

## SENYAWA KATEKIN YANG BERSIFAT TOKSIK DARI KULIT BATANG TUMBUHAN SURIAN (*Toona sinensis*)

Harneti, D., Iryanto, Y., Sabarudin, L., Nurlelasari, Mayanti, T., Safari, A., dan Julaeha, E.

Kelompok Penelitian Kimia Bahan Alam,  
Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Jalan Raya Bandung-  
Sumedang Km 21, Jatinangor 45363, Sumedang  
E-mail: desiharneti@unpad.ac.id

### ABSTRAK

Dua senyawa katekin, katekin termetilasi (**1**) dan bikatekin termetilasi (**2**) telah diisolasi dari kulit batang tumbuhan *Toona sinensis* (Meliaceae). Struktur kimia senyawa **1** dan **2** diidentifikasi berdasarkan data-data spektroskopi dan perbandingan data spektra yang diperoleh sebelumnya. Senyawa **1** dan **2** dievaluasi aktivitas toksiknya terhadap benur udang (*Artemia salina*). Senyawa **1** dan **2** menunjukkan aktivitas toksik yang kuat terhadap *Artemia salina* dengan nilai LC<sub>50</sub> berturut-turut, 30,3 dan 36,4 µg/mL.

**Kata kunci:** *Artemia salina*, katekin, Meliaceae, *Toona sinensis*, aktivitas toksik

### ABSTRACT

Two catechin compounds, methylated catechin (**1**) and methylated bicatechin (**2**), were isolated from the bark of *Toona sinensis* (Meliaceae). The chemical structure of compounds **1** and **2** were identified by spectroscopic data and comparison with those previously reported. Compounds **1** and **2** were evaluated for their toxic effects against brine shrimp (*Artemia salina*). Compounds **1** and **2** showed toxic against *Artemia salina* with LC<sub>50</sub> values of 30.3 and 36.4 µg/mL, respectively.

**Keywords:** *Artemia salina*, catechin, Meliaceae, *Toona sinensis*, toxic activity

### PENDAHULUAN

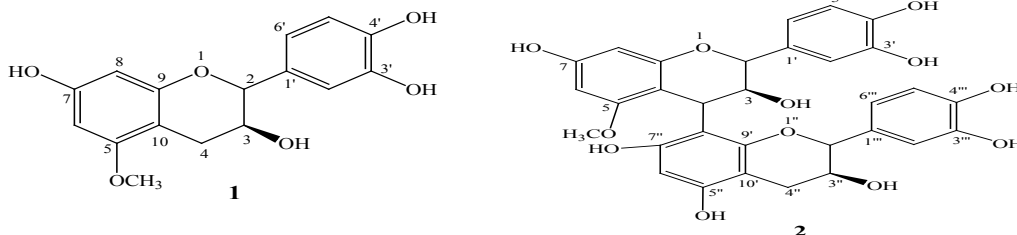
Tumbuhan *Toona sinensis* merupakan salah satu tumbuhan dari famili Meliaceae yang tersebar luas di Nepal, India, Indo-Cina, Cina Selatan, Thailand, dan Indo-Malaysia (Chang *et al.*, 2002). Di Indonesia tumbuhan ini dikenal dengan nama lokal suren atau surian dan tersebar luas di Sumatera, Jawa dan Sulawesi (Heyne, 1987). Tumbuhan *T. sinensis* telah dipergunakan secara luas di Cina sebagai tanaman sayur dan beberapa bagian dari tanaman ini seperti buah, akar dan kulit batang sering digunakan sebagai bahan-bahan obat tradisional Cina (Chang *et al.*, 2002). Kulit batang tumbuhan *T. sinensis* secara tradisional telah digunakan

untuk mengobati diare, disentri, demam dan sebagai penolak serangga di Cina dan Indonesia (Heyne, 1987 and Wang *et al.*, 2007). Tumbuhan *T. sinensis* diketahui mengandung limonoid bersama dengan turunan fitol, flavonoid, minyak atsiri, triterpenoid dan senyawa fenol (Mitsui *et al.*, 2005). Ekstrak metanol daun *T. sinensis* berpotensi sebagai antiproliferatif pada sel kanker paru-paru manusia tipe A549 karena dapat memicu apoptosis pada sel kanker tersebut (Chang *et al.*, 2002). Dalam penelitian berkelanjutan untuk mencari senyawa-senyawa bioaktif baru dari tumbuhan Meliaceae Indonesia, ekstrak metanol kulit batang *T. sinensis* ditemukan menunjukkan aktivitas toksik yang kuat terhadap benur udang *Artemia salina*. Isolasi, penentuan struktur dan aktivitas toksik senyawa katekin termetilasi **1** dan **2** terhadap benur udang (*Artemia salina*) dijelaskan dalam penelitian ini.

### BAHAN DAN METODE

Spektra UV-Visible diukur dengan spektrometer ultraviolet vilber Lourmat pada panjang gelombang 254 dan 365 nm. Spektra IR diukur dengan spektrometer FTIR Shimadzu 8400 dan FTIR spectrum One Perkin Elmer. <sup>1</sup>H- dan <sup>13</sup>C-NMR spektra diperoleh dari spektrometer NMR JEOL JNM ECA-500. Pergeseran kimia diberikan pada skala δ (ppm) dengan TMS sebagai standar internal. Kolom kromatografi dilakukan menggunakan silika gel Merck (70-270 dan 230-400 Mesh), silika gel 60 RP-18 (400-600 Mesh), dan analisis KLT pada pada plat Merck silika gel 60 F<sub>254</sub> dan RP-18 0,25 mm, noda pada KLT ditampakkan dengan pereaksi penampak noda asam sulfat 10% dalam etanol dan diikuti dengan pemanasan.

Telur brine shrimp (*Artemia salina*) dibiakkan dalam 100 mL larutan garam (3,8%) dalam aquades menggunakan beaker glass selama 48 jam pada temperatur 25°C. Sebanyak 10 larva udang dalam 1 mL air laut dimasukkan ke dalam vial uji, kemudian ditambahkan 100 µL larutan sampel. Untuk setiap



Gambar 1. Struktur kimia senyawa **1** dan **2**

konsentrasi dilakukan 3 kali pengulangan. Sebagai kontrol dilakukan dengan 100  $\mu\text{L}$  larutan blanko kemudian ditambahkan air laut hingga 1 mL. Pengamatan dilakukan setelah 24 jam dengan menghitung jumlah larva udang yang masih hidup dan yang sudah mati. Nilai  $\text{LC}_{50}$  ditentukan dengan program komputer sederhana untuk analisis probit pada taraf kepercayaan 95%. Suatu fraksi atau ekstrak dikatakan aktif bila mempunyai nilai  $\text{LC}_{50} \leq 1000 \mu\text{g/mL}$ , untuk senyawa murni dikatakan aktif bila mempunyai nilai  $\text{LC}_{50} \leq 30 \mu\text{g/mL}$  (Meyer, 1982; Krishnaraju *et al.*, 2005, and Guerrero, 2004).

Kulit batang tumbuhan *T. sinensis* diperoleh dari Kebun Raya Bogor, Bogor, Jawa Barat, Indonesia pada bulan Maret 2010. Tumbuhan ini diidentifikasi oleh staf di Herbarium Bogoriense, Pusat Penelitian Biologi, LIPI, Bogor dan spesimen disimpan di herbarium tersebut.

Kulit batang kering *T. sinensis* (4,6 kg) diekstraksi secara tuntas berturut-turut dengan *n*-heksana, etil asetat dan metanol pada temperatur kamar selama 3 hari. Ekstrak *n*-heksana dan etil asetat menunjukkan aktivitas toksik terhadap *Artemia salina* dengan  $\text{LC}_{50}$  berturut-turut, 64,2 dan 70,9  $\mu\text{g/mL}$ . Dengan menggunakan *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) untuk memandu pemisahan, ekstrak etil asetat (90 g) dipisahkan dengan kromatografi cair vakum pada silika gel G60 menggunakan pelarut *n*-heksana-etil asetat-metanol yang meningkat kepolarannya sehingga dihasilkan 15 fraksi (I-XV), digabungkan berdasarkan analisis KLT. Fraksi yang terelusi dengan 5% metanol dalam etil asetat (VI, 320 mg) dikromatografi pada kolom silika gel (70-230 mesh), dengan pelarut *n*-heksana-aseton yang meningkat kepolarannya, diperoleh 5 fraksi (A-E), berdasarkan analisis KLT. Fraksi D (152 mg) dikromatografi pada kolom silika gel (230-400 mesh), dengan pelarut kloroform:metanol (9:1) diperoleh 4 fraksi (D<sub>1</sub>-D<sub>4</sub>). Fraksi D3 (82 mg) dikromatografi pada kolom silika gel silika gel RP-18 (400-630 mesh), dengan pelarut metanol:air (8:2), menghasilkan senyawa **1** (24 mg) dan **2** (18 mg).

Katekin termetilasi (1). Padatan putih kekuningan; UV ( $\lambda_{\text{maks}}$  dalam EtOH); 224 nm ( $E^{1\%}_{1\text{cm}}$  1,20), IR (KBr)  $\nu_{\text{maks}}$ : 3348, 1610, dan 1087  $\text{cm}^{-1}$ .  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ , 500 MHz), lihat Tabel 1;  $^{13}\text{C}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ , 125 MHz), lihat Tabel 1.

Bikatekin termetilasi (2). Padatan coklat muda, UV ( $\lambda_{\text{maks}}$  dalam EtOH); 226 dan 282 nm ( $E^{1\%}_{1\text{cm}}$  1,35 dan 1,44), IR (KBr)  $\nu_{\text{maks}}$ : 3379, 1614, dan 1029  $\text{cm}^{-1}$ .  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ , 500 MHz), lihat Tabel 1;  $^{13}\text{C}$  NMR ( $\text{CDCl}_3$ , 125 MHz), lihat Tabel 1.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Senyawa **1** diperoleh berupa padatan putih kekuningan. Rumus formula senyawa **1** ditetapkan sebagai  $\text{C}_{16}\text{H}_{16}\text{O}_6$  berdasarkan data NMR (Tabel 1), dengan demikian senyawa **1** memiliki 9 derajat ketidakjenuhan. Senyawa **1** menunjukkan adanya serapan maksimum pada  $\lambda_{\text{maks}}$  224 nm yang berasal sistem terkonyugasi dari cincin benzenoid. Spektrum

inframerah (IR) menunjukkan pita serapan yang berasal dari gugus hidroksil (3348  $\text{cm}^{-1}$ ), ikatan rangkap dua dari cincin aromatik (1610  $\text{cm}^{-1}$ ), dan C-O (1282  $\text{cm}^{-1}$ ). Spektra  $^{13}\text{C}$ -NMR senyawa **1** menunjukkan adanya 16 sinyal karbon, dimana diklasifikasikan berdasarkan pergeseran kimia dan spektra HMQC sebagai empat karbon aril teroksigenasi, lima karbon  $\text{sp}^2$  metin, tiga karbon  $\text{sp}^2$  kuarternar, dua karbon  $\text{sp}^3$  teroksigenasi, satu karbon  $\text{sp}^3$  metilena dan satu gugus metoksi. Fungsionalitas ini dihitung sebagai enam dari sembilan derajat ketidakjenuhan. Tiga derajat ketidakjenuhan sesuai dengan molekul yang mengandung tiga cincin yang sesuai dengan kerangka dasar senyawa flavan-3-ol (Gattuso *et al.*, 2007 and Park *et al.*, 1996). Adanya kerangka flavan-3-ol didukung juga oleh spektrum  $^1\text{H}$  NMR dimana adanya sinyal-sinyal proton alifatik pada  $\delta_{\text{H}}$  4,56 (1H, d,  $J = 7,3$  Hz), 3,98 (1H, dd,  $J = 5,5$  dan 7,3 Hz), 2,51 (1H, dd,  $J = 5,5$  dan 7,9 Hz), dan 2,84 (1H, dd,  $J = 5,5$  dan 7,9 Hz), adanya sinyal-sinyal proton aromatik tipe ABC pada  $\delta_{\text{H}}$  6,72 (1H, dd,  $J = 1,8$  dan 7,9 Hz), 6,76 (1H, d,  $J = 7,9$  Hz), dan 6,83 (1H, d,  $J = 1,8$  Hz), adanya sinyal proton aromatik pada  $\delta_{\text{H}}$  5,85 (1H, d,  $J = 1,8$  Hz) dan 5,93 (1H, d,  $J = 1,8$  Hz) yang diduga berasal dari penjodohan meta dari cincin aromatik tetrasubstitusi, dan adanya satu gugus metoksi pada  $\delta_{\text{H}}$  3,35 (3H, s). Untuk menentukan posisi gugus hidroksi, metoksi dan gugus fungsi lainnya pada senyawa **1**, percobaan  $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  COSY dan HMBC dilakukan, dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 2. Proton-proton aromatik pada  $\delta_{\text{H}}$  6,76 dan 6,83 saling terjodoh dan berkorelasi dengan C-1' ( $\delta_{\text{C}}$  132,3), C-3' ( $\delta_{\text{C}}$  146,8) dan C-4' ( $\delta_{\text{C}}$  146,3), sedangkan proton aromatik pada  $\delta_{\text{H}}$  6,72 berkorelasi dengan C-1' ( $\delta_{\text{C}}$  132,3), C-3' ( $\delta_{\text{C}}$  146,8) dan C-4 ( $\delta_{\text{C}}$  146,3), menunjukkan bahwa dua gugus hidroksil terikat pada salah satu cincin benzenoid pada posisi C-4' dan C-5'. Kedua proton aromatik pada  $\delta_{\text{H}}$  5,85 dan 5,93 saling terjodoh dengan tetapan penjodohan,  $^2J = 1,8$  Hz yang menunjukkan posisi meta satu sama lain, proton aromatik pada  $\delta_{\text{H}}$  5,85 berkorelasi dengan C-7 ( $\delta_{\text{C}}$  157,7) dan C-9 ( $\delta_{\text{C}}$  157,0), sedangkan proton aromatik pada  $\delta_{\text{H}}$  5,93 berkorelasi pada C-7 ( $\delta_{\text{C}}$  157,7), C-5 ( $\delta_{\text{C}}$  157,9) dan C-10 ( $\delta_{\text{C}}$  100,9), dengan demikian satu gugus hidroksi terletak pada cincin benzenoid lainnya pada posisi C-7. Proton metoksi pada  $\delta_{\text{H}}$  3,35 berkorelasi dengan C-5 ( $\delta_{\text{C}}$  157,9) menunjukkan bahwa gugus metoksi terletak pada C-5. Proton teroksigenasi pada  $\delta_{\text{H}}$  4,56 dan 3,98 saling terjodoh dan berkorelasi dengan C-2 ( $\delta_{\text{C}}$  82,9), C-3 ( $\delta_{\text{C}}$  68,9) dan C-4 ( $\delta_{\text{C}}$  28,6), dengan demikian cincin piran terletak pada C-2, C-3 dan C-4. Proton teroksigenasi pada C-2 memiliki harga  $^3J = 7,3$  Hz menunjukkan posisi proton 2 dan 3 berposisi aksial-equatorial, sedangkan gugus hidroksi pada C-3 berposisi ekuatorial ( $3\beta$ -) (Es-safi *et al.*, 2007 and Haslam *et al.*, 1996). Berdasarkan data-data spektra yang diperoleh, dan kemiripan data-data spektra dari penelitian sebelumnya (Es-safi *et al.*, 2007; Haslam *et al.*, 1996; Hye *et al.*, 2009 and Sun *et al.*, 2007), maka senyawa **1** diidentifikasi sebagai 5-metoksi-

Table 1. Data NMR untuk senyawa **1** dan **2** (500 MHz untuk  $^1\text{H}$  dan 125 MHz untuk  $^{13}\text{C}$ , dalam  $\text{CDCl}_3$ )

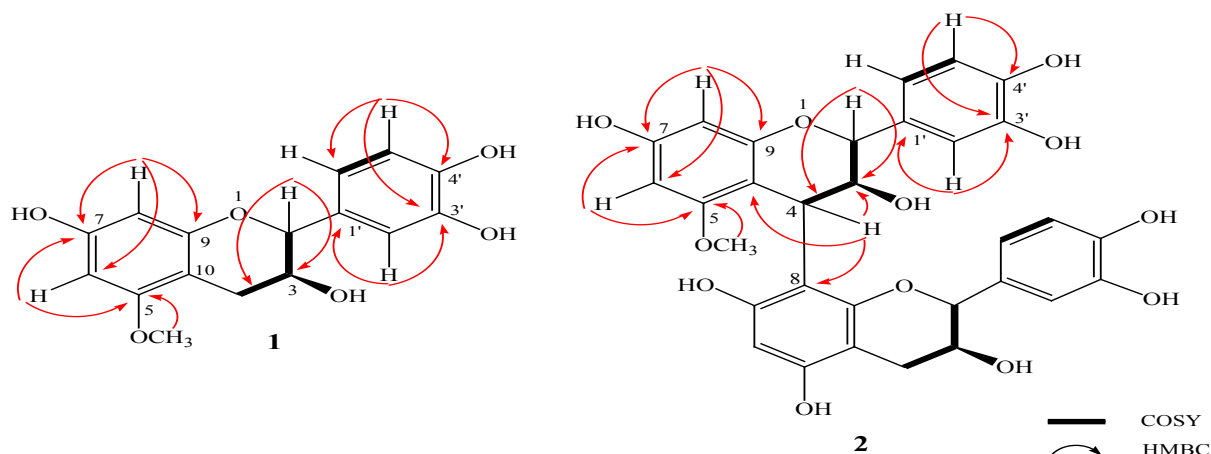
Posisi	<b>1</b>		<b>2</b>	
	$\delta_{\text{H}}$ ( $\Sigma\text{Hmult.}$ , J Hz)	$\delta_{\text{C}}$ (mult.)	$\delta_{\text{H}}$ ( $\Sigma\text{Hmult.}$ , J Hz)	$\delta_{\text{C}}$ (mult.)
2	4,56 (1H, d, 7,3)	82,9 (d)	4,24 (1H, d, 7,2)	84,1 (d)
3	3,98 (1H, dd, 5,5; 7,3)	68,9 (d)	4,21 (1H, d, 3,0)	68,6 (d)
4	2,51 (1H, dd, 5,5; 7,9) 2,84 (1H, dd, 5,5; 7,9)	28,6 (t)	2,78 (1H, m)	28,5 (d)
5	-	157,9 (s)	-	158,6 (s)
6	5,93 (1H, d, 1,8)	96,3 (d)	5,78 (1H, d, 1,9)	96,9 (d)
7	-	157,7 (s)	-	157,2 (s)
8	5,85 (1H, d, 1,8)	95,5 (s)	5,89 (1H, d, 1,9)	97,3 (d)
9	-	157,0 (s)	-	157,1 (s)
10	-	100,9 (s)	-	107,2 (s)
1'	-	132,3 (s)	-	132,6 (s)
2'	6,72 (1H, dd, 1,85; 7,9)	120,1 (d)	6,73 (1H, d, 1,6)	116,2 (d)
3'	-	146,8 (s)	-	146,1 (s)
4'	-	146,3 (s)	-	145,8 (s)
5'	6,76 (1H, d, 7,9)	116,1 (d)	6,95 (1H, d, 8,9)	116,4 (d)
6'	6,83 (1H, d, 1,85)	115,3 (d)	6,45 (1H, dd, 1,6; 8,9)	120,6 (d)
5-OMe	3,35 (3H, s)	52,9 (q)	3,36 (3H, s)	49,9 (q)
2''			4,52 (1H, d, 7,9)	82,5 (d)
3''			3,80 (1H, d, 7,9)	68,9 (d)
4''			2,48 (1H, m) 2,51 (1H, m)	28,8 (t)
5''			-	155,9 (s)
6''			6,07 (1H, s)	96,1 (d)
7''			-	154,9 (s)
8''			-	108,2 (s)
9''			-	155,7 (s)
10''			-	102,2 (s)
1'''			-	131,9 (s)
2'''			6,59 (1H, d, 1,6)	115,5 (d)
3'''			-	145,6 (s)
4'''			-	145,5 (s)
5'''			6,68 (1H, d, 7,9)	116,1 (d)
6'''			6,24 (1H, dd, 1,6; 7,9)	119,9 (d)
5''-OMe			3,34 (3H, s)	50,0 (q)

katekin, dimana senyawa tersebut baru pertama kali dilaporkan pada tumbuhan *T. sinensis*.

Senyawa **2** diperoleh berupa padatan coklat muda. Rumus formula senyawa **2** ditetapkan sebagai  $\text{C}_{32}\text{H}_{30}\text{O}_{12}$  berdasarkan data NMR (Tabel 1), dengan demikian senyawa **2** memiliki 18 derajat ketidakjenuhan. Senyawa **2** menunjukkan adanya serapan maksimum pada  $\lambda_{\text{maks}}$  226 nm ( $E^{1\%} = 1350$ ) yang merupakan ciri adanya sistem terkonjugasi dari cincin benzenoid. Spektrum inframerah menunjukkan adanya pita serapan untuk gugus hidroksil ( $3379\text{ cm}^{-1}$ ), ikatan rangkap dua dari cincin benzenoid ( $1614\text{ cm}^{-1}$ ), dan ikatan C-O ( $1029\text{ cm}^{-1}$ ).

Spektra  $^{13}\text{C}$ -NMR senyawa **2** menunjukkan adanya 32 sinyal karbon, dimana diklasifikasikan

berdasarkan pergeseran kimia dan spektrum HMQC sebagai sepuluh karbon aril teroksidasi, sembilan karbon  $\text{sp}^2$  metin, lima karbon  $\text{sp}^2$  kuarternar, empat karbon  $\text{sp}^3$  metin teroksidasi, satu karbon  $\text{sp}^3$  metilena, satu karbon  $\text{sp}^3$  metin dan dua gugus metoksi. Fungsionalitas tersebut dihitung sebagai duabelas dari delapan belas derajat ketidakjenuhan, dengan demikian enam derajat ketidakjenuhan sesuai dengan molekul yang mengandung enam cincin yang sesuai dengan kerangka dasar senyawa dimer katekin (Sun *et al.*, 2007). Spektrum  $^1\text{H}$  NMR senyawa **2** sangat mirip dengan senyawa **1**, kecuali hilangnya sinyal proton  $\text{sp}^3$  metilena pada  $\delta_{\text{H}}$  2,51 dan 2,84 dan munculnya sinyal  $\text{sp}^3$  metin pada  $\delta_{\text{H}}$  2,78 serta adanya tambahan untuk sinyal-sinyal proton alifatik pada  $\delta$



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

$\delta_{\text{H}}$  4,52 (1H, d,  $J = 7,9$  Hz), 3,80 (1H, d,  $J = 7,9$  Hz), 2,48 (1H, m), 2,51 (1H, m), 2,78 (1H, m). Sinyal-sinyal proton aromatik tipe ABC pada  $\delta_{\text{H}}$  6,24 (1H, dd,  $J = 1,6$  dan  $7,9$  Hz), 6,68 (1H, d,  $J = 7,9$  Hz), dan 6,59 (1H, d,  $J = 1,6$  Hz), adanya sinyal proton aromatik pada  $\delta_{\text{H}}$  6,07 (1H, s), dan adanya 2 gugus metoksi pada  $\delta_{\text{H}}$  3,34 (3H, s) dan 3,36 (3H, s), dengan demikian diduga bahwa senyawa **2** merupakan bikatekin termetilasi yang terbentuk melalui C-4. Untuk menentukan posisi gugus hidroksi, metoksi dan gugus fungsi lainnya pada senyawa **2**, percobaan  $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  COSY dan HMBC dilakukan, dan hasilnya di tunjukkan pada Gambar 2. Proton-proton aromatik pada  $\delta_{\text{H}}$  6,68 dan 6,24 saling terjodoh dan berkorelasi dengan C-1''' ( $\delta_{\text{C}}$  131,9), C-3''' ( $\delta_{\text{C}}$  145,6) dan C-4''' ( $\delta_{\text{C}}$  145,5), sedangkan proton aromatik pada  $\delta_{\text{H}}$  6,59 berkorelasi dengan C-1''' ( $\delta_{\text{C}}$  131,9), C-3''' ( $\delta_{\text{C}}$  145,6) dan C-4''' ( $\delta_{\text{C}}$  145,5), menunjukkan bahwa kedua gugus hidroksi terletak pada posisi C-3''' dan C-4''' pada salah satu cincin benzenoid seperti pada struktur katekin. Proton metoksi pada  $\delta_{\text{H}}$  3,36 berkorelasi dengan C-5 ( $\delta_{\text{C}}$  158,6) menunjukkan bahwa salah satu gugus metoksi terletak pada C-5, sedangkan proton metoksi pada  $\delta_{\text{H}}$  3,34 berkorelasi dengan C-5'' ( $\delta_{\text{C}}$  155,9), menunjukkan pada satu gugus metoksi lainnya terletak pada C-5''. Proton metin  $\text{sp}^3$  pada  $\delta_{\text{H}}$  2,78 berkorelasi dengan C-3 ( $\delta_{\text{C}}$  68,6), C-10 ( $\delta_{\text{C}}$  107,2), dan C-8'' ( $\delta_{\text{C}}$  108,2), menunjukkan bahwa struktur bikatekin terbentuk melalui C-4 dan C-8'' (4 $\rightarrow$ 8). Berdasarkan data-data spektra yang diperoleh, dan data-data spektra dari penelitian sebelumnya (Kondo *et al.*, 2000), maka senyawa **2** diidentifikasi dimer prosianidin (4 $\rightarrow$ 8) termetilasi, dimana senyawa tersebut baru pertama kali dilaporkan pada tumbuhan *T. sinensis*.

Senyawa **1** dan **2** dievaluasi aktivitas toksiknya terhadap benur udang (*Artemia salina*). Senyawa **1** dan **2** menunjukkan aktivitas toksik yang kuat terhadap *Artemia salina* dengan  $\text{LC}_{50}$  berturut-turut, 30,3 dan 36,4  $\mu\text{g}/\text{mL}$ . Dengan demikian adanya struktur bikatekin diduga akan menurunkan aktivitas toksik.

## SIMPULAN

Dua senyawa katekin termetilasi telah diisolasi dari dari kulit batang tumbuhan *Toona sinensis* yang beraktivitas toksik terhadap *Artemia salina* dengan  $\text{LC}_{50}$  berturut-turut 30,3 dan 36,4  $\mu\text{g}/\text{mL}$ .

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada DP2M Dikti atas bantuan dana penelitian, Staf Herbarium Bogoriense, Pusat Penelitian Biologi, LIPI, Bogor, Jawa Barat yang telah membantu dalam determinasi tumbuhan serta Sofa Fajriah, M.Si dan Ahmad Darmawan, M.Si, staf Pusat Penelitian Kimia, LIPI Serpong, Tangerang yang telah membantu dalam pengukuran spektra NMR.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chang, H.C., Hung, W.C., Huang, M.S., & Hsu, H.K., 2002. Extract from the leaves of *Toona sinensis* Roemor exerts potent antiproliferative effect on human lung cancer cells., the American Journal of Chinese Medicine, 30:307-314.
- Es-safi, N.E., Ghidouche, S, & Hucrot, P.H, 2007. Flavonoids; Hemisynthesis, Reactivity, Characterization and free radical scavenging activity, Molecules, 12: 2228-2258.
- Gattuso, G.D, Barreca, C, Gargiulli, U., Leuzzi, & Caristi, C., 2007. Flavonoid composition of Citrus juices, Molecules, 12: 1641-1673.
- Guerrero, R.O., 2004. Bioactivities of latexes from selected tropical plants, Planta Medica, 9: 1-5.
- Haslam, E., 1996. Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action, J. Nat. Prod, 59: 205-215.
- Heyne., 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Jilid II. diter-jemahkan oleh Badan Litbang Kehutanan

- Jakarta, Yayasan Sarana Warna Jaya, Jakarta., 1029-1031.
- Hye, M.A., Taher, M.A., Ali, M.Y., Ali, M.U., & Zaman, S, 2009. Isolation of (+)-Catechin from *Acacia catechu* (Cutch Tree) by a Convenient Method, *J. Sci. Res*, 1(2): 300-305.
- Krishnaraju, A.V., Rao, T.V.N., Sundararaju, D., Vanisree, M., Tsay, H.S. & Subbaraju, G.V., 2005. Assessment of Bioactivity of Indian Medicinal Plants Using Brine Shrimp (*Artemia salina*) Lethality Assay. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 32:125-134.
- Kondo, K., Kurihara, M., Fukuhara, K., Tanaka, T., Suzuki, T., Miyata & Toyoda, M, 2000. Conversion of procyanidin B-type (catechin dimer) to A-type: evidence for abstraction of C-2 hydrogen in catechin during radical oxidation, *Tetrahedron Letters*, 41 (2): 485-488.
- Meyer, B.N., 1982. Brine shrimp Agregat Convenient General Bioassay for Active Plant constituent. *Planta-Medica*, 45: 31-34.
- Mitsui, K., Maejima, H., Saito, H., Fukaya, H., Hitotsuyanagi, Y., & Takeya, K., 2005. Triterpenoid from *Cedrela sinensis*, *Tetrahedron*, 61(44): 10569-10582.
- Park, J.C., Yu, Y.B., Lee, J.H., Choi, J.S., & Ok, K.D., 1996. Phenolic compounds from the rachis of *Cedrela sinensis*., *Korean Journal of Pharmacognosy*, 27: 219-223.
- Sun, J., Shi, J., Jiang, Y., Xue, S., & Wei, X., 2007. Identification of Two Polyphenolic Compounds with Antioxidant Activities in Longan Pericarp Tissues *J. Agric. Food Chem*, 55: 5864-5868.
- Wang, K.J., Yang, R., & Zhang, Y.J., 2007. Phenolic antioxidant (fresh young leaves and shoots of *Toona sinensis*), *Food Chemistry*, 100(1): 305-371.