

Studi Hubungan Struktur dan Aktivitas Senyawa Antioksidan dari Kulit Batang Kandis Gajah (*Garcinia griffithii* T. Anders)

(A Structure-Activity Study of Antioxidant Compounds from
the Stem Bark of Kandis Gajah (*Garcinia griffithii* T. Anders))

ELFITA^{1*}, DACHRIYANUS², SUPRIYATNA³, HUSEIN H. BAHTI⁴

¹Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya

²Fakultas Farmasi, Universitas Andalas, Padang

³Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang

⁴Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang

Diterima 5 Januari 2011, Disetujui 3 Maret 2011

Abstrak: Empat senyawa santon dan dua senyawa benzofenon dari kulit batang kandis gajah (*Garcinia griffithii*) telah diisolasi dengan metode ekstraksi dan kromatografi. Keenam senyawa tersebut adalah 1,7-dihidroksisanton (1), 1,6,7-trihidroksisanton (2), 1,6-dihidroksi-3-metoksi-4,7-di-(3-metilbut-2-enil)santon (3), 1,5-dihidroksi-3,6-dimetoksi-2,7-di-(3-metilbut-2-enil)santon (4), gutiferon I (5), dan isosantosimol (6). Terhadap keenam senyawa hasil isolasi dilakukan uji aktivitas antioksidan dengan tiga metode, yaitu: (i) metode peredaman radikal bebas, (ii) metode santin-santin oksidase (XO), dan (iii) metode nitro tetrazolium biru santin oksidase (NBT/XO). Ditemukan bahwa senyawa gutiferon I (5) dan isosantosimol (6) sangat aktif antioksidan ($IC_{50} \leq 10.2 \mu\text{g/mL}$), senyawa 1,6,7-trihidroksisanton (2) dan 1,6-dihidroksi-3-metoksi-4,7-di-(3-metilbut-2-enil)santon (3) aktif antioksidan ($IC_{50} \leq 100 \mu\text{g/mL}$), sedangkan senyawa 1,7-dihidroksisanton (1) dan 1,5-dihidroksi-3,6-dimetoksi-2,7-di-(3-metilbut-2-enil)santon (4) tidak aktif antioksidan ($IC_{50} > 100 \mu\text{g/mL}$). Berdasarkan data ini dapat disarankan bahwa aktivitas antioksidan dari senyawa hasil isolasi dipengaruhi oleh adanya gugus dihidroksil pada posisi *ortho*, jumlah gugus hidroksil, dan adanya gugus hidroksil pada posisi para terhadap C karbonil pada heterosiklik.

Kata kunci: hubungan struktur dan aktivitas, antioksidan, *Garcinia griffithii*.

Abstract: Four xanthenes and two benzophenones from the stem bark of kandis gajah (*Garcinia griffithii*) by extraction and chromatographic methods have been isolated. The six compounds were determined as: 1,7-dihydroxyxanthone (1), 1,6,7-trihydroxyxanthone (2), 1,6-dihydroxy-3-methoxy-4,7-di-(3-methylbut-2-enyl)xanthone (3), 1,5-dihydroxy-3,6-dimethoxy-2,7-di-(3-methylbut-2-enyl)xanthone (4), guttiferone I (5), and isoxanthochymol (6). All of the isolated compounds were submitted to antioxidant activity assay using three methods: (i) free radical scavenging method, (ii) xanthine-xanthine oxidase (XO) method, and (iii) nitroblue tetrazolium xanthine oxidase (NBT/XO). Guttiferone I (5) and isoxanthochymol (6) have strong antioxidant activity ($IC_{50} \leq 10.2 \mu\text{g/mL}$), 1,6,7-trihydroxyxanthone (2) and 1,6-dihydroxy-3-methoxy-4,7-di-(3-methylbut-2-enyl)xanthone (3) as active compounds ($IC_{50} \leq 100 \mu\text{g/mL}$), while 1,7-dihydroxyxanthone (1) and 1,5-dihydroxy-3,6-dimethoxy-2,7-di-(3-methylbut-2-enyl)xanthone (4) were inactive ($IC_{50} > 100 \mu\text{g/mL}$). Base on the data, antioxidant activity of isolated compounds was influenced by dihydroxyl groups at *ortho* position, number of hydroxyl group, and hydroxyl group at para position to C carbonyl at heterocyclic.

Keywords: structure-activity, antioxidant, *Garcinia griffithii*.

* Penulis korespondensi, Hp. 085211171915
e-mail: el_fi_ta@yahoo.com

PENDAHULUAN

GENUS *Garcinia* kaya dengan kandungan metabolit aromatik seperti santon, benzofenon, dan senyawa fenolat lainnya. Santon dan benzofenon di alam umumnya ditemukan dalam bentuk teroksigenasi maupun teralkilasi dengan keragaman struktur yang tinggi⁽¹⁾. Kedua golongan senyawa ini memiliki hubungan struktur yang erat dan memiliki aktivitas biologi dan farmakologi yang luas seperti antioksidan, sitotoksik, antiinflamasi, antimikroba, dan efek penghambatan terhadap aktivitas santin oksidase dan monoamin oksidase⁽²⁾.

Ditinjau dari struktur molekulnya, senyawa-senyawa dari golongan santon dan benzofenon kaya dengan gugus hidroksil yang sangat berperan terhadap aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan suatu senyawa meningkat jika senyawa tersebut memiliki suatu unit katekol yaitu 1,2-dihidroksifenil^(3,4,5). Gugus hidroksil fenolat, suatu unit kromen, dan rantai samping yang pendek akan mempengaruhi aktivitas antioksidan⁽⁶⁾.

Dinyatakan juga bahwa ikatan rangkap dan gugus karbonil pada rangka dasar yang mengandung cincin heterosiklik seperti pada senyawa santon akan meningkatkan aktivitas antioksidan. Hal ini disebabkan karena stabilisasi radikal yang dihasilkan dengan cara konjugasi dan delokalisasi elektron⁽⁷⁾.

Aktivitas antioksidan yang tinggi pada senyawa benzofenon disebabkan oleh adanya gugus hidroksil fenolat, unit katekol, dan suatu β -diketon^(8,9). Selanjutnya, keberadaan gugus *para* hidroksil pada senyawa-senyawa turunan fenolat dapat meningkatkan aktivitas antioksidan⁽¹⁰⁾.

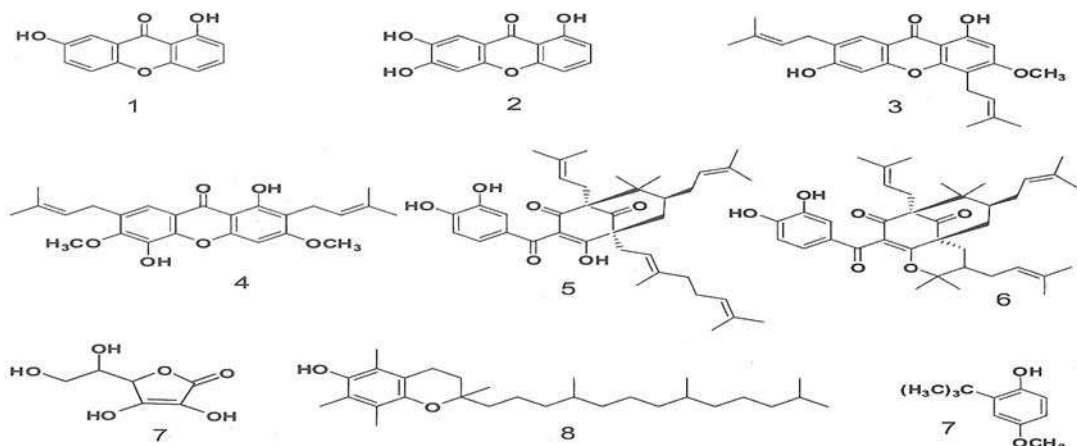
Pemilihan metode uji antioksidan berpengaruh

terhadap aktivitas yang diberikan karena adanya perbedaan tipe reaksi, kondisi yang digunakan, dan sasaran pengamatan dari setiap metode. Dengan pengujian aktivitas antioksidan menggunakan beberapa metode dapat diketahui apakah suatu senyawa memiliki sifat antioksidan tertentu atau memiliki sifat antioksidan yang lebih luas⁽¹¹⁾.

Pada penelitian sebelumnya telah dilaporkan enam senyawa dari kulit batang kandis gajah ini yaitu 1,7-dihidroksisanton (1), 1,6,7-trihidroksisanton (2), 1,6-dihidroksi-3-metoksi-4,7-di-(3-metilbut-2-enil)santon (3), 1,5-dihidroksi-3,6-dimetoksi-2,7-di-(3-metilbut-2-enil)santon (4), gutiferon I (5), dan isosantosimol (6)^(12,13). Struktur molekul keenam senyawa hasil isolasi dan standar antioksidan tertera pada Gambar 1, dan telah dilaporkan aktivitas antioksidannya dengan metode DPPH⁽¹⁴⁾. Pada makalah ini dilaporkan uji aktivitas keenam senyawa tersebut dengan metode yang lebih spesifik untuk asam urat, yaitu metode santin-santin oksidase (XO), yang didasarkan pada kemampuan menghambat aktivitas enzim santin oksidase, dan metode nitro tetrazolium biru santin oksidase (NBT/XO) yang didasarkan pada kemampuan meredam radikal anion superoksida. Dari hasil uji aktivitas antioksidan keenam senyawa tersebut dengan tiga metode uji di atas, dikaji hubungan antara struktur senyawa dengan aktivitas antioksidan yang dimilikinya.

BAHAN DAN METODE

BAHAN. Kulit batang tumbuhan *G. griffithii*, metanol, *n*-heksan, etil asetat, diklorometan, aseton, kloroform, silika gel Merck 60 GF₂₅₄ (230-400 mesh), silika



Gambar 1. Struktur molekul keenam senyawa hasil isolasi (senyawa 1-6), dan standar antioksidan: asam askorbat(7), α -tokoferol(8), dan BHA(9).

gel Merck 60G (70-230 mesh), plat KLT Kiessel gel 60 GF₂₅₄, 0,25 mm, 20 x 20 cm. bufer fosfat, dimetilsulfoksida (DMSO), 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH), santin oksidase (XO), santin (XH), sodium dodesilsulfat (SDS), dan nitro tetrazolium biru (NBT) dari Sigma-Aldrich *pure chemical industries* United Kingdom.

Alat. Peralatan gelas dan instrumen pendukungnya yang biasa digunakan di Laboratorium Kimia Organik Bahan Alam dan peralatan uji antioksidan seperti pipet mikro, vial gelap, dan spektrofotometer UV-vis.

METODE. Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH⁽⁹⁾. Larutan DPPH 0.05 mM disiapkan dalam metanol. Larutan induk dibuat dengan melarutkan sampel dalam dimetil sulfoksida (DMSO) dengan konsentrasi 1000 µg/mL. Variasi konsentrasi sampel dibuat dengan pengenceran larutan induk menjadi 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25, dan 0 µg/mL. Pada 0.2 mL berbagai konsentrasi larutan sampel ditambahkan 3.8 mL larutan DPPH 0.05 mM. Campuran larutan dihomogenkan dan dibiarkan selama 30 menit ditempat gelap. Serapan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada λ_{maks} 517 nm. Untuk kontrol positif digunakan antioksidan standar (asam askorbat, α -tokoferol, dan BHA) dengan perlakuan yang sama seperti sampel. Aktivitas antioksidan sampel ditentukan oleh besarnya hambatan serapan radikal DPPH melalui perhitungan persentase inhibisi serapan DPPH dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{A_k - A_s}{A_k} \times 100$$

Keterangan : Ak = Absorban kontrol; As = Absorban sampel

Uji aktivitas antioksidan dengan metode XO⁽¹⁵⁾. Larutan enzim santin oksidase (XO) disiapkan dengan melarutkannya dalam bufer fosfat 0.05 M; pH 7.4 dengan konsentrasi 1 unit/mL. Larutan substrat santin (XH) dibuat segar dengan konsentrasi 0.5×10^{-2} M dalam bufer fosfat 0.05 M; pH 7.4. Larutan sodium dodesil sulfat (SDS) dibuat dengan konsentrasi 69 mM. Larutan uji dibuat dari pengenceran larutan induk dengan DMSO pada berbagai konsentrasi, yaitu 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25, dan 0 µg/mL.

Sebanyak 100 µL berbagai konsentrasi cuplikan ditambahkan pada 100 µL larutan santin oksidase 1 unit/mL. Campuran diinkubasi selama 20 menit pada suhu kamar. Setelah inkubasi, 500 µL substrat santin 0.5×10^{-2} M ditambahkan ke dalam campuran tersebut dan diinkubasi kembali selama 20 menit. Kemudian reaksi dihentikan dengan menambahkan 500 µL SDS 69 mM. Dengan cara yang sama juga disiapkan larutan antioksidan standar (asam askorbat, α -tokoferol, dan BHA) sebagai pembanding. Larutan uji diukur pada

λ_{maks} 290 nm dengan menggunakan spektrofotometer. Persen penghambatan aktivitas enzim santin oksidase ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Penghambatan aktivitas} = \left(1 - \frac{P_2 - P_0}{P_1 - P_0} \right) \times 100$$

Keterangan : P0 = Absorban blanko; P1 = Absorban kontrol; P2 = Absorban sampel

Penentuan IC₅₀. IC₅₀ ditentukan berdasarkan persamaan regresi:

$$Y = a + bX$$

Keterangan : Y: persen inhibisi; a: intersepsi; b: koefisien regresi
X: konsentrasi senyawa uji

Nilai a dan b ditentukan dari data % inhibisi pada berbagai konsentrasi. Konsentrasi yang dipilih adalah yang dapat memprediksi IC₅₀. Penghitungan nilai a dan b dilakukan dengan metode regresi linier dari program *Statistica* 7.0. Jika Y = 50% maka diperoleh X yang menunjukkan nilai IC₅₀.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai IC₅₀ senyawa 1~6, dan standar antioksidan (asam askorbat, α -tokoferol, dan BHA) tertera pada Tabel 1. Suatu senyawa dikelompokkan sangat aktif, aktif, dan tidak aktif antioksidan jika memiliki nilai IC₅₀ berturut-turut: < 10; < 100; dan > 100 µg/mL. Dilaporkan juga bahwa senyawa antioksidan dengan nilai IC₅₀ ≤ 11.4 dikelompokkan sangat aktif⁽¹⁷⁾.

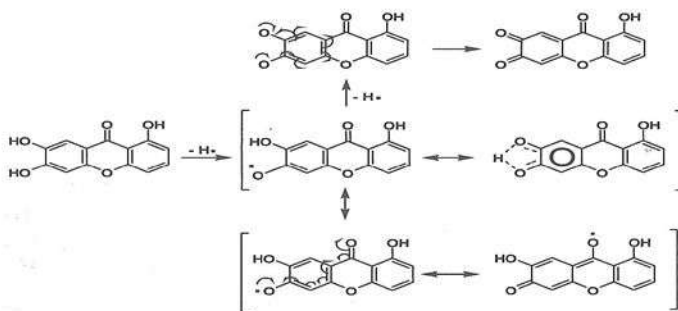
Senyawa 5 dan 6 sangat aktif antioksidan dengan ketiga metode uji (IC₅₀ ≤ 10.2 µg/mL). Hal ini disebabkan karena kedua senyawa benzofenon tersebut memiliki gugus hidroksil fenolat, unit katekol, dan suatu β -diketon. Perbedaan tipe reaksi dari ketiga metode uji, ternyata memberikan hasil yang selaras terhadap kedua senyawa tersebut.

Senyawa 2 sangat aktif antioksidan dengan metode DPPH (IC₅₀ 9.8 µg/mL). Hal ini disebabkan karena senyawa 2 memiliki unit katekol, gugus *para* hidroksil terhadap karbonil, dan rantai samping yang pendek. Hal ini menyebabkan radikal antioksidan yang dihasilkan dapat distabilkan oleh konjugasi dan delokalisasi elektron, serta memiliki halangan sterik yang kecil.

Senyawa yang memiliki unit katekol atau 1,2-dihidroksifenil lebih mudah mengalami abstraksi proton oleh radikal bebas membentuk radikal bebas yang lebih stabil. Kestabilan ini disebabkan karena radikal bebas yang dihasilkan dapat membentuk ikatan hidrogen intramolekul dengan gugus hidroksil di sampingnya dan suatu diketon. Begitu pula dengan senyawa yang memiliki gugus hidroksil pada posisi *para* terhadap gugus karbonil, mudah mengalami

Tabel 1. Nilai IC_{50} senyawa hasil isolasi (1~6), dan standar antioksidan (asam askorbat, α -tokoferol, dan BHA).

No.	Senyawa uji	Nilai IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)		
		DPPH	XO	NBT/XO
1.	1,7-Dihidroksisanton (1)	>100	>100	>100
2.	1,6,7-Trihidroksisanton (2)	9.8	23.9	37.2
3.	1,6-Dihidroksi-3-metoksi-4,7-di-(3-metilbut-2-enil)santon (3)	74.7	38.9	40.8
4.	1,5-Dihidroksi-3,6-dimetoksi-2,7-di-(3-metilbut-2-enil)santon (4)	>100	>100	>100
5.	Gutiferon I (5)	8.0	9.9	8.4
6.	Isosantosimol (6)	7.7	10.2	9.4
7.	Asam askorbat (7)	10.6	18.1	19.1
8.	α -Tokoferol (8)	18.2	32.8	38.0
9.	BHA (9)	17.6	35.1	40.9



Gambar 2. Penggambaran stabilisasi radikal bebas senyawa 2 oleh pembentukan ikatan hidrogen intramolekul, suatu diketon, distribusi, dan delokalisasi elektron.

abstraksi proton oleh radikal bebas membentuk radikal bebas baru yang lebih stabil. Kestabilan ini disebabkan karena terjadinya distribusi dan delokalisasi elektron⁽¹⁶⁾. Penggambaran stabilisasi radikal bebas senyawa 2 oleh pembentukan ikatan hidrogen intramolekul, suatu diketon, distribusi, dan delokalisasi elektron, tertera pada Gambar 2.

Dengan metode XO, senyawa 2 memberikan aktivitas antioksidan lebih rendah (IC_{50} 23.9 $\mu\text{g/mL}$), yang disebabkan karena senyawa tersebut kurang maksimal menghambat kerja enzim santin oksidase. Struktur molekulnya mungkin menyebabkan senyawa 2 kalah bersaing dengan substrat santin dalam reaksi oksidasi sehingga kerja enzim santin oksidase tidak terhalangi. Akibatnya, penurunan produk asam urat yang terbentuk tidak maksimal. Begitu pula dengan metode uji NBT/XO (IC_{50} 37.2 $\mu\text{g/mL}$), senyawa 2 kalah bersaing dengan radikal anion superoksida, sehingga kurang kuat menghambat reduksi NBT oleh radikal anion superoksida yang dihasilkan. Akibatnya

peredaman jumlah radikal tersebut tidak maksimal.

senyawa 3 memiliki aktivitas antioksidan yang kurang aktif dengan metode DPPH (IC_{50} 74.7 $\mu\text{g/mL}$). Namun demikian, dengan metode XO dan NBT/XO senyawa 3 memberikan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dengan nilai IC_{50} masing-masing adalah 38.9 $\mu\text{g/mL}$ dan 40.8 $\mu\text{g/mL}$. Nilai ini setara dengan aktivitas antioksidan α -tokoferol dan BHA. Aktivitas yang tinggi ini disebabkan karena senyawa 3 mampu bersaing dengan substrat santin dalam reaksi oksidasi, sehingga aktivitas enzim santin oksidase dapat dihalangi. Akibatnya terjadi penurunan jumlah asam urat yang terbentuk. Disamping itu, karena senyawa 3 memiliki gugus *para* hidroksil, maka senyawa ini memiliki kemampuan untuk menghambat reduksi NBT oleh radikal anion superoksida.

senyawa 1 dan 4, tidak memiliki aktivitas antioksidan dengan ketiga metode uji (IC_{50} > 100 $\mu\text{g/mL}$). Ditinjau dari struktur molekulnya, senyawa 1 tidak memiliki unit katekol dan gugus *para* hidroksil terhadap karbonil, sehingga radikal yang dihasilkan kurang distabilkan, baik oleh konjugasi maupun oleh delokalisasi elektron. Begitu pula dengan senyawa 4, yaitu dengan adanya gugus metoksil maka akan mengurangi jumlah hidroksil bebas, akibatnya terjadi penurunan aktivitas antioksidan.

SIMPULAN

senyawa 5 dan 6 sangat aktif antioksidan dengan ketiga metode uji ($IC_{50} \leq 10.2$ $\mu\text{g/mL}$). senyawa 2 sangat aktif dengan metode DPPH (IC_{50} 9.8 $\mu\text{g/mL}$), tetapi dengan metode XO dan NBT/XO, senyawa 2 memberikan aktivitas antioksidan yang lebih rendah (IC_{50} 23.9 $\mu\text{g/mL}$ dan 37.2 $\mu\text{g/mL}$). senyawa 3 memiliki aktivitas antioksidan lebih rendah dibanding ketiga standar

antioksidan dengan metode DPPH (IC_{50} 74.7 $\mu\text{g/mL}$), tetapi dengan metode XO dan NBT/XO, senyawa 3 memberikan aktivitas yang lebih tinggi (IC_{50} 38.9 $\mu\text{g/mL}$ dan 40.8 $\mu\text{g/mL}$). Senyawa 1 dan 4 tidak memiliki aktivitas antioksidan ($IC_{50} > 100 \mu\text{g/mL}$) dengan ketiga metode uji.

Senyawa 5 dan 6 sangat aktif antioksidan karena memiliki gugus hidroksil fenolat, unit katekol, dan suatu β -diketon. Masuknya gugus hidroksil pada posisi C-6 (senyawa 2) meningkatkan aktivitas antioksidan, sedangkan masuknya gugus prenil (senyawa 3 dan 4) menurunkan aktivitas antioksidan. Demikian pula halnya jika terjadi pengurangan gugus hidroksil bebas (senyawa 1, 3, dan 4) akan menurunkan aktivitas antioksidan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Ibu Sofa Fajriah dari Pusat Penelitian Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Serpong Jakarta dan kepada Prof. Dr. Luc Pieters serta Prof. Dr. Sandra Apers dari Department of Pharmaceutical Sciences University of Antwerp Belgia, yang telah membantu pengukuran dan analisis spektroskopi resonansi magnetik inti dan spektroskopi massa. Terima kasih juga kepada staf Herbarium Anda, Universitas Andalas, Padang yang telah mengidentifikasi sampel tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Joseph GS, Jayaprakasha GK, Selvi AT, Jena BS, Sakariah KK. Antiaflatoxigenic and antioxidant activities of *Garcinia* extracts. *Int J Food Microbiol*. 2005. 101:153-60.
- Chiang YM, Kuo YH, Oota S, and Fukuyama Y. Xanthenes and benzophenones from the stems of *Garcinia multiflora*. *J Nat Prod*. 2003. 66:1070-3.
- Silva FAM, Borges F, Guimaraes C, Lima JLF, Matos C, Reis S. Phenolic Acids and Derivatives: Studies on the relationship among structure, radical scavenging activity, and physicochemical parameters. *J Agri Food Chem*. 2000. 48: 2122-6.
- Ito C, Itoigawa M, Takakura T, Ruangrunsi N, Enjo F, Tokuda H, *et al*. Chemical constituents of *Garcinia fusca*: structure elucidation of eight new xanthenes and their cancer chemopreventive activity. *J Nat Prod*. 2003. 66:200-205.
- Hay AE, Aumond MC, Mallet S, Dumonted V, Litaudon M, Rondeau D, *et al*. Antioxidant xanthenes from *Garcinia vieillardii*. *J Nat Prod*. 2004. 67:707-9.
- Terashima K, Takaya Y, Niwa M. Powerful antioxidative agents based on garcinoic acid from *Garcinia kola*. *Bioorganic and Med Chem*. 2002. 10:1619-25.
- Heim KE, Tagliaferro AR, Bobilya DJ. Flavonoid antioxidant: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *J Nutri Biochem*. 2002. 13: 572-84.
- Yamaguchi F, Saito M, Ariga T, Yoshimura Y, Nakazawa H. Free radical scavenging activity and antiulcer activity of garcinol from *Garcinia indica* fruit rind. *J Agri Food Chem*. 2000. 48:2320-5.
- Selvi AT, Joseph GS, Jayaprakasha GK. Inhibition of growth and aflatoxin production in *Aspergillus flavus* by *Garcinia indica* extract and its antioxidant activity. *Food Microbiol*. 2003. 20:455-60.
- Stojanovic S, Sprinz H, Brede O. Efficiency and mechanism of the antioxidant action of *trans*-resveratrol and its analogues in the radical liposome oxidation. *Arch Biochem and Biophys*. 2001. 391(1):78-89.
- Fukumoto LR and Mazza G. Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *J Agri Food Chem*. 2000. 48:3597-604.
- Elfita, Supriyatna S, Bahti HH, Dachriyanus. Diprenylated xanthone from the stem bark of *Garcinia griffithii*. *Indo J Chem*. 2008. 8(1):97-100.
- Elfita E, Muharni M, Madyawati L, Darwati D, Ari W, Supriyatna S, *et al*. Antiplasmodial and other constituents from four Indonesian *Garcinia sp*. *Phytochemistry*. 2009. 70:907-12.
- Elfita, Supriyatna S, Bahti HH, Dachriyanus. Chemical constituent from the stem bark of *Kandis Gajah (Garcinia griffithii T. Anders)* and their antioxidant activity. *International Seminar on The Role of Chemistry in Industry and Environment*, held in UNAND, Padang, 2007.
- McCune LM and Johns T. Antioxidant Activity in Medicinal Plants Associated with the Symptoms of Diabetes Mellitus Used by the Indigenous Peoples of the North American Boreal Forest. *Journal of Ethnopharmacology*. 2002. 82: 197-205.
- Elfita. *Santon dan Benzofenon dari Tumbuhan Kandis Gajah (Garcinia griffithii T. Anders) dan Aktivitas Antioksidannya (Disertasi)*. Bandung: Jurusan Ilmu Kimia Universitas Padjadjaran; 2008. 52-53.
- Deachathai S, Mahabusaracam W, Phongpacichit S, Taylor WC, Zhang YJ, and Yang CR. Phenolic Compound from the Flowers of *Garcinia dulcis*. *Phytochemistry*. 2006. 67: 464-469.