

Senyawa Antioksidan Isosantosimol dari Kulit Batang *Garcinia griffithii*

Antioxidant Isosantosimol from Garcinia griffithii Stem Bark

Elfita¹⁾, Supriyatna²⁾, Husein H. Bahti³⁾ & Dachariyanus⁴⁾

¹⁾Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya

²⁾Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran

³⁾Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Padjadjaran

⁴⁾Jurusan Farmasi, Fakultas MIPA, Universitas Andalas

ABSTRACT

A polyisoprenylated benzophenone, isosantosimol had been isolated from the stem bark of *Garcinia griffithii* T. Anders. The structure of these compound was determined on the basis of spectroscopic data including UV, IR, ¹H NMR, ¹³C NMR, HMQC, HMBC and COSY, as well as by direct comparison with those of reported data. The antioxidant activity of this compound was observed using radical scavenging 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH) model systems.

Keywords: Isoxanthochymol, antioxidant, *Garcinia griffithii*

PENDAHULUAN

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat meredam efek negatif dari radikal bebas dalam tubuh. Radikal bebas merupakan molekul yang sifatnya sangat tidak stabil, sangat reaktif dan bersifat merusak jaringan. Senyawa radikal bebas terbentuk akibat faktor eksogenik di lingkungan sekitar kita seperti polusi berupa asap rokok, asap kendaraan bermotor, bahan-bahan pencemar dan radiasi matahari. Disamping itu radikal bebas juga dapat terbentuk akibat proses kimia kompleks dalam tubuh, berupa hasil samping dari metabolisme sel, proses oksidasi dan makanan yang tidak sehat sebagai sumber radikal bebas (Young *et al.* 1999)

Sumber yang potensial untuk menemukan senyawa antioksidan adalah dari tumbuh-tumbuhan yang mengandung senyawa turunan fenolik. Salah satunya adalah genus *Garcinia* yang diketahui kaya dengan senyawa turunan fenolik yaitu dari golongan benzofenon, santon, dan flavonoid (Baggett *et al.* 2005). Salah satu spesies *Garcinia* adalah *G. griffithii* yang di Indonesia dikenal dengan nama kandis gajah atau kandis apel karena buahnya seperti apel (Whitmore 1973). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pada kulit batang *G. griffithii* terdapat senyawa-senyawa dari golongan santon dan benzofenon. Nilar *et al.* (2005) melaporkan kandungan kimia kulit batang tumbuhan ini terdiri dari senyawa 1,7-dihidroksisanton, 1,3,5,6-tetrahidroksisanton, 1,3,6,7-tetrahidroksisanton, cambogin dan

guttiferon I. Xu *et al.* (1998) melaporkan senyawa griffipavisanton mempunyai aktivitas sitotoksik.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan senyawa benzofenon terpoliprenilasi yaitu isosantosimol dari kulit batang tumbuhan *Garcinia griffithii*. Struktur molekul senyawa isosantosimol tersebut ditetapkan berdasarkan data spektroskopi UV, IR, ¹H NMR, ¹³C NMR, HMQC, HMBC dan COSY serta didukung oleh perbandingan data sejenis yang telah dilaporkan sebelumnya (Gustafson *et al.* 1992). Senyawa isosantosimol sebelumnya sudah ditemukan pada buah *G. xanthochymus* (Baggett *et al.* 2005) dan dari kulit batang *G. livingstonei* (Gustafson *et al.* 1992). Namun demikian aktivitas antioksidan dari senyawa ini belum dilaporkan. Ditinjau dari struktur molekulnya, senyawa-senyawa dari golongan benzofenon ini kaya dengan gugus hidroksil. Gugus hidroksil tersebut sangat berperan terhadap aktivitas antioksidan yang dihasilkan (Minami *et al.* 1994).

METODE

Percobaan umum

Spektrum UV dan IR diukur menggunakan spektrofotometer Beckman DU-700 dan Shimadzu FTIR 8400. Spektrum ¹H dan ¹³C NMR ditentukan dengan spektrofotometer JEOL JNM ECA-500 yang beroperasi pada 500 MHz (¹H) dan 125 MHz (¹³C), menggunakan TMS sebagai standar. Kromatografi vakum cair (KVC) dilakukan menggunakan Si gel 60 (230-400 Mesh),

kromatografi kolom grafitasi dilakukan menggunakan Si gel 60 (70-230 Mesh). Analisis KLT dilakukan menggunakan plat KLT Kieselgel 60 GF₂₅₄ 0,25 mm. Pelarut yang digunakan seluruhnya berkualitas teknis dan telah didestilasi.

Bahan tumbuhan

Bahan tumbuhan berupa kulit batang *G. griffithii* diambil di daerah Sarasah Bonta, Lembah Harau, kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat, pada bulan April 2006. Identifikasi tumbuhan dilakukan di Herbarium Universitas Andalas (ANDA) Padang.

Ekstraksi dan isolasi

Sebanyak 1 kg bubuk kering sampel diekstraksi dengan cara maserasi berturut-turut menggunakan pelarut *n*-heksan, diklorometan dan metanol. Masing-masing ekstrak dikeringkan pada tekanan rendah menghasilkan 35,2 g ekstrak pekat *n*-heksana, 23,5 g ekstrak pekat diklorometan dan 125,4 g ekstrak pekat metanol.

Sebanyak 20 g ekstrak *n*-heksan dilakukan pemisahan dengan kromatografi vakum cair dengan adsorben Si gel dan eluen *n*-heksan-diklorometan secara bergradien (10:0 – 0:10) menghasilkan empat fraksi FH1-FH4 (masing-masing 6,75 g, 4,91 g, 2,52 g, dan 4,45 g). Fraksi FH4 (4,02 g) selanjutnya dikromatografi kolom dengan eluen *n*-heksan-EtOAc (9:1 – 2:8) menghasilkan lima fraksi kolom yaitu FH4.1-FH4.5. Fraksi kolom FH4.4 direkromatografi kolom dengan eluen *n*-heksan-diklorometan (2:8) dan rekristalisasi, dihasilkan senyawa murni (7 mg) yang diidentifikasi sebagai isosantosimol.

Uji aktivitas antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH (Selvi *et al.* 2003). Langkah awal adalah pembuatan pereaksi DPPH. Mula-mula dilakukan pembuatan ditimbang sebanyak 1,97 mg DPPH, lalu dilarutkan dalam 100 ml metanol di dalam labu ukur 100 ml, sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 0,05 mM.

Langkah selanjutnya adalah penentuan panjang gelombang serapan maximum DPPH. Mula-mula dilakukan pembuatan larutan induk dengan melarutkan sampel dalam dimetil sulfoksida (DMSO) pada 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. Kepada 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 α-tokoferol 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:

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

A_k = Absorban kontrol (serapan radikal DPPH 0,05 mM pada λ 517 nm)

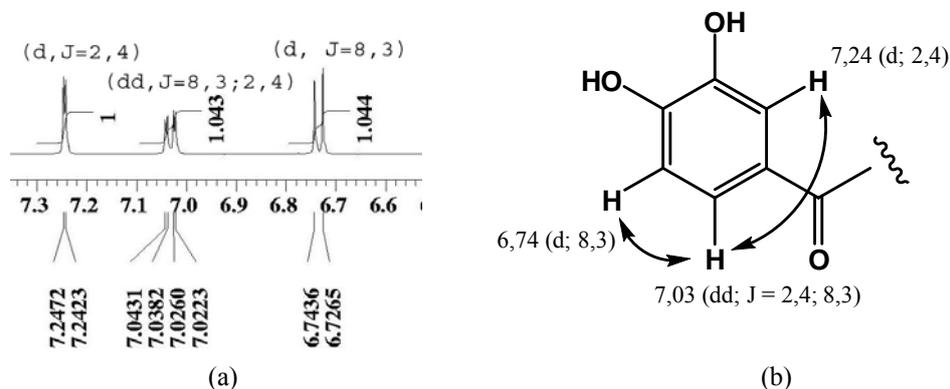
A_s = Absorban sampel (serapan sampel dalam radikal DPPH 0,05 mM pada λ 517 nm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

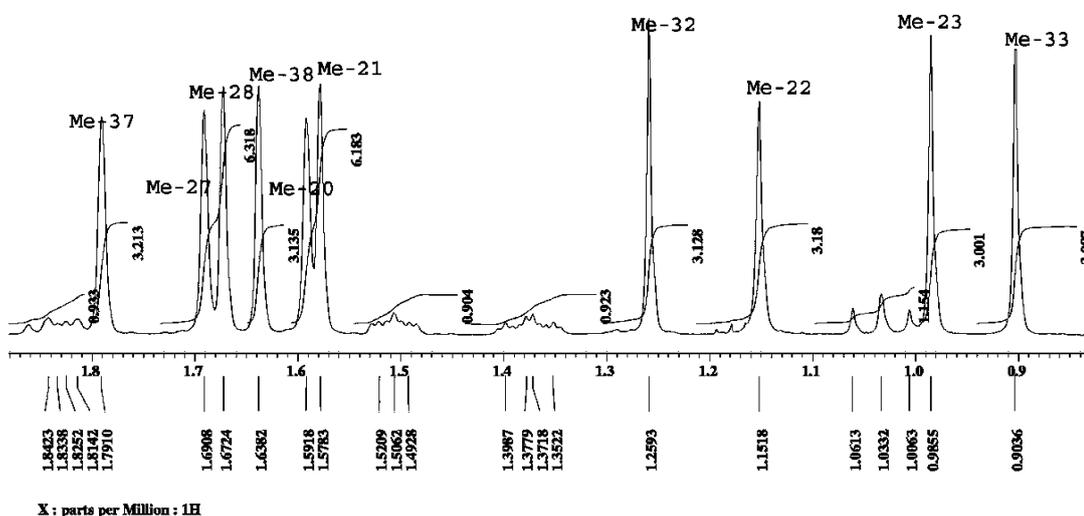
Ekstraksi secara bertingkat dari kulit batang *G. griffithii* (1 Kg) menghasilkan ekstrak kental *n*-heksana (35,2 g), diklorometana (23,5 g) dan metanol (125,4 g). Sebagian dari ekstrak *n*-heksana (20 g) difraksinasi dengan KVC dan dihasilkan empat fraksi FH1-FH4. Pemisahan dan pemurnian fraksi FH4 menghasilkan senyawa murni (7 mg) yang diidentifikasi sebagai isosantosimol.

Isosantosimol.

Diperoleh berupa kristal jarum kuning, dengan titik leleh 243-245 °C, [α]_D +184° (MeOH, c 0,1), UV (MeOH) λ_{maks} nm: 233, 277, dan 312; UV (MeOH+ NaOH) λ_{maks} nm: 253, 277 dan 348 nm; IR (KBr) ν_{maks} cm⁻¹: 3467 (gugus -OH), 1720 (C=O karbonil yang tidak terkonyugasi), 1678 (C=O karbonil yang terkonyugasi), 1604, 1519 dan 1446 (C=C benzena) dan 1184 (C-O eter) (Elfita *et al.* 2007). Pada spektrum ¹H NMR terlihat adanya tiga proton aromatik dengan munculnya sinyal pada δ_H 6,74 (1H, *d*, *J* = 8,3 Hz); 7,03 (1H, *dd*, *J* = 2,4 dan 8,3 Hz); dan 7,24 (1H, *d*, *J* = 2,4 Hz). Dari multiplisitas dan harga tetapan kaplingnya diketahui bahwa proton aromatik tersebut ada yang terkapling *orto* dan *orto meta* yang merupakan ciri khas untuk gugus 1,2,4-trisubstitusi benzen dari rangka dasar benzofenon. Ketiga proton aromatik tersebut tampak pada Gambar 1. Potongan spektrum ¹H NMR pada Gambar 2 menunjukkan adanya 10 sinyal untuk gugus metil yaitu pada δ_H 0,90; 0,98; 1,15; 1,26; 1,58; 1,59; 1,64; 1,67; 1,69; dan 1,79 ppm. Enam gugus metil berasal dari tiga gugus prenil dan empat gugus metil lainnya berasal dari dua pasang gem dimetil. Keberadaan tiga gugus prenil didukung oleh adanya tiga sinyal proton vinilik yaitu pada δ_H 4,90; 4,92; dan 5,21 ppm dan tiga pasang sinyal proton alilik yang tidak selingkungan kimia sehingga muncul pada enam geseran kimia yaitu pada δ_H 2,44 (1H, *m*); 2,62 (1H, *m*); 2,12 (1H, *m*); 2,66 (1H, *m*); 1,82 (1H, *m*); dan 2,05 (1H, *m*).



Gambar 1. Potongan spektrum ^1H NMR senyawa hasil isolasi untuk sinyal pada δ_{H} 6,74 (1H, d , $J = 8,3$ Hz); 7,03 (1H, dd , $J = 2,4$ dan $8,3$ Hz) dan 7,24 (1H, d , $J = 2,4$ Hz) (a) Potongan kerangka dasar benzofenon (CD_3OD , 500 MHz) (b).



Gambar 2. Potongan spektrum ^1H NMR senyawa (**6**) yang menunjukkan serapan 10 gugus metil pada δ_{H} 0,90 -1,85 ppm (CD_3OD , 500 MHz).

Identifikasi sinyal-sinyal karbon dan proton lebih lanjut ditetapkan berdasarkan spektrum NMR 2D yang meliputi: HMQC, HMBC, dan COSY. Senyawa ini mirip dengan senyawa isosantosimol yang sudah pernah ditemukan sebelumnya pada buah *G. xanthochymus* (Baggett *et al.* 2005) dan dari kulit batang *G. livingstonei* (Gustafson *et al.* 1992), sehingga data spektroskopi senyawa hasil isolasi (**1**) dibandingkan dengan data spektroskopi senyawa isosantosimol dari literatur (**1***) (Gustafson *et al.* 1992). Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Data spektrum HMBC pada Tabel 1, menunjukkan adanya: i) dua pasang *gem*-dimetil. Proton pada δ_{H} 1,15 ppm (Me-22) yang berkorelasi dua ikatan dengan C-5 dan

tiga ikatan dengan C-4 dan C-23, dan δ_{H} 0,98 ppm (Me-23) berkorelasi dua ikatan dengan C-5 dan tiga ikatan dengan C-4 dan C-22, sehingga diketahui bahwa untuk *gem*-dimetil pertama terikat pada C-5. Proton pada δ_{H} 1,26 ppm (Me-32) berkorelasi dua ikatan dengan C-31 dan berkorelasi tiga ikatan dengan C-30 dan C-33, dan proton pada δ_{H} 0,90 ppm (Me-33) berkorelasi dua ikatan dengan C-31 dan berkorelasi tiga ikatan dengan C-30 dan C-32, sehingga diketahui bahwa untuk *gem*-dimetil kedua terikat pada C-31. Untuk gugus prenil pertama, proton metilen pada δ_{H} 2,44 (H-17A) dan 2,62 ppm (H-17B) berkorelasi dua ikatan dengan C-4 dan C-18 dan tiga ikatan dengan C-9, sehingga diketahui bahwa gugus tersebut tersubstitusi pada C-4. Gugus prenil kedua,

proton metilen pada δ_H 2,12 (H-24A) dan 2,66 ppm (H-24B) berkorelasi dua ikatan dengan C-6 dan C-25, dan berkorelasi tiga ikatan dengan C-5, sehingga diketahui bahwa gugus tersebut tersubstitusi pada C-6. Gugus prenil ketiga,

proton metilen pada δ_H 1,82 (H-34A) dan 2,05 ppm (H-34B) berkorelasi dua ikatan dengan C-30 dan berkorelasi tiga ikatan dengan C-29, yang menunjukkan bahwa gugus tersebut tersubstitusi pada C-30.

Tabel 1. Data NMR senyawa isosantosimol hasil isolasi (**1**) dan isosantosimol pembanding (**1***) dalam metanol- d_4

No. C	δ_C ppm 1	δ_C ppm 1*	δ_H ppm (ΣH , multiplisitas, J dalam Hz) 6	δ_H ppm (ΣH , multiplisitas, J dalam Hz) 6*
1	173,7	172,4		
2	126,6	110,6		
3	196,4	196,1		
4	69,6	70,4		
5	47,2	47,4		
6	47,6	47,5	1,51 (1H, <i>m</i>)	1,53 (1H, <i>m</i>)
7	40,2	38,8	A. 2,01 (1H, <i>m</i>) B. 2,28 (1H, <i>d</i> , $J = 14,7$)	1,81 (1H, <i>dd</i> , $J = 14,2; 7,2$) 2,51 (1H, <i>dd</i> , $J = 14,2; 0,9$)
8	52,7	49,6		
9	208,0	209,9		
10	194,3	194,1		
11	131,2	131,1		
12	116,3	116,1	7,24 (1H, <i>d</i> , $J = 2,4$)	7,25 (1H, <i>d</i> , $J = 2,2$)
13	146,7	146,4		
14	152,7	152,5		
15	115,7	115,5	6,74 (1H, <i>d</i> , $J = 8,3$)	6,71 (1H, <i>d</i> , $J = 8,3$)
16	124,4	124,3	7,03 (1H, <i>dd</i> , $J = 8,3; 2,4$)	7,03 (1H, <i>dd</i> , $J = 8,3; 2,2$)
17	26,7	26,3	A. 2,44 (1H, <i>m</i>) B. 2,62 (1H, <i>m</i>)	2,45 (1H, <i>dd</i> , $J = 13,5; 5,7$) 2,59 (1H, <i>dd</i> , $J = 13,5; 8,2$)
18	121,3	121,2	4,90 (1H, <i>m</i>)	4,88 (1H, <i>m</i>)
19	135,5	135,2		
20	26,6	26,5	1,59 (3H, <i>s</i>)	1,58 (3H, <i>s</i>)
21	18,4	18,3	1,58 (3H, <i>s</i>)	1,66 (3H, <i>s</i>)
22	23,0	22,7	1,15 (3H, <i>s</i>)	1,13 (3H, <i>s</i>)
23	27,2	27,1	0,98 (3H, <i>s</i>)	0,98 (3H, <i>s</i>)
24	30,6	30,5	A. 2,12 (1H, <i>m</i>) B. 2,66 (1H, <i>m</i>)	2,14 (1H, <i>m</i>) 2,58 (1H, <i>m</i>)
25	126,4	126,4	4,92 (1H, <i>m</i>)	4,93 (1H, <i>m</i>)
26	134,1	133,8		
27	26,2	26,2	1,69 (3H, <i>s</i>)	1,69 (3H, <i>s</i>)
28	18,2	18,1	1,67 (3H, <i>s</i>)	1,64 (3H, <i>s</i>)
29	30,6	30,2	A. 1,03 (1H, <i>m</i>) B. 3,03 (1H, <i>m</i>)	1,62 (1H, <i>dd</i> , $J = 13,8; 2,6$) 1,96 (1H, <i>dd</i> , $J = 13,8; 13,5$)
30	44,7	41,1	1,37 (1H, <i>m</i>)	1,88 (1H, <i>m</i>)
31	88,3	87,2		
32	21,7	22,2	0,90 (3H, <i>s</i>)	0,83 (3H, <i>s</i>)
33	29,1	28,4	1,26 (3H, <i>s</i>)	1,26 (3H, <i>s</i>)
34	29,3	31,0	A. 1,82 (1H, <i>m</i>) B. 2,05 (1H, <i>m</i>)	1,82 (1H, <i>m</i>) 2,11 (1H, <i>m</i>)
35	123,0	122,7	5,21 (1H, <i>t</i> , $J = 6,1$)	5,11 (1H, <i>ddd</i> , $J = 6,5; 6,5; 1,2$)
36	134,7	135,1		
37	26,1	26,0	1,79 (3H, <i>s</i>)	1,73 (3H, <i>s</i>)
38	18,7	18,7	1,64 (3H, <i>s</i>)	1,65 (3H, <i>s</i>)

Keterangan : 1 = isosantosimol hasil isolasi
1* = isosantosimol pembanding (Gustafson *et al.* 1992)

Tiga proton aromatik ditandai dengan munculnya sinyal pada δ_H 7,24 ppm (*d*, $J = 2,4$ Hz) berkorelasi dengan karbon pada C-10, C-14, dan C-16, proton pada δ_H 6,74 ppm (*d*, $J = 8,3$ Hz) berkorelasi dengan C-11, C-13 dan proton pada δ_H 7,03 ppm (*dd*, $J = 8,3; 2,4$ Hz) berkorelasi dengan C-10, C-12, dan C-14, sehingga diketahui bahwa proton aromatik tersebut masing-masing terikat pada C-12; C-15; dan C-16.

Penempatan pasangan proton visinal pada lima gugus metilen didukung oleh data COSY yaitu dari korelasi H-H dua ikatan. Disamping itu melalui korelasi H-H COSY tiga ikatan maka dapat ditetapkan posisi proton-proton.

Proton visinal pada gugus metilen δ_H 2,44 ppm (H-17A) berkorelasi dengan δ_H 2,62 ppm (H-17B), proton metilen pada δ_H 1,82 ppm (H-34A) berkorelasi dengan δ_H 2,05 ppm (H-34B) dan δ_H 1,37 ppm (H-30), proton pada δ_H 2,66 ppm (H-24B) berkorelasi dengan δ_H 2,12 (H-24A) dan δ_H 1,51 ppm (H-6), proton pada δ_H 1,03 ppm (H-29A) berkorelasi dengan δ_H 3,03 ppm (H-29B).

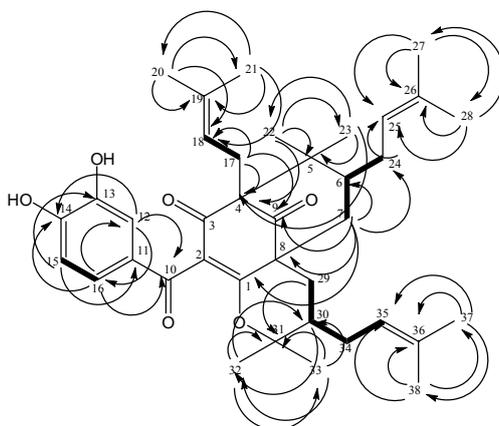
Proton vinilik pada δ_H 5,21 ppm (H-35) berkorelasi dengan proton metilen pada δ_H 1,82 (H-34A) dan δ_H 2,05 ppm (H-34B). Proton aromatik pada δ_H 6,74 ppm (H-15) berkorelasi tiga ikatan dengan proton aromatik pada δ_H 7,03 ppm (H-16) yang menunjukkan bahwa proton aromatik tersebut berdampingan.

Dari analisa struktur senyawa hasil isolasi (**1**) berdasarkan data spektroskopi UV, IR, NMR 1D dan 2D, maka diketahui bahwa

senyawa tersebut adalah isosantosimol, dengan rumus molekul $C_{38}H_{50}O_6$ dan DBE = 14.

Data pada Tabel 1 menunjukkan kemiripan parameter yang tinggi untuk kedua senyawa, sehingga memperkuat penentuan struktur molekul senyawa hasil isolasi. Selain itu, sifat fisika senyawa pembanding yaitu titik leleh 242-244°C dan putaran optik $[\alpha]_D + 181$ (EtOH, c 0,6) (Gustafson *et al.* 1992), memiliki kedekatan dengan senyawa hasil isolasi. Dengan demikian senyawa hasil isolasi ditetapkan sebagai isosantosimol. Korelasi HMBC dan COSY senyawa isosantosimol dapat dilihat pada Gambar 3.

Aktivitas antioksidan senyawa isosantosimol dengan metode DPPH memberikan nilai IC_{50} 7,7 $\mu\text{g/mL}$, yaitu jauh lebih aktif dibandingkan standar antioksidan α -tokoferol dengan nilai IC_{50} 17,4 $\mu\text{g/mL}$. Aktivitas antioksidan yang tinggi ini disebabkan oleh pengaruh struktur dari senyawa isosantosimol yang kaya dengan gugus hidroksil dan diantaranya terdapat gugus hidroksil pada posisi orto sehingga akan terbentuk radikal fenoksil yang stabil melalui ikatan hidrogen intramolekul. Selain itu aktivitas antioksidan yang tinggi pada senyawa benzofenon disebabkan oleh adanya gugus hidroksil fenolat, unit katekol, dan suatu β -diketon (Yamaguchi *et al.* 2000 & Selvi *et al.* 2003). Selanjutnya, keberadaan gugus *para* hidroksil pada senyawa-senyawa turunan fenolat dapat meningkatkan aktivitas antioksidan (Stojanovic *et al.* 2001).



Gambar 3. Korelasi HMBC dan COSY senyawa isosantosimol. (Panaah melengkung menunjukkan korelasi HMBC dan garis tebal menunjukkan korelasi COSY).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data spektroskopi dan dengan membandingkan data spektroskopi dari literatur, ternyata senyawa hasil isolasi adalah isosantosimol. Senyawa tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang lebih aktif dibandingkan dengan standar antioksidan α -tokoferol. Hal ini disebabkan karena isosantosimol memiliki gugus hidroksil fenolat, unit katekol, dan suatu β -diketon.

Ucapan terima kasih

Terima kasih disampaikan pada kepala staf LIPI Serpong yang telah membantu pengukuran spektrum dan kepada staf herbarium Anda, Universitas Andalas, Padang yang telah mengidentifikasi sampel tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Baggett S, Protiva P, Mazzola EP, Yang H, Ressler, ET, Basile MJ, Weinstein IB, & Kennelly EJ. 2005. Bioactive benzophenones from *Garcinia xanthochymus* fruits. *Journal of Natural Products* **68**: 354-360.
- Elfita, Dachriyanus, Husein H. Bahti, & Supriyatna. Benzofenon dari kulit batang kandis gajah (*Garcinia griffithii* T. Anders). Seminar Nasional Kimia Bahan Alam Indonesia 2007, UNRI Riau.
- Gustafson KR, Blunt JW, Munro HGM, Fuller RW, McKee CT, Cardellina JH, McMahon JB, Cragg, GM, & Boyd MR. 1992. HIV inhibitory natural product 8. The guttiferone, HIV-inhibitory benzophenone from *Symphonia globulifera*, *Garcinia livingstonei*, *Garcinia ovalifolia* and *Clusia rosea*. *Tetrahedron* **48**, 10093-10102.
- Minami H, Kinoshita M, Fukuyama Y, Kodama M, Yoshizawa T, Suigura M, Nakagawa K, & Tago, H. 1994. Antioxidant xanthenes from *Garcinia subelliptica*. *Phytochemistry* **36** : 501-506.
- Nilar, Nguyen LHD, Venkatraman G, Sim KY, & Harrison LJ. 2005. Xanthenes and benzophenones from *Garcinia griffithii* and *Garcinia mangostana*. *Phytochemistry* **66** : 1718-1723.
- Selvi, AT, Joseph GS, & Jayaprakarsa GK. 2003. Inhibition of growth and aflatoxin production in *Aspergillus flavus* by *Garcinia indica* extract and its antioxidant activity. *Journal of Food Microbiology* **20** : 455-460.
- Stojanovic S, Sprinz H, & Brede O. 2001. Efficiency and Mechanism of the Antioxidant Action of Trans-Resveratrol and Its Analogues in the Radical Liposome Oxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics* **391(1)**: 78-89.
- Whitmore MA. 1973. Tree Flora of Malaya. Forest Department, Ministry of Primary Industries, Malaysia. Longman. 218.
- Xu YJ, Cao S G, Wu XH, Lai YH, Tan BHK, Pereira JT, Goh SH, Venkatraman G, Harrison LJ, & Sim KY. 1998. Griffipavixanthone, a novel cytotoxic bixanthone from *Garcinia griffithii* and *G. paviifolia*. *Tetrahedron Letters* **39** : 9103-9106.
- Yamaguchi F, Saito M, Ariga T, Yoshimura Y, & Nakazawa H. 2000. Free Radical Scavenging Activity and Antiulcer Activity of Garcinol from *Garcinia indica* Fruit Rind. *Journal of Agricultural Food Chemistry* **48**: 2320-2325.
- Young I, Roxborough HE, & Woonside JV. 1999. Antioxidants and Respiratory Disease. CAB International. Antioxidants in Human Health. Eds T. K. Basu, N. J. Temple and M. K. Garg.