

**UJI AKTIVITAS PENANGKAPAN RADIKAL  
2,2-DIFENIL-1-PIKRILHIDRAZIL (DPPH) OLEH HEKSAGAMAVUNON-1 (HGV-1)**

**TESTING SCAVENGER ACTIVITY OF RADICAL 2,2-DIFENIL-1-PIKRILHIDRAZIL  
(DPPH) BY HEKSAGAMAVUNON-1 (HGV-1)**

**Noviana, Supardjan dan Arief Nurrochmad**  
*Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta*

**ABSTRAKSI**

Sumber radikal bebas dapat berasal dari lingkungan dan juga dari dalam tubuh manusia sendiri. Adanya radikal bebas tersebut menyebabkan timbulnya berbagai macam penyakit degeneratif. Untuk itu diperlukan senyawa yang dapat meredam radikal bebas tersebut. Senyawa penangkap radikal bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah heksagamavunon-1 (HGV-1) atau 2,6 bis (3,5 dimetil-4-hidroksi benzilidin) sikloheksanon. Heksagamavunon-1 merupakan senyawa analog kurkumin yang memiliki gugus sikloheksanon dan gugus hidroksi fenolik. Gugus hidroksi fenolik ini yang terkait dengan penangkapan radikal bebas. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui daya tangkap radikal 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) terhadap heksagamavunon-1. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian penangkapan radikal bebas DPPH terhadap heksagamavunon-1, menggunakan spektrofotometri pada panjang gelombang maksimum 514 nm. Kemudian dihitung persentase penangkapan radikal (% ES) dan ditetapkan harga  $ES_{50}$ -nya dengan persamaan garis regresi liniernya. Digunakan kurkumin dan BHT sebagai senyawa pembanding. Aktivitas penangkapan radikal diukur dengan menghitung jumlah pengurangan intensitas warna ungu DPPH yang sebanding dengan penurunan konsentrasi larutan uji. Penangkapan radikal tersebut dihasilkan oleh bereaksinya molekul radikal DPPH dengan atom hidrogen yang dilepaskan oleh senyawa sehingga terbentuk senyawa difenil pikril hidrazil yang berwarna kuning. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa heksagamavunon-1 mempunyai  $ES_{50}$  sebesar 62,99  $\mu$ M, sedangkan kurkumin memiliki  $ES_{50}$  13,76  $\mu$ M dan BHT mempunyai  $ES_{50}$  36,77  $\mu$ M. Kurkumin memiliki aktivitas penangkapan radikal DPPH paling besar dibanding BHT dan heksagamavunon-1.

**Kata kunci:** Penangkap radikal bebas, DPPH, HGV-1.

**ABSTRACT**

Free radicals source can come from environment as well as from within body of human being by themselves. Existence of the free radical cause incidence of assorted many degenerative diseases. Because of that, its important to take a chemical compound which can scavenging the free radicals. This research, use a hexagamavunon-1 (HGV-1) or 2.6 bis (3.5 dimetil-4-hidroksi benzilidin) siklohexanon as a scavenger of free radicals. Hexagamavunon-1 is a curcumin analog, have siclohexanon compound and hydroxyphenolic. Hydroxyphenolic have a determination of scavenging free radicals. This research was evaluated to known activity scavenging of 2.2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical by hexagamavunon-1. This research was done to testing free radical scavenger activity against DPPH measured by spectrophotometric method at  $\lambda$  514 nm. Then, counted prosentase of effective scavenging (% ES) and determine the  $ES_{50}$  value. curcumin and BHT uses for compared with testing compound. Free radical scavenger activity can calculated from reduced of the violet colour to yellow colour as same as reduced a concentration of the molecule. The reaction can donate a hydrogen atom and then to be a diphenylpicrylhydrazin molecule. The results have shown that radical scavenging effective ( $ES_{50}$ ) of hexagamavunon is 62.99, curcumin 13.76 and BHT 36.77. Curcumin has bigger free radical scavenger activity than BHT and HGV-1.

**Key words:** Free radical scavenger, DPPH, HGV-1

**PENDAHULUAN**

Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta berubahnya pola hidup masyarakat berdampak pada munculnya berbagai penyakit degeneratif. Dalam pola hidup masyarakat modern saat ini, menimbulkan dampak bagi kesehatan masyarakat yang dapat

disebabkan dari faktor endogen yang berasal dari dalam tubuh manusia dan juga faktor eksogen atau lingkungan sekitarnya. Para ilmuwan telah banyak menggali dan mengeksplorasi kekayaan alam untuk mencari peluang dalam mengembangkan obat-obatan baru.

Kulit dan anggota tubuh lainnya mempunyai sifat rentan terhadap pengaruh lingkungan yang amat merugikan, seperti sinar ultra violet dari matahari, polusi udara seperti asap kendaraan bermotor, asap rokok dan bahan-bahan beracun lainnya. Jenis makanan tertentu seperti fast food (cepat saji) dan makanan kemasan atau kaleng juga dimungkinkan berpotensi meninggalkan racun dalam tubuh karena makanan ini berlimpah lemak dan mengandung pengawet. Polusi udara dan makanan berlemak dapat menjadi sumber radikal bebas dalam tubuh. Yaitu suatu molekul atau atom apa saja yang sangat tidak stabil karena memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan (Sibuea, 2003).

Radikal bebas ini berbahaya karena sangat reaktif memerlukan elektron yang berasal dari pasangan elektron molekul disekitarnya. Jika radikal bebas sudah terbentuk dalam tubuh maka akan terjadi reaksi berantai perpindahan elektron-elektron dan menghasilkan radikal bebas baru yang jumlahnya terus bertambah (Sibuea, 2003). Reaksi rantai radikal bebas antara lain terjadi pada peroksida lipid (oksidasi asam-asam lemak tak jenuh rantai panjang dalam membran sel dan lipoprotein) yang mengakibatkan arterosklerosis maupun gangguan lain yang mengikuti kondisi tersebut seperti stroke, Parkinson's disease, hipertensi, penyakit jantung, penuaan dini, penyakit kulit, kanker dan sebagainya. Radikal bebas yang umum digunakan sebagai model dalam penelitian penangkapan radikal bebas adalah 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) (Hafid, 2003).

Semua sel dalam tubuh, mempunyai enzim yang dapat menangkal serangan radikal bebas, contohnya enzim SOD (Superoksida dismutase) dan glutathion peroksidase. SOD akan menangkap senyawa oksigen reaktif seperti superoksida anion ( $O_2$ ) radikal menjadi hidrogen peroksida, lalu glutathion peroksidase mengubahnya menjadi air. Namun jika mekanisme pertahanan tubuh menurun atau dengan meningkatnya usia mengakibatkan penurunan jumlah kedua enzim tersebut dalam tubuh, sehingga radikal bebas tidak dapat seluruhnya ditangkap (Sibuea, 2003).

Senyawa yang dapat meredam reaksi berantai radikal bebas dalam tubuh adalah senyawa antioksidan. Antioksidan yang baik berasal dari bahan alam antara lain vitamin C dan E, kurkumin dan kurkuminoid lainnya, ekstrak teh hijau, senyawa fenol dan flavonoid. Antioksidan merupakan zat yang dalam kadar rendah mampu menghambat laju oksidasi molekul target, yang dapat menangkal penuaan dini dan beragam penyakit yang menyertainya. Antioksidan sintetik seperti butil hidroksi toluen (BHT), butil hidroksi anisol (BHA), propil galat (PG) dan tert-butil hidrokuinon (TBHQ) mem-

punyai efektivitas tinggi namun dapat meningkatkan terjadinya karsinogenesis (Amarowicz, *et al.*, 2000)

Adanya senyawa yang bersifat antioksidan akan melindungi molekul biologis dari serangan radikal bebas. Seperti halnya kurkumin, senyawa analog kurkumin juga mempunyai aktivitas sebagai antioksidan. Senyawa analog kurkumin yang mengandung p-hidroksi pada cincin aromatik mempunyai aktivitas antioksidan yang jauh lebih tinggi daripada senyawa yang tidak mempunyai gugus tersebut. Senyawa HGV-1 merupakan senyawa analog kurkumin.

Atas pertimbangan diatas dan bahwa sampai saat ini penelitian mengenai daya tangkap suatu radikal bebas DPPH pada senyawa HGV-1 belum pernah dilakukan maka penulis melakukan penelitian mengenai daya tangkap DPPH pada senyawa HGV-1. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat diketahui potensi aktivitas penangkapan radikal.

## METODE PENELITIAN

**Bahan:** Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah heksagamavunon-1 (HGV-1) yang diperoleh dari Tim Molnas Fak. Farmasi UGM, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) (Sigma Chemical Co.), kurkumin (E. Merck Darmstadt, Germany), BHT (Butil Hidroksil Toluena) (E. Merck Darmstadt, Germany), metanol *p.a.* (E. Merck Darmstadt, Germany) dan akuades.

**Alat:** Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-VIS (Genesys-10 Milton Roy), neraca Direct Reading Micro Balance Type LM-20 (Shimadzu), Delivery pipet (Gilson pipetmen), mikropipet Socorex, *yellow tip, blue tip*, vorteks, alat-alat gelas yang lazim digunakan di Laboratorium Analisis.

## Jalan Penelitian Langkah persiapan

### a. Pembuatan larutan pereaksi DPPH

Larutan pereaksi adalah larutan DPPH dalam pelarut metanol, yang dibuat baru dan dijaga pada suhu rendah serta terlindung dari cahaya. Larutan DPPH dibuat pada konsentrasi yang memberikan serapan kurang dari 1,0 yaitu pada konsentrasi akhir berkisar 50-100  $\mu M$  (Molyneux, 2004). Dalam penelitian ini digunakan konsentrasi stok larutan DPPH sebesar 300  $\mu M$  untuk konsentrasi akhir 75  $\mu M$ . Senyawa ditimbang berdasarkan berat molekul sehingga didapatkan konsentrasi 300  $\mu M$ . Data perhitungan senyawa yang ditimbang dan pembuatan larutan DPPH dengan konsentrasi akhir 75  $\mu M$  disajikan pada lampiran 1 dan 2.

- b. Perhitungan senyawa yang akan ditimbang yaitu kurkumin, BHT dan HGV-1 berdasarkan berat molekul masing-masing sehingga diperoleh konsentrasi stok berturut-turut 7,2 mM, 8 mM, dan 8 mM. Setiap senyawa yang telah ditimbang dilarutkan dalam metanol sehingga diperoleh larutan yang siap digunakan.

### Uji Pendahuluan

- Dilakukan *scanning* untuk menentukan panjang gelombang maksimum larutan DPPH. Sebanyak 1 mL DPPH 300  $\mu\text{M}$  ditambah dengan metanol p.a. hingga volume 4 mL kemudian divorteks hingga homogen. Kemudian dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 400-700 nm.
- Ditentukan *simple kinetics* untuk memperkirakan kestabilan larutan DPPH dengan membaca absorbansinya setiap 5 menit selama 60 menit. Sebanyak 1 mL DPPH 300  $\mu\text{M}$  ditambah dengan metanol p.a. hingga volume 4 mL kemudian divorteks hingga homogen. Kemudian absorbansinya dibaca pada panjang gelombang maksimum DPPH.
- Ditentukan *operating time* untuk memperkirakan kestabilan absorbansi senyawa difenil pikrilhidrazil setelah mereaksikan dengan senyawa uji. Dengan cara membaca absorbansinya pada panjang gelombang maksimum yang diperoleh setiap 5 menit selama 60 menit. Sebanyak 50  $\mu\text{L}$  senyawa kurkumin 10  $\mu\text{M}$  direaksikan dengan campuran 1 mL larutan DPPH 300  $\mu\text{M}$  dalam metanol dan 2,95 mL metanol. Selanjutnya dibaca absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Blanko yang digunakan adalah pelarutnya yaitu metanol.

### Pengukuran aktivitas penangkapan radikal DPPH

- Pembuatan seri konsentrasi senyawa uji dan pembandingan yang memberikan aktivitas penangkapan radikal DPPH sebesar  $\pm 30-70\%$  dengan mengacu pada penelitian terdahulu yaitu 400, 800, 1200, 1600 dan 2400  $\mu\text{M}$  untuk konsentrasi akhir 5, 10, 15, 20, dan 30  $\mu\text{M}$  untuk kurkumin; 800, 2400, 4000, dan 5400  $\mu\text{M}$  untuk konsentrasi akhir 10, 30, 50, dan 70  $\mu\text{M}$  untuk BHT; dan 800, 2400, 4000, 5400 dan 7200  $\mu\text{M}$  untuk konsentrasi akhir 10, 30, 50, 70, dan 90  $\mu\text{M}$  untuk senyawa uji HGV-1. Konsentrasi akhir adalah konsentrasi senyawa dalam campurannya dengan pereaksi.
- Aktivitas penangkapan radikal DPPH diukur menggunakan metode Blois (1985) yang dimodifikasi (Molyneux, 2004). Diambil 50  $\mu\text{L}$  senyawa dengan berbagai variasi konsentrasi, ditambahkan ke dalam campuran 1 mL DPPH

300  $\mu\text{M}$  dan 2,95 mL metanol p.a, vorteks hingga homogen. Absorbansi dibaca setelah operating time yang ditentukan pada panjang gelombang maksimum DPPH hasil scanning. Besarnya konsentrasi senyawa dibuat sedemikian dengan mengacu kepada hasil penelitian terdahulu hingga memberikan nilai  $ES_{50}$  yaitu konsentrasi larutan uji yang memberikan penangkapan radikal sebanyak 50 % dibanding kontrol melalui suatu persamaan garis regresi linier. Dilakukan pula pembacaan absorbansi larutan kontrol yakni larutan DPPH 75  $\mu\text{M}$  tanpa penambahan larutan uji atau senyawa pembandingan.

### Analisis dan Evaluasi Hasil

Hasil absorbansi senyawa uji (sampel) dengan kontrol menghasilkan penangkapan radikal DPPH yang selanjutnya diolah menggunakan analisis regresi linier antara konsentrasi senyawa (x) dengan  $ES_{50}$  (y) untuk mendapatkan konsentrasi penangkapan radikal 50%. Besarnya aktivitas penangkapan radikal (*radical scavenging*) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ penangkapan radikal} = (1 - \frac{\text{Absorbansi larutan uji}}{\text{Absorbansi kontrol}}) \times 100 \%$$

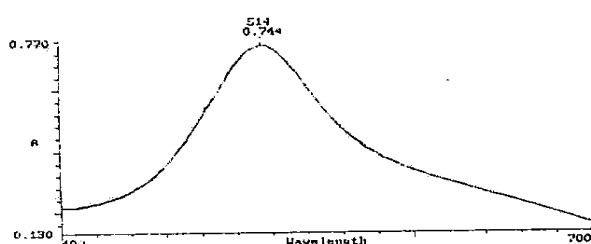
Absorbansi kontrol

Dari harga % penangkapan radikal yang diperoleh, dihitung persamaan garis regresi, untuk selanjutnya ditentukan harga  $ES_{50}$ -nya.

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Senyawa HGV-1 digunakan sebagai senyawa uji aktivitas penangkapan radikal DPPH. HGV-1 merupakan senyawa analog kurkumin dimana mempunyai gugus hidroksi fenolik. Sebagai pembandingan digunakan kurkumin untuk senyawa penangkap radikal yang alami dan BHT untuk yang sintetik karena telah banyak diteliti aktivitas penangkapan radikalnya.

Sebelum uji aktivitas penangkapan radikal, dilakukan penentuan panjang gelombang maksimum. Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan mengacu pada cara pengukuran aktivitas penangkapan radikal DPPH, hanya saja tidak diberi perlakuan senyawa uji. Hasil scanning larutan DPPH (Gambar 1).



Gambar 1—Hasil scanning panjang gelombang maksimum DPPH

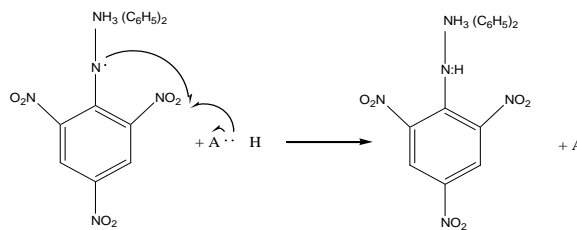
*Simple kinetic* larutan DPPH dalam metanol dilakukan dengan mengukur serapan larutan DPPH dalam metanol pada panjang gelombang maksimum yang telah diperoleh yaitu pada 514 nm. Nilai absorbansi dibaca setiap 5 menit selama 65 menit. *Simple kinetic* dilakukan untuk mengetahui kestabilan larutan DPPH dalam metanol. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa larutan DPPH dalam metanol mempunyai nilai absorbansi yang stabil.

*Operating time* atau waktu operasional adalah waktu di mana senyawa yang menyerap sinar mempunyai serapan yang stabil. Dalam metode asli, waktu reaksi selama 30 menit dianjurkan dan diikuti oleh beberapa peneliti. Waktu yang lebih pendek juga bisa digunakan, misalnya 5 menit atau 10 menit. Walaupun demikian, melihat kenyataan sangat bervariasinya reaksi di antara bermacam-macam substrat, cara terbaik tampaknya bisa diperoleh dengan mengikuti reaksi sampai mencapai reaksi yang lengkap (*plateau*) (Molyneux, 2004).

Dari hasil penelitian kinetika reaksi terlihat bahwa pada menit ke-25 sampai menit ke-40 larutan memberikan nilai absorbansi yang stabil, sehingga pengukuran absorbansi DPPH yang tersisa dapat dilakukan pada rentang waktu ini. Dalam penelitian ini, pengukuran absorbansi dilakukan pada menit ke-30 setelah penambahan senyawa uji maupun senyawa pembanding ke dalam larutan DPPH dalam metanol karena pada waktu tersebut reaksi sudah berjalan sempurna.

Senyawa penangkap radikal (kurkumin, BHT dan HGV-1) dengan berbagai variasi konsentrasi, masing-masing direaksikan dengan larutan DPPH dalam metanol. Senyawa penangkap radikal tersebut akan mereduksi radikal DPPH dengan mendonasikan atom hydrogen (Gambar 2). Donasi atom hydrogen pada radikal DPPH tersebut akan membentuk dipikril hidrazin (non radikal). Adanya mekanisme penangkapan radikal tersebut ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna ungu dari DPPH ke jingga kekuningan (warna golongan pikril) pada senyawa difenilpikrilhidrazin. Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 514 nm. Berkurangnya intensitas warna ini menggambarkan penurunan konsentrasi DPPH yang menyebabkan penurunan absorbansinya dibandingkan dengan absorbansi kontrol yang tidak diberi senyawa uji yang diperkirakan mempunyai aktivitas antiradikal.

Untuk mengetahui aktivitas antioksidan atau antiradikal dan analognya, digunakan parameter  $ES_{50}$  (*Effective Scavenging 50%*). Nilai  $ES_{50}$  menyatakan besarnya konsentrasi senyawa uji yang mempunyai penangkapan efektif radikal DPPH sebesar 50%. Hasil uji menunjukkan kurkumin memiliki aktivitas paling kuat dg  $ES_{50}$  13,76 (Tabel 1).



**Gambar 2**—Reaksi antara radikal bebas DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) dengan senyawa peredam radikal bebas

**Tabel 1**—Harga  $ES_{50}$  dari senyawa uji

Senyawa	$ES_{50}$ ( $\mu\text{M}$ )
Kurkumin	13,76
BHT	36,77
HGV-1	62,99

Uji aktivitas penangkapan radikal DPPH menunjukkan bahwa senyawa HGV-1 mempunyai  $ES_{50}$  sebesar 62,99  $\mu\text{M}$  (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai aktivitas penangkapan radikal yang kuat, karena mempunyai  $ES_{50}$  kurang dari 200  $\mu\text{g/ml}$  (Molyneux, 2004). Sebagai senyawa pembanding digunakan BHT yang banyak digunakan sebagai antioksidan sintetik dalam makanan dan telah diketahui aktivitas antioksidan atau dalam penangkapan radikal bebas. Dilihat dari strukturnya BHT mempunyai gugus hidroksi fenolik dan dua buah gugus tersier butil. Telah diteliti bahwa adanya gugus hidroksi fenolik dapat menangkap radikal bebas. Pada rentang konsentrasi 10–70  $\mu\text{M}$  menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi BHT maka semakin besar pula aktivitas penangkapan radikal.

Senyawa pembanding lainnya, digunakan kurkumin yang telah diketahui mempunyai aktivitas penangkapan radikal dan merupakan antioksidan alami. Hal ini ditunjukkan dari hasil penelitian menggunakan DPPH, kurkumin memberikan harga  $ES_{50}$  13,76  $\mu\text{M}$ . Pada struktur kurkumin terdapat dua buah cincin aromatis yang mengandung gugus hidroksi pada posisi orto terhadap gugus metoksi, dihubungkan oleh rantai alifatis mengandung gugus  $\beta$ -diketon. Pada rentang konsentrasi 5–30  $\mu\text{M}$  terlihat bahwa semakin besar konsentrasi kurkumin maka semakin besar pula aktivitas penangkapan radikal DPPH oleh kurkumin.

Terdapat dua mekanisme penangkapan molekul radikal DPPH yaitu melalui gugus hidroksi fenolik dan gugus  $\beta$ -diketonnya. Gugus hidroksi pada cincin aromatis tersebut didonasikan kepada radikal DPPH sehingga DPPH menjadi senyawa non radikal DPPHn. Kedua molekul radikal tersebut dapat terstabilkan oleh adanya ikatan konjugasi dan gugus  $\beta$ -diketon.

Senyawa uji untuk aktivitas penangkapan radikal DPPH adalah HGV-1. Senyawa HGV-1

mengalami modifikasi struktur  $\beta$ -diketon menjadi sikloheksanon, juga mengalami penggantian gugus metoksi pada salah satu posisi meta dengan dua gugus metil pada kedua posisi meta. Adanya perbedaan struktur tengah dari kurkumin dengan gugus sikloheksanon yang bersifat sterik menyebabkan penurunan aktivitas penangkapan radikal DPPH. Penangkapan radikal pertama kali terjadi pada salah satu gugus hidroksi fenolik, dimana HGV-1 akan mendonasikan satu elektronnya kepada satu molekul radikal DPPH. DPPH akan menjadi non-radikal DPPHn sedangkan HGV-1 menjadi senyawa radikal baru.

Gugus sikloheksanon memiliki sifat sterisitas yang dapat menghalangi antar ikatan konjugasi yang ada, karena untuk terjadinya konjugasi diperlukan orbital  $p$  yang koplanar. Struktur sikloheksanon yang lebih bebas dan fleksibel dapat membentuk berbagai macam konformasi gugus menyebabkan sulitnya pembentukan orbital  $p$  yang koplanar. Pada rentang konsentrasi 10–90  $\mu\text{M}$  terlihat bahwa semakin besar konsentrasi HGV-1 maka semakin besar pula aktivitas penangkapan radikal.

#### DAFTAR ACUAN

- Amarowicz, R., Naczki, M., and Shahidi, F., 2000, Antioxidant activity of Crude Tannins of canola and Rapeseed Hulls, *JAOC*, 77, p. 957–961
- Hafid, A.F., 2003, Aktivitas Anti-Radikal Bebas DPPH Fraksi Metanol *Fagraea auriculata* dan *Fagraea ceilanica*, *Majalah Farmasi Airlangga*, Vol. III, Surabaya, hal 34–39
- Molyneux, P., 2004, The Use of The Stable Free Radikal Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity, *J. Sci. Technol.*, 26(2) : p. 211–219
- Sibuea, P., 2003, Antioksidan, Senyawa Ajaib Penangkal Penuaan Dini, <http://www.sinarharapan.com>, 5 Sept. 2005

#### KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

1. Senyawa heksagamavunon-1 mempunyai aktivitas sebagai penangkap radikal DPPH atau sebagai antioksidan.
2. Senyawa heksagamavunon-1 memiliki aktivitas oksidan lebih lemah dibanding kurkumin dan BHT dengan nilai  $ES_{50}$  berturut-turut 62,99; 13,76 dan 36,11  $\mu\text{M}$

##### Saran

1. Perlu dilakukan penelitian aktivitas penangkapan radikal ataupun aktivitas antioksidan senyawa heksagamavunon-1 secara *in vivo*.
2. Perlu dilakukan penelitian tentang aktivitas penangkapan radikal DPPH terhadap senyawa-senyawa turunan kurkumin.

##### Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terima kasih banyak kepada HIBAH PENELITIAN yang telah banyak membantu selama penelitian berlangsung serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu, selama penelitian ini.