycoside and biological activities of *Adenanthera pavonina* L. Leaves, *Natural Product Research*, 28 (5): 282-289.
- Noor, Y.S., Khazali, M., & Suryadipura, I.N.N., 2006. Introduction guide of Indonesian mangroves. Directorate general of forest protection, ministry of forest, Indonesia, Bogor, Indonesia.
- Okoth, D.A., Chenia, H.Y. & Koorbanally, N.A. 2013. Antibacterial and antioxidant activities of flavonoids from *Lannea alata* (Engl.) Engl. (Anacardiaceae). *Phytochemistry Letters*. 6: 476-481.
- Oku, H., Baba, S., Koga, H., Takara, K. & Iwasaki, H. 2003. Lipid composition of mangrove and its relevance to salt tolerance", *J. Plant Res.*, 116: 37-45.
- Prakash, C.V. & Prakash, I. 2012. Isolation and structural characterization of lupane triterpenoid from *Polypodium vulgare*. *Res. J. Pharm.*, 1 (1): 23-27.
- Popp, M., Polania, J. & Weiper, M. 1993. Physiological adaptations to different salinity levels in mangrove. In: Lieth, H., Al Masoom, A. (eds.). *Towards the rational use of high salinity tolerant plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 217-224.
- Priya, P.D., Niranjana, C.S. & Anjali, S.B. 2012. *Sonneratia alba* J. Smith., "A vital source of gamma linolenic acid (GLA)", *Asian J. of Pharmaceutical and Clinical Research*, 5 (1): 171-175.
- Saha, S., Subrahmanyam, E.V.S., Kodangala, C. & Shastry, S. 2011. Isolation and characterization of triterpenoid and fatty acid ester of triterpenoid from leaves of *Bauhinia variegata*. *Der. Pharma Chemica*, 3 (4): 28-37.
- Zhou, J., Li, C.J., Yang, J.Z., Ma, J., Li, Y., Bao, X.Q., Chen, X.G, Zhang, D. & Zhang, D.M. 2014. Lupane triterpenoids from the stems of *Euonymus carnosus*. *J. Nat. Prod.* 77 (2): 276-284.