



Artoindonesianin-E suatu senyawa baru turunan flavanon dari tumbuhan *Artocarpus champeden* §

Euis Holisotan Hakim,[†] Asep Aripin,[†] Sjamsul Arifin Achmad,^{*†} Norio Aimi,[‡] Mariko Kitajima,[‡] Lukman Makmur,[†] Didin Mujahidin,[†] Yana Maolana Syah,[†] dan Hiromitsu Takayama[‡]

[†] Kelompok Penelitian Kimia Organik Bahan Alam, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganeca 10, Bandung 40132

[‡] Faculty of Pharmaceutical Sciences, Chiba University, 1-33, Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba 263-8522, Japan

Sari

Suatu senyawa baru turunan flavanon, yakni 5,7-dihidroksi-2',4',6'-trimetoksiflavanon yang diberi nama artoindonesianin-E (1), telah ditemukan untuk pertama kalinya bersama-sama dengan artokarpin (2) dan heteroflavanon-A (3) pada ekstrak benzena kulit batang tumbuhan *Artocarpus champeden* Spreng (Moraceae), suatu tumbuhan yang endemik untuk Indonesia, serta dikenal dengan nama *Cempedak*. Struktur molekul senyawa tersebut telah ditetapkan berdasarkan data fisika dan spektroskopi (MS, ¹H dan ¹³C NMR).

Kata kunci: *Artocarpus champeden* Spreng; artoindonesianin-E; artokarpin; *Cempedak*; flavanon; heteroflavanon-A, Moraceae.

Abstract

Artoindonesianin-E a new flavanone derivative from *Artocarpus champeden*

A new flavanone derivative, 5,7-dihydroxy-2',4',6'-trimethoxyflavanone named artoindonesianin-E (1) had been isolated for the first time, together with artocarpin (2) and heteroflavanone-A (3) from benzene extract of the tree bark of *Artocarpus champeden* Spreng (Moraceae), a species endemic to Indonesia and locally known as *Cempedak*. The structure of this compound was elucidated based on physical and spectroscopic data (MS, ¹H and ¹³C NMR).

Keywords: *Artocarpin*; *Artocarpus champeden* Spreng.; artoindonesianin-E; *Cempedak*; flavanone; heteroflavanone-A, Moraceae.

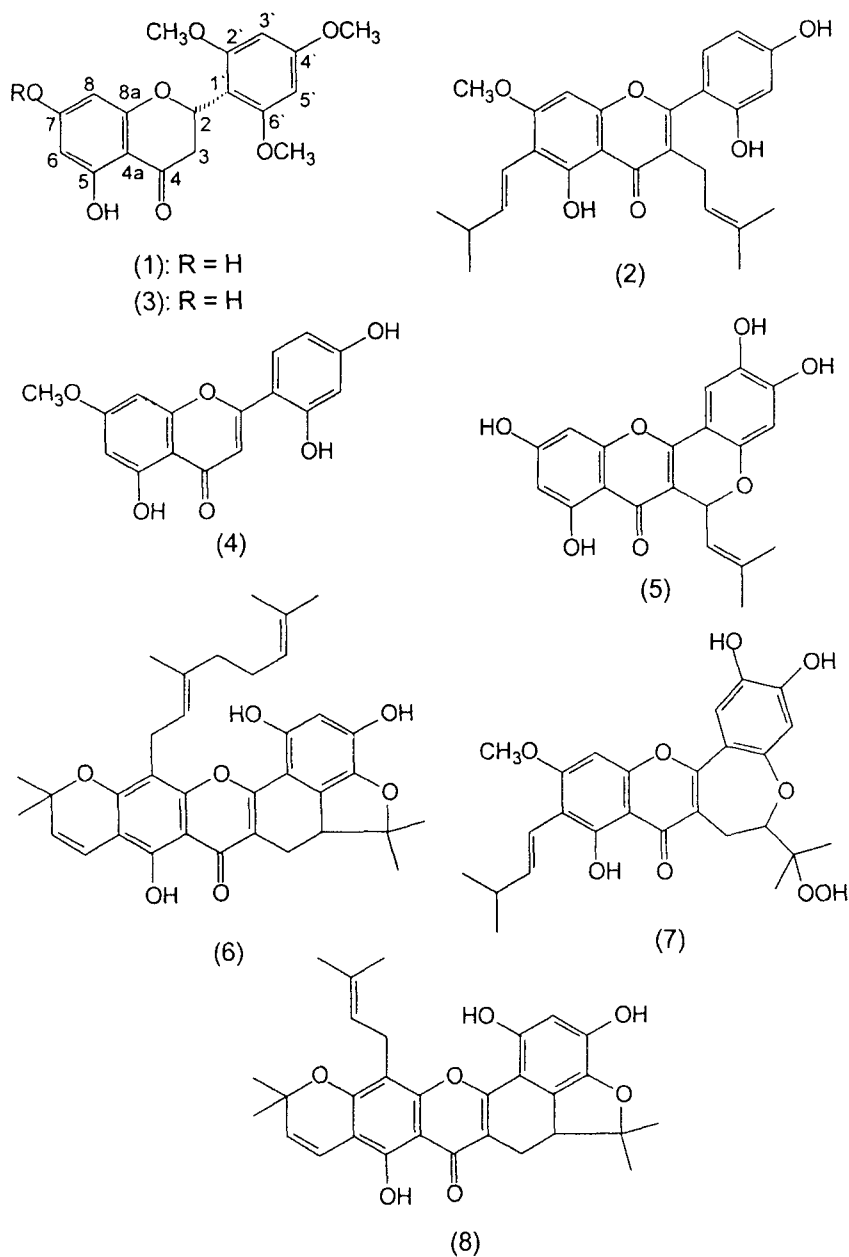
1 Pendahuluan

Penelitian kami selama beberapa tahun terakhir ini telah difokuskan kepada pengkajian ilmu kimia tumbuhan yang termasuk famili Moraceae, yang bertujuan mempelajari keanekaragaman dan kegunaan senyawa-senyawa fenol yang dihasilkan oleh famili tumbuhan ini. Penelitian-penelitian tersebut, terhadap beberapa spesies yang termasuk genus *Artocarpus*, yaitu *Artocarpus champeden*,¹⁻⁶ *A. teysmanii*,⁷⁻⁹ *A. reticulatus*,¹⁰ dan *A. lanceifolius*¹¹⁻¹² telah berhasil menemukan sejumlah senyawa flavonoid yang unik. Banyak dari senyawa ini memperlihatkan pula bioaktivitas yang sangat berguna, seperti sitotoksik, antimitotik, dan menghambat transportasi asam amino melalui membran usus ulat sutera *Bombyx mori*. Berdasarkan temuan-temuan tersebut, penyelidikan terhadap senyawa-senyawa kimia yang dihasilkan oleh spesies *Artocarpus* tersebut di atas dan sejumlah spesies *Artocarpus* lainnya, yang terdapat dan endemik untuk Indonesia, telah kami lanjutkan.

Pada penelitian sekarang dari ekstrak benzena kulit batang *Artocarpus champeden* Spreng, yang dikenal dengan nama daerah *Cempedak*, telah berhasil ditemukan untuk pertama kalinya suatu senyawa baru turunan flavanon, yaitu 5,7-dihidroksi-2',4',6'-trimetoksiflavanon atau norheteroflavanon-A yang diberi nama artoindonesianin-E (1), bersama-sama dengan dua senyawa yang telah ditemukan sebelumnya, artokarpin (2) dan heteroflavanon-A (3). Penemuan ketiga senyawa 1-3, di samping senyawa-senyawa flavonoid lainnya, yaitu artokarpanon (4),¹ siklochampedol atau artoindonesianin (5),² artoindonesianin-A (6) dan artoindonesianin-B (7),⁴ dan artonin A (8),⁵ dari spesies yang sama adalah sangat menarik. Adapun pendekatan yang digunakan ialah sebagaimana lazimnya dilakukan dalam pemisahan senyawa-senyawa kimia sumber alam hayati, yakni pemisahan senyawa melalui beberapa tahap fraksinasi, diikuti oleh pemilihan fraksi yang potensial berdasarkan analisis kromatografi lapis tipis, dan

§ Bagian ke-25 dari seri "Ilmu Kimia Tumbuhan Moraceae Indonesia". Untuk Bagian ke-24 lihat pustaka (5)

* Korespondensi dialamatkan kepada yang bersangkutan: Tel. 022 - 253 4173; Fax. 022 - 250 4154; E-mail: sjamsul@indo.net.id



kromatografi partisi. Struktur senyawa **1** telah ditetapkan berdasarkan analisis spektrum UV, IR, MS, dan NMR, termasuk 1D dan 2D NMR seperti ^1H - ^1H COSY, HMQC, dan HMBC.

2 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 menggunakan spektrometer JEOL JNM A5000 yang bekerja pada 500,0 MHz (^1H) dan 125,65 MHz (^{13}C) menggunakan TMS sebagai standar internal. Spektrum massa

tumbukan elektron (EIMS) diperoleh menggunakan spektrometer massa JEOL JMS-AM20. Kromatografi cair vakum (KCV) dilakukan menggunakan Si gel Merck 60 GF₂₅₄, kromatografi tekan dengan Si gel Merck 60 (230 - 400 mesh), dan analisis kromatografi lapis tipis (KLT) pada pelat aluminium berlapis Si gel Merck Kieselgel 60 F₂₅₄, 0,25 mm.

Pengumpulan Bahan Tumbuhan. Bahan tumbuhan berupa kulit batang *A. champeden* dikumpulkan pada bulan Mei 1998 dari Desa Kemang, Kecamatan Kemang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Spesies ini diidentifikasi oleh Herbarium Bandungense, Departemen Biologi, Institut Teknologi Bandung, dan spesimennya disimpan di herbarium tersebut.

Ekstraksi dan Isolasi. Kulit batang yang telah dikeringkan dan digiling (4 kg) dimaserasi dengan metanol. Setelah pelarut diuapkan dari ekstrak metanol pada tekanan rendah, diperoleh ekstrak metanol berupa residu berwarna kehitam-hitaman (194 g). Ekstrak metanol dilarutkan kembali dalam metanol encer, kemudian dipartisi berturut-turut dengan n-heksana, benzena, kloroform, dan etil asetat. Setelah pelarut diuapkan dari ekstrak benzena pada tekanan rendah diperoleh ekstrak benzena berupa residu berwarna coklat (41,3 g). Ekstrak benzena ini (41,3 g) difraksinasi dengan kromatografi cair vakum (KCV) menggunakan eluen campuran heksana-etil asetat dengan kepolaran yang terus meningkat, menghasilkan 38 fraksi. Penggabungan fraksi-fraksi tersebut berdasarkan analisis KLT menghasilkan tujuh fraksi utama (A-G). Fraksi utama keempat (D, 8,2 g) difraksinasi lebih lanjut dengan kromatografi gravitasi menggunakan campuran aseton-heksana dengan kepolaran yang terus meningkat sebagai eluen menghasilkan 33 fraksi, yang berdasarkan analisis KLT dikelompokkan menjadi empat fraksi gabungan (K-N). Fraksi gabungan ketiga (M, 6-17) (1,1 g) difraksinasi kembali menggunakan kromatografi gravitasi dengan eluen campuran kloroform-heksana (9:1) menghasilkan 35 fraksi yang selanjutnya digabung menjadi empat fraksi utama (U-X). Fraksi utama kedua (V, 13-20) (300 mg) difraksinasi pula dengan kromatografi gravitasi menggunakan sistem eluen campuran kloroform-heksana yang dinaikkan kepolarannya, menghasilkan tiga fraksi gabungan. Fraksi kedua (75 mg) dikromatografi kembali menggunakan eluen campuran etil asetat-benzena (1:9), dan dari penggabungan 35 fraksi kemudian diperoleh empat fraksi gabungan berikutnya. Fraksi gabungan kedua (21 mg) pada kromatografi selanjutnya menghasilkan zat padat yang dikristalisasi dari campuran aseton-heksana menghasilkan artoindonesianin-E (1) (5 mg) berupa kristal jarum berwarna merah bata, t.l. 243-244 °C, yang homogen pada KLT menggunakan empat sistem eluen yang berbeda. Dengan cara yang sama, dari fraksi utama keempat (X, 29-35) (398 mg) ditemukan artokarpin (2) (31 mg) yang berwujud padatan amorf berwarna kuning, t.l. 177-179 °C, yang homogen pada KLT menggunakan empat sistem eluen yang berlainan. Selanjutnya, menggunakan cara-cara yang sama pula, dari fraksi utama ketiga (C, 3,6 g) ditemukan heteroflavanon-A (3) (7 mg) berupa kristal jarum berwarna putih, t.l. 184-186 °C, yang homogen pada KLT menggunakan empat sistem eluen yang berbeda.

Artoindonesianin-E (1) diperoleh sebagai kristal jarum berwarna merah bata, t.l. 243-244 °C, UV (MeOH) λ_{maks} (log ϵ) 229 (3,69), 268 (3,45), 330 (bh) nm; (MeOH + NaOH) 228 (3,27), 322 (bh) nm; (MeOH + AlCl₃) 241 (3,18), 322 (3,71) nm; (MeOH + NaOAc) 237 (3,11), 308 (3,24), 372 (bh) nm; IR (KBr) ν_{maks} 3438 (OH), 1638 (C=O keton), 1600, 1500, 1461 cm⁻¹ (benzena). ¹H NMR (DMSO-*d*₆, 500,0 MHz) δ 3,76 (6H, s, 2'-OMe & 6'-OMe), 3,80 (3H, s, 4'-OMe), 2,40 (1H, dd, $J = 17,0$ & 3,0 Hz, H-3eq), 3,80 (1H, dd, $J = 17,0$ & 14,0 Hz, H-

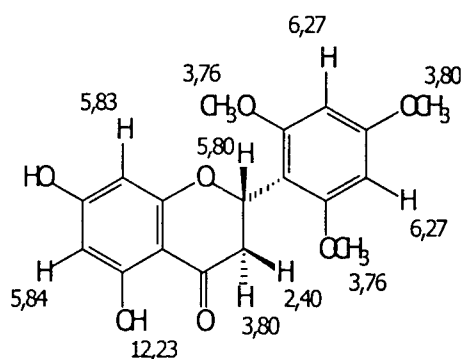
3ax), 5,80 (1H, dd, $J = 14,0$ & 3,0 Hz, H-2), 5,83 (1H, d, $J = 2,2$ Hz, H-8), 5,84 (1H, d, $J = 2,2$ Hz, H-6), 6,27 (2H, s, H-3' & H-5'), 12,23 (1H, 5-OH). ¹³C NMR (DMSO-*d*₆, 125,65 MHz) δ 197,3 (C-4), 166,4 (C-7), 163,8 (C-8a), 163,6 (C-5), 161,8 (C-4'), 159,7 (C-2' & C-6'), 105,4 (C-1'), 101,5 (C-4a), 95,5 (C-6), 94,7 (C-8), 91,3 (C-3' & C-5'), 70,8 (C-2), 55,9 (2'-OMe & 6'-OMe), 55,3 (4'-OMe), 40,1 (C-2). EIMS m/z [M]⁺ 346 (33), 315 (28), 194 (13), 181 (puncak dasar), 179 (49), 167 (12), 151 (10).

3 Pembahasan

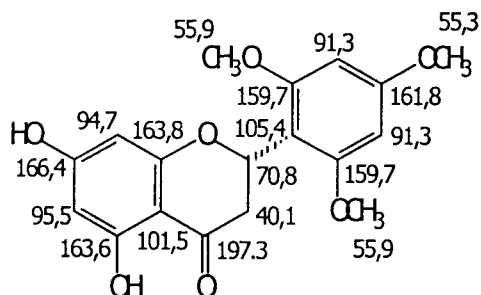
Dari ekstrak benzena kulit batang *A. champeden* telah ditemukan suatu senyawa baru turunan flavanon, yaitu 5,7-dihidroksi-2',4',6'-trimetoksiflavanon atau norheteroflavanon-A yang diberi nama artoindonesianin-E (1), bersama-sama dengan artokarpin (2), dan heteroflavanon-A (3). Ketiga senyawa ini diperoleh melalui beberapa tahap fraksinasi, diikuti oleh pemilihan fraksi berdasarkan analisis kromatografi lapis tipis (KLT), dan pemisahan kromatografi.

Artoindonesianin-E (1) diperoleh sebagai kristal jarum berwarna merah bata, t.l. 243-244 °C. Spektrum massa (EIMS) senyawa 1 menunjukkan ion molekul pada m/z 346 yang sesuai untuk rumus molekul C₁₈H₁₈O₇. Spektrum UV menunjukkan λ_{maks} (MeOH) pada 268 dan 330 nm, sedangkan spektrum IR memperlihatkan adanya pita-pita serapan untuk gugus hidroksil pada ν_{maks} (KBr) 3438 cm⁻¹ (melebar), karbonil terkelasi pada 1638 cm⁻¹, dan cincin benzena pada 1600, 1500, dan 1461 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya struktur flavanon,¹³ dan mirip seperti ditunjukkan oleh heteroflavanon-A.¹⁴ Pergeseran batokromik yang diinduksi oleh NaOAc dan AlCl₃ menyarankan bahwa senyawa 1 adalah suatu 5,7-dihidroksiflavanon yang mengandung tiga gugus fungsi oksigen pada cincin-B. Sinyal-sinyal ¹H dan ¹³C NMR senyawa 1 dapat dijelaskan secara rinci dengan bantuan spektrum NMR dua dimensi (2D), seperti spektrum korelasi homonuklir proton (¹H-¹H COSY), spektrum korelasi heteronuklir ¹H-¹³C COSY kuantum rangkap (HMQC), dan spektrum korelasi heteronuklir jarak jauh (HMBC). Spektrum ¹H NMR senyawa 1 memperlihatkan adanya tiga sinyal dublet-dublet masing-masing untuk satu proton pada δ 5,80 ($J = 14,0$ & 3,0 Hz, H-2), 3,80 ($J = 17,0$ & 14,0 Hz, H-3ax), dan 2,40 ($J = 17,0$ & 3,0 Hz, H-3eq), untuk proton H-2, H-3ax, dan H-3eq suatu turunan flavanon, seperti ditunjukkan oleh heteroflavanon-A.¹⁴ Spektrum ¹H NMR juga menunjukkan adanya sinyal untuk tiga gugus metoksil pada δ 3,76 (2 x OMe) dan 3,80, dan sepasang proton aromatik dublet dengan orientasi *meta* pada δ 5,83 dan 5,84 ($J = 2,2$ Hz) masing-masing untuk proton H-8 dan H-6. Sinyal-sinyal lainnya pada spektrum ¹H NMR menunjukkan adanya satu singlet untuk dua proton aromatik pada δ 6,27 untuk proton-proton pada cincin-B, dan satu sinyal singlet pada δ 12,23 untuk gugus fenol terkelasi pada C-5. Data ¹H NMR di atas (Gambar 1) menunjukkan bahwa senyawa 1

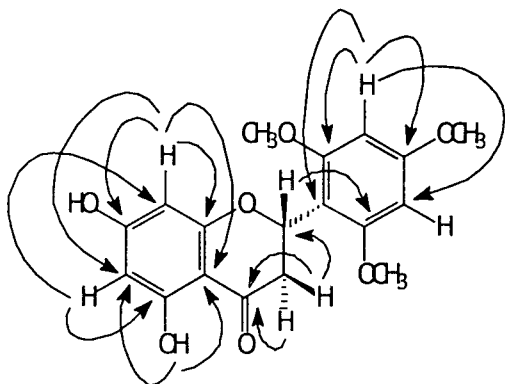
adalah suatu 5,7-dihidroksiflavanon di mana cincin-B teroksidasi pada posisi C-2', C-4', dan C-6', dan ketiga gugus fungsi oksigen tersebut berada dalam bentuk gugus metoksi, seperti ditemukan pada senyawa heteroflavanon-A. Dengan demikian dapat disarankan bahwa senyawa 1 adalah 5,7-dihidroksi-2',4',6'-trimetoksiflavanon. Kesimpulan ini didukung oleh spektrum ^{13}C NMR dan spektrum HMBC sebagai berikut. Spektrum ^{13}C NMR senyawa 1 memperlihatkan adanya resonansi yang terpisah untuk delapan belas atom karbon, termasuk di antaranya tiga gugus metoksil, satu gugus metilen, satu gugus oksimetin, enam gugus oksiaril dan satu gugus karbonil, yang sesuai untuk



Gambar 1 Distribusi sinyal ^1H NMR pada senyawa artoindonesianin-E (1)



Gambar 2 Distribusi sinyal ^{13}C NMR pada senyawa artoindonesianin-E (1).



Gambar 3 Korelasi HMBC yang utama senyawa artoindonesianin-E (1).

struktur artoindonesianin-E (1) (Gambar 2). Bukti selanjutnya mengenai pola substitusi pada struktur senyawa 1 diperoleh dari percobaan-percobaan HMBC (Gambar 3). Spektrum HMBC memperlihatkan korelasi jarak jauh antara dublet-dublet pada δ 3,80 (H-3ax) dan atom karbon oksimetin pada δ 70,8 (C-2) dan atom karbon karbonil pada δ 197,3 (C-4). Adapun dublet-dublet pada δ 5,80 (H-2) memperlihatkan korelasi jarak jauh dengan tiga atom karbon kuartener pada δ 105,4 (C-1') dan 159,7 (C-2' & C-6'). Spektrum HMBC juga mengungkapkan korelasi jarak jauh antara proton aromatik pada δ 6,27 (H-3' & H-5') dengan dua atom karbon kuartener oksiaril pada δ 159,7 (C-2' & 6') dan 161,8 (C-4'), dan satu atom karbon kuartener pada δ 105,4 (C-1'). Data HMBC ini menunjukkan kerangka flavanon dengan susunan cincin-B yang teroksidasi pada C-2', 4', 6'. Spektrum HMBC memperlihatkan pula korelasi jarak jauh antara proton dublet pada δ 5,83 (H-8) dan empat atom karbon kuartener pada δ 95,5 (C-6), 101,5 (C-4a), 163,8 (C-8a), dan 166,4 (C-7). Selanjutnya, proton dublet pada δ 5,84 (H-6) menunjukkan pula adanya korelasi jarak jauh dengan dua atom karbon oksiaril pada δ 163,6 (C-5) dan 166,4 (C-7). Data HMBC ini menunjukkan kerangka flavanon dengan cincin-A teroksidasi pada C-5 dan C-7. Selanjutnya, spektrum HMBC menunjukkan pula bahwa proton singlet pada δ 12,23 (OH-5) memperlihatkan korelasi jarak jauh dengan dua karbon kuartener pada δ 101,5 (C-4a) dan 163,6 (C-5), yang menunjukkan adanya gugus hidroksil pada C-5. Data NMR seperti diuraikan di atas menyimpulkan bahwa senyawa 1 adalah 5,7-dihidroksi-2',4',6'-trimetoksiflavanon atau norheteroflavanon-A, yakni suatu senyawa flavanon baru yang diberi nama artoindonesianin-E. Bukti selanjutnya mengenai struktur senyawa 1 diperoleh dari spektrum massa EIMS senyawa 1 yang menunjukkan puncak ion molekul $[\text{M}]^+$ pada m/z 346 dan puncak-puncak lain yang bermakna pada m/z 194, 181 (puncak dasar), 179 $[\text{194} - \text{Me}]^+$, 167, dan 151, yang selaras dengan fragmentasi retro-Diels-Alder.¹³ Spektrum massa juga menunjukkan adanya suatu fragmen ion yang khas pada m/z 167 yang sesuai untuk suatu ion floroglusinol. Selanjutnya, berdasarkan konstanta kopling $J_{2,3\text{ax}} = 14,0$ Hz dapat disimpulkan bahwa stereokimia pada C-2 adalah di mana cincin B pada 1 menempati kedudukan ekuatorial.

4 Kesimpulan

Pada penelitian terhadap tumbuhan *A. champeden* yang telah dilakukan sekarang ini telah berhasil ditemukan suatu senyawa baru turunan flavanon, yaitu 5,7-dihidroksi-2',4',6'-trimetoksiflavanon atau norheteroflavanon-A, yang diberi nama artoindonesianin-E (1), bersama-sama dengan artokarpin (2) dan heteroflavanon-A (3). Telah dilaporkan sebelumnya bahwa pada spesies yang sama telah pula ditemukan senyawa-senyawa artokarpanon (4), artoindonesianin (5), artoindonesianin-A (6), artoindonesianin-B (7), dan artonin-A (8).

Ditemukannya senyawa-senyawa ini dari satu spesies yang sama *A. champeden* memperlihatkan keanekaragaman jenis flavonoid yang dapat dihasilkan oleh spesies ini, mulai dari jenis flavonoid yang sederhana, yaitu flavanon (1 dan 3) dan flavon (4), kemudian 3-prenilflavon (2), piranoflavon (5), oksepinoflavon (7), hingga turunan flavonoid yang rumit, yakni furanodihydrobenzosanton (6 dan 8). Penemuan ini memberi petunjuk pula adanya hubungan biogenesis di antara senyawa-senyawa tersebut, yang memerlukan pengkajian lebih lanjut. Penelitian mengenai ilmu kimia *A. champeden* secara umum masih kami lanjutkan.

5 Ucapan terima kasih

Terima kasih disampaikan kepada Herbarium Departemen Biologi, Institut Teknologi Bandung, yang telah membantu mengidentifikasi spesimen tumbuhan.

6 Daftar pustaka

- Hakim, E.H., Eliza, Kusumawati, Y., Achmad, S.A., Makmur, L., Aimi, N., Takayama, H., dan Kitajima, M. Beberapa Senyawa Fenol dari Tumbuhan Genus *Artocarpus*, *J. Mat. Sains*, 4(2), 199-205. (1999).
- Achmad, S. A., Hakim, E. H., Juliawaty, L. D., Makmur, L., Suyatno, Aimi, N., dan Ghisalberti, E. L. New Prenylated Flavone from *Artocarpus champeden*, *J. Nat. Prod.*, 59, 878-879. (1996).
- Hakim, E.H., Marlina, E.E., Mujahidin, D., Achmad, S.A., Ghisalberti, E.L., dan Makmur, L. Artokarpin dan Heteroflavanon A, Dua Senyawa Flavonoid Bioaktif dari *Artocarpus champeden*", *Proc. ITB*. 30(1), 31-36. (1998).
- Hakim, E.H., Fahriyati, A., Kau, M.S., Achmad, S.A., Makmur, L., Ghisalberti, E.L., dan Nomura, T. Artoindonesianins A and B, Two New Prenylated Flavones from the Root of *Artocarpus champeden*", *J. Nat. Prod.*, 62(3), 613-615. (1999).
- Hakim, E.H., Fahriyati, A., Achmad, S.A., Makmur, L., Mujahidin, D., Nomura, T., dan Syah, Y.M. Artonin-A Suatu Senyawa Turunan Furanodihydrobenzosanton dari Tumbuhan *Artocarpus champeden*, *J. Kimia Andalas*, 6(2), 72-76. (2000).
- Parenti, P., Pizzigoni, A., Hanozet, G., Hakim, E.H., Makmur, L., Achmad, S.A., dan Giordana, B. A New Prenylated Flavone from *Artocarpus champeden* Inhibits the K⁺-Dependent Amino Acid Transport in *Bombyx mori* Midgut, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 244, 445-448. (1998).
- Makmur, L., Syamsurizal, Tukiran, Syamsu Y., Achmad, S.A., Aimi, N., Hakim, E.H., Kitajima, M., Mujahidin, D., dan Takayama, H. Artonol B dan Sikloartobilosanton dari Tumbuhan *Artocarpus teysmanii* Miq., *Proc. ITB*, 31(2), 63-68. (1999).
- Makmur, L., Syamsurizal, Tukiran, Achmad, S.A., Aimi, N., Hakim, E.H., Kitajima, M., dan Takayama, H. Artoindonesianin C, a New Xanthone Derivative from *Artocarpus teysmanii*, *J. Nat. Prod.*, 63, 243-244. (2000).
- Tukiran, Achmad, S.A., Makmur, L., Hakim, E.H., dan Juliawaty, L.D. Senyawa Sikloartobilosanton dan Artonin J dari Kulit Batang *Artocarpus teysmanii*, Miq. (Moraceae), *J. Mat. Sains*, 4(2), 156-163. (1999).
- Achmad, S.A., Murniana, Udjiana, S.S., Aimi, N., Hakim, E.H., dan Makmur, L. Tiga Senyawa Flavan-3-ol dari Tumbuhan *Artocarpus reticulatus*, *Proc. ITB.*, 30(2), 1-7. (1998).
- Hakim, E.H., Asnizar, Kurniawati, F., Ghofar, T.A., Achmad, S.A., Aimi, N., Kitajima, M., Makmur, L., Mujahidin, D., Takayama, H., dan Tamin, R. Senyawa Turunan Piranoflavon dan Furanodihydrobenzosanton dari *Artocarpus lanceifolius*, *Proc. ITB.*, 31(2), 57-62. (1999).
- Mujahidin, D., Achmad, S.A., Syah Y.M., Aimi, N., Hakim, E.H., Kitajima, M., Makmur, L., Takayama, H., dan Tamin, R. Artelastokromen Suatu Diprenil Piranoflavon dan β -Resorsilaldehid dari Kayu Batang *Artocarpus lanceifolius*, *Proc. ITB*, 32(2), 41-46. (2000).
- Mabry, T. J., Markham, K. R., dan Thomas, M. B. *The Systematic Identification of Flavonoids*, Springer-Verlag, New York. (1970).
- Lu, C.H. dan Lin, C.N., Two 2',4',6'-Trioxxygenated Flavanones from *Artocarpus heterophyllus*, *Phytochemistry*, 33(4), 909-911. (1993).