

KAPASITAS ANTIOKSIDAN MINUMAN *SINOM*

Ni Ketut Wiradnyani

Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Sains, dan Teknologi,
Universitas Dhyana Pura
Email: ketutani1967@gmail.com

ABSTRACT

Sinom drink is a kind of beverage made from the turmeric rhizome and young tamarind leaves .because it contains antioxidant compounds. The study aimed to determine the highest antioxidant capacity of the solvent treatment fractions: hexane, chloroform, ethyl acetate and water in vitro. This study used a Randomized Block Design (RBD). The solvent fraction significantly influence ($p < 0.05$) on the antioxidant capacity and extraction of *Sinom* drink in vitro. The LSD multiple comparison test results showed that between the solvent fraction, there is a marked difference in the average of the antioxidant capacity and extraction. The AAEAC antioxidant capacity of 199 100 $\mu\text{g} / \text{g}$ of material and 10.94% of extraction was the highest on the fraction of water. The findings of the research indicate that the highest antioxidant capacity water fractions of the *Sinom* drink's was 199 100 $\mu\text{g} / \text{g}$ AAEAC.

Keywords: The *Sinom* Drinks, the Antioxidant Capacity, fraction of solvent

1. Pendahuluan

Minuman *sinom* adalah minuman yang diolah dengan bahan utama rimpang kunyit dan daun asam yang masih muda, diambil dari pucuk daun sampai helai ketujuh (Mulyani *et al.*, 2010). Secara alamiah kunyit dipercaya memiliki kandungan fitokimia yang dapat berfungsi sebagai analgetika, antipiretika, dan antiinflamasi (Norton, 2008) begitu juga daun asam muda (asam jawa) kaya akan flavonoid, fenol dan saponin (Mursito, 2004) daun berfungsi sebagai antioksidan, antiinflamasi, antipiretika, dan penenang (Nair *et al.*, 2004).

Pengujian aktivitas antioksidan secara *in vitro* untuk minuman *sinom* dalam bentuk cair dan padat telah dilakukan Mulyani *et al.* (2010). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan aktivitas antioksidan terhadap daya hambat terjadinya proses oksidasi lemak. Hasilnya menunjukkan bahwa ekstrak kunyit dalam pelarut 50% etanol menghasilkan produk ekstrak kunyit dengan aktivitas antioksidan 1,13%, sedangkan ekstrak daun asam dalam pelarut 70% etanol mempunyai aktivitas antioksidan 0,123%. Resi (2012) menunjukkan bahwa formula minuman fungsional campuran kunyit 10% dan asam jawa 5% (v/v) merupakan minuman kunyit asam terpilih yang memiliki kapasitas antioksidan 99,594 ppm AAE dan kadar total fenol 97,451 ppm. Kapasitas antioksidan dengan berbagai hasil fraksi pelarut belum pernah diuji. Penentuan kapasitas antioksidan bertujuan untuk menentukan kapasitas antioksidan tertinggi dari berbagai hasil fraksi pelarut minuman *sinom*. Tujuan penelitian ini adalah menentukan kapasitas antioksidan tertinggi dari hasil fraksi berbagai pelarut minuman *sinom*.

2. Metode

Bahan

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian yaitu rimpang kunyit yang diperoleh dari pasar tradisional Badung, Denpasar, Bali, dengan ukuran panjang 10-15 cm dan diameter 1 cm, warna kuning tua. Daun asam yang masih muda dari pucuk daun sampai helai daun ke-tujuh dari daerah Buduk, Mengwi, Badung, Bali. Semua bahan kimia yang dipergunakan adalah grade pa E.Merck yaitu : heksana, kloroform, etil asetat, *Ascorbic Acid*, DPPH.

Alat

Alat yang dipergunakan dalam penelitian yaitu spektrofotometer (Shimadzu UV-160), *rotary vacum evaporator* (IK RV 10), labu pisah, Erlenmeyer 250 ml (Pyrex), vortex. Pipet mikro aluminium foil, Erlenmeyer 250 ml (Pyrex), tabung reaksi (Pyrex), kain saring, gelas ukur 100 ml, pipet volume, pipet tetes, eksikator, *beaker glass* 500 ml (Pyrex), labu takar, vortex, *magnetic stirrer*.

Tempat penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengolahan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Laboratorium Kimia Forensik Polri Bali. Penelitian dilakukan bulan Maret sampai dengan April 2018.

Pelaksanaan penelitian

Penelitian ini dimulai dengan penyiapan minuman *sinom* dilakukan dengan cara: rimpang dikupas, ditimbang sebanyak 50 gram, dicuci, diblender dengan menambahkan 400 ml air selama 3,5 menit kemudian disaring dipanaskan sampai mendidih, selama 1 menit. Filtrat yang diperoleh disebut filtrat kunyit. Filtrat daun asam muda yang dibuat dengan cara ditimbang seberat 250 gram daun asam muda, ditambahkan 300 ml air, kemudian dipanaskan sampai mendidih selama 1 menit. Minuman *sinom* dimasukan ke dalam botol kaca, siap digunakan untuk pengujian. (Mulyani, *et al.*, 2014)

Fraksinasi minuman *sinom* dengan menggunakan pelarut heksana, kloroform, dan etil asetat dilakukan sebagai berikut: 100 ml minuman *sinom* dimasukan ke dalam labu pisah, selanjutnya ditambahkan pelarut n- heksana 100 ml dikocok 10 kali dan didiamkan selama 30 menit. Fraksi n-heksana dipisahkan selanjutnya dievaporasi pada suhu 45°C dan tekanan 280 mbar untuk menghilangkan pelarut. Fraksi air difraksinasi lagi berturut-turut dengan pelarut kloroform, dan etil asetat, dengan cara yang sama seperti diatas. Pada tahap ini diperoleh 4 fraksi yaitu : fraksi heksana, fraksi kloroform, fraksi etil asetat dan fraksi air, yang akan diidentifikasi senyawa penyusunnya dan dianalisis kapasitas antioksidannya. Fraksi dengan kapasitas antioksidan tertinggi digunakan untuk pengujian penentuan dosis.

Penentuan standar dan kapasitas antioksidan DPPH scavenging fraksi minuman *sinom*.

Penentuan standar menggunakan Asam askorbat sebagai pembanding kontrol positif yang dibuat dengan cara dilarutkan dalam pelarut metanol dengan konsentrasi 0, 10, 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm. Larutan DPPH yang digunakan disiapkan dengan menggunakan kristal DPPH dalam pelarut metanol dengan konsentrasi 1 mM. Proses pembuatan larutan DPPH 1 mM dilakukan dalam kondisi

suhu rendah 27°C dan terlindung dari cahaya matahari. Absorbansi larutan blanko diukur untuk melakukan persen inhibisi. Larutan blanko dibuat dengan mereaksikan 0.5 ml pelarut metanol dengan 3.5 ml larutan DPPH 1 mM dalam tabung reaksi tertutup.

Uji antioksidan fraksi minuman *sinom* (Winarsi, 2007)

Masing-masing fraksi minuman *sinom* ditimbang sebanyak 1 g kemudian dilarutkan dalam metanol 100% sebanyak 10 ml, lalu divortex dan disaring. Fraksi minuman *sinom* dan larutan DPPH yang telah dibuat, masing-masing diambil 0.5 ml, dan kemudian direaksikan 3,5 ml larutan DPPH 1 mM dalam tabung reaksi tertutup yang berbeda yang telah diberi label. Campuran tersebut kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 30 menit dan diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Setelah itu, aktivitas antioksidan dari masing – masing sampel dinyatakan dengan persen inhibisi yang dihitung dengan rumus berikut:

Regresi : $Y = ax + b$.

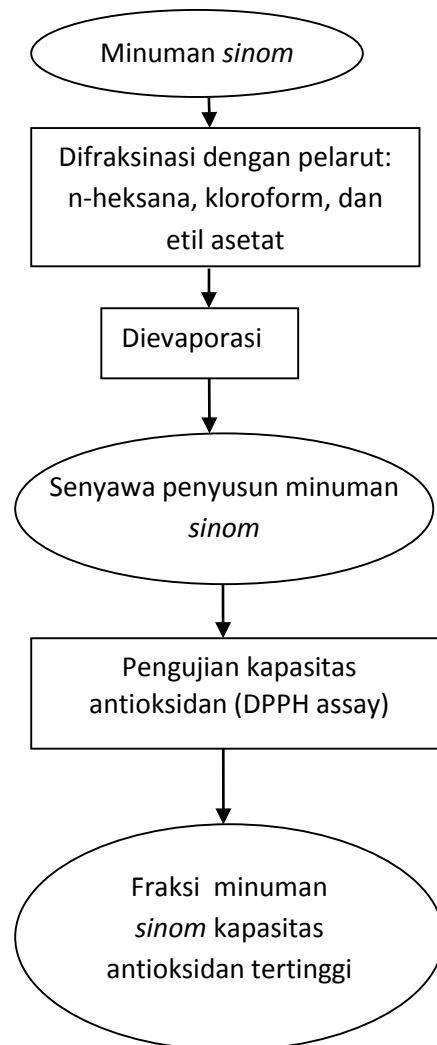
Rumusnya (ppm AAEAC) =

$$\frac{\text{Konsentrasi (ppm)} \times Tv \times Fp \times 1000.000}{W \text{ sampel (mg)}}$$

Keterangan : Tv = total volume (liter), Fp = faktor pengeceran, Konsentrasi = hasil penghitungan kurva standar, AAEAC= *Ascorbic Acid Equivalent Antioksidan Capacity*.

Analisis Data

Uji kapasitas antioksidan fraksi minuman *sinom* dianalisis dengan menggunakan analisis variant (ANOVA). Apabila terdapat pengaruh yang bermakna (taraf 5%) maka analisis dilanjutkan dengan uji beda rerata antar perlakuan dengan uji perbandingan berganda BNT (Uji Beda Nyata terkecil). Prosedur penelitian penentuan kapasitas antioksidan minuman *sinom* ada pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penentuan Kapasitas Antioksidan

3. Hasil dan Pembahasan

Nilai rata-rata kapasitas antioksidan fraksi minuman *sinom* pada perlakuan berbagai jenis pelarut.

Analisis keragaman nilai rata-rata kapasitas antioksidan fraksi minuman *sinom* pada perlakuan berbagai jenis pelarut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan ($\mu\text{g AAEAC/g}$ bahan) perlakuan jenis pelarut minuman *sinom*

Pelarut	Rata-rata Antioksidan ($\mu\text{g AAEAC/g}$ bahan)
Heksan	42.800 ^d
Cloroform	94.200 ^b
Etil Asetat	66.600 ^c
Air	199.100 ^a

Notasi huruf yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan pada $p < 0,05$ (BNT)

Analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan berbagai pelarut berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kapasitas antioksidan fraksi pelarut minuman *sinom*. Hasil perbandingan berganda BNT menunjukkan bahwa kapasitas antioksidan berbeda nyata terhadap fraksi berbagai pelarut. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan tertinggi dihasilkan dari fraksi air dan terendah adalah fraksi heksan. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan yang dihasilkan berturut-turut adalah heksana 42.800 $\mu\text{g AAEAC g}$, kloroform 94.200 $\mu\text{g AAEAC g}$, etil asetat 66.600 $\mu\text{g AAEAC g}$, dan air 199.100 $\mu\text{g AAEAC g}$.

Aktivitas antioksidan berkaitan dengan spesifik reaksinya karena dipengaruhi oleh tekanan, suhu, metode rekasi, koreksi dan referensi yang diukur oleh suatu metode tertentu. Penekanannya pada reaksi kimia dan kondisi spesifik yang digunakan dalam suatu metode pengujian (Huang *et al*, 2005)

Fraksi air minuman *sinom* mempunyai kapasitas antioksidan yang paling tinggi dibandingkan dengan fraksi yang lainnya diduga karena adanya senyawa yang berperan sebagai antioksidan terdiri dari vitamin C dan vitamin B₂ yaitu Ribovlafin dari hasil uji Kromatografi Lapis Tipis (KLT)/TLC sebagai senyawa yang bersifat polar yang dapat larut dalam air. Hasil uji dari GCMS menunjukkan bahwa 9-*octadecenoid acid* senyawa antioksidan dengan konsentrasi tertinggi pada fraksi air adalah dari asam lemak yaitu MUFA yang oleh Christie (2013) dinyatakan bahwa asam lemak ini merupakan omega-9. Senyawa yang lain diduga sebagai penyusun fraksi air adalah *ar-tumeron*, *tumeron* dan *Curlon* yang juga merupakan senyawa fenol berasal dari golongan kurkumin. Hal ini didukung oleh Kumalaningsih (2006) yang menjelaskan bahwa senyawa-senyawa yang diduga sebagai penyusun fraksi air minuman *sinom* itu bersinergi untuk mengkelat radikal bebas secara bersama-sama sehingga kinerja senyawa yang tergabung di dalamnya memiliki kemampuan yang efektif dalam menangkal radikal bebas.

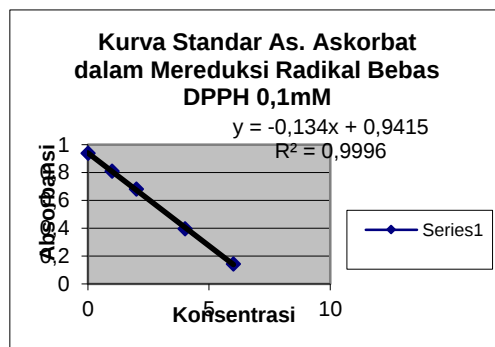
Reaksi yang terjadi pada metode DPPH adalah transfer elektron (ET) yang ditandai dengan perubahan warna atau tidak ada penilaian terhadap kompetisi reaksi kinetik seperti pada reaksi *Hydrogen Atom Transfer* (HAT) (Huang *et al.*, 2005). Pengukuran aktivitas antioksidan minuman *sinom* dilakukan dengan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2picryl-hidrazyl*) karena metode ini sudah umum digunakan, karena praktis dalam pelaksanaan, dan waktunya relatif cepat. DPPH merupakan suatu senyawa radikal bebas yang bersifat stabil (Vaya dan Aviram, 2002). Prinsip kerjanya adalah adanya suatu elektron antioksidan yang memberikan elektron (hidrogen) melalui reaksi elektron transfer (reaksi redok) kepada oksidan seperti DPPH, yang mengakibatkan terjadinya perubahan warna.

Warna violet (DPPH radikal) yang dimilikinya setelah bereaksi dengan suatu antioksidan akan memudar atau menghilang menjadi warna kuning. Perubahan reaksi awal saat penambahan DPPH pada minuman *sinom* yang diuji, ketika nilai absorbansi menurun menandakan bahwa semakin banyaknya antioksidan yang terdapat pada minuman *sinom*. Hal ini didukung oleh (Molyneux, 2003; Vaya dan Aviram, 2002; Huang *et al.*, 2005).

Senyawa yang diduga sebagai penyusun fraksi air minuman *sinom*, yang memiliki aktivitas antioksidan tertinggi adalah dari golongan *phenol*. Golongan *phenol* adalah antioksidan yang dihasilkan dari alam salah satunya dari bahan rimpang kunyit dan daun asam. Hal ini didukung oleh Ketaren (2008) bahwa pada umumnya antioksidan yang mengandung struktur inti yang sama, yaitu mengandung cincin benzene tidak jenuh disertai gugusan hidroksil seperti 9-*oktadecenoid acid* telah diketahui efektif dalam sifat sinergis dari fosfolipid, pengaruh asam sitrat dan asam fosfat terhadap aktivitas antioksidan pada kondisi tertentu. Berdasarkan urutan aktivitas dan efisiensi dalam menghambat oksidasi, senyawa *phenol* merupakan urutan yang terakhir dari senyawa lainnya. Fraksi air minuman *sinom* memiliki aktivitas antioksidan tertinggi, diduga karena senyawa yang diduga sebagai penyusun fraksi air ini adalah vitamin C dan vitamin B. Ketaren (2008) yang menjelaskan bahwa beberapa antioksidan dari tipe asam seperti Vitamin C biasanya bersifat sinergi yang berasal dari tipe *phenol* untuk mengkelat radikal bebas. Vitamin C dapat membersihkan *reactive okxygen species* (ROS).

Hal ini diduga karena minuman *sinom* terdiri dari senyawa penyusun antioksidan yang sangat kompleks, terdapat kombinasi beberapa jenis antioksidan sehingga lebih tinggi daripada standar dan fraksi pelarut minuman *sinom* lainnya. Kumalaningsih (2006) yang menyatakan bahwa dari berbagai antioksidan yang ada, mekanisme kerja serta kemampuan antioksidan sangat bervariasi. Kombinasi beberapa jenis antioksidan memberikan perlindungan yang lebih baik (sinergisme) terhadap oksidasi dibanding dengan satu jenis antioksidan saja.

Aktivitas antioksidan pada minuman *sinom* selain dengan persen kapasitas antioksidan dinyatakan juga dalam bentuk AAEAC (*Ascorbic acid Equivalent Antioksidan Capacity*). Perhitungan AAEAC dengan menggunakan kurva standar asam askorbat. Kapasitas antioksidan (%) dimasukkan sebagai factor 'y' pada persamaan linier kurva standar asam askorbat (Gambar 2), akan diperoleh kapasitas antioksidan yang dinyatakan dalam μg AAEAC/g bahan. Kurva standar asam askorbat disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Standar Vitamin C (AAEAC)

Aktivitas antioksidan dengan askorbat (AAEAC) tertinggi pada asam askorbat kelompok fraksi air sebesar 10,5835 % lebih kecil dari standar vitamin C fraksi air minuman *sinom* 19,91% atau 199.100 µg AAEAC/g bahan Gambar 2. Kapasitas antioksidan minuman *sinom* 19,91% dapat diartikan, dalam 1 gram fraksi air minuman *sinom* terdapat 199.100 µg asam askorbat /g bahan . Jika konsumsi vitamin C dalam 100 gram minuman *sinom* per hari akan di dapatkan 199.100 mg vitamin C. Kebutuhan asam askorbat (vitamin C) adalah 60 mg/hari (FAO, 2006). Aktivitas antioksidan dengan metode DPPH pada fraksi air minuman *sinom* sebesar 19,91% setara dengan aktivitas antioksidan AAEAC (vitamin C) sebesar 199.100 µg AAEAC/g bahan.

2. Simpulan

Kapasitas antioksidan tertinggi adalah fraksi air minuman *sinom* 199.100 µg AAEAC/g bahan yang diikuti oleh fraksi kloroform 94.200 µg AAEAC/g bahan, etil asetat 66.500 µg AAEAC/g bahan, dan fraksi heksan 42.600 µg AAEAC/g bahan.

Pustaka Acuan

- Aruoma, O.I., J.P.E. Spencer, D. Warren, P. Jenner, J. Butler, and B. Halliwell. 1997. *Characterization of Food Antioxidants, Illustrated using Commercial Garlic and Ginger Preparation*. J. Food Chem. 60 (2):149-156.
- Astawan, M. 2008. *Pangan Fungsional untuk Kesehatan yang Optimal*. Jur TPG – IPB. Bogor.
- Christie, W.W., and X.Han. 2013. *Lipid Analysis - Isolation, Separation, Identification and Lipidomic Analysis*(4th edition), J. 446 pages (Oily Press, Bridgwater, U.K.)
- Ege, N.Seyhan. 1994. *Organic Chemistry Structure and Reactivity*. Third Edition. The University of Michigan. D.C. Heath and Company. Lexington, Massachusetts Toronto (18): 718-1037

Freisleben, HJ. 2001, Free radical and ROS in biological system. Di dalam: Prosiding kursus penyegar radikal bebas dan antioksidan dalam kesehatan:

dasar aplikasi dan pemanfaatan bahan alami. Jakarta 16 April 2001. Bagian Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

- Harborne, JB. 1987. Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan. Edisi ke-2. ITB: Bandung.
- Hall CA., SL.Cuppet. 1997. Structure Activities of Natural Antioxidant: Antioxidan Methodology *in vivo* and *in vitro* Concept. Auroma OI, Cuppett SL (editor). USA: AOAC press.
- Halliwell B, JMC.Gutteridge. 1999. Free Radical in Biology and Medicine. Oxford Univ Press 3: 105-220.
- Halliwell B, Gutteridge. 2006. Free radical in Biology and Medicine. Ed 4 Clarendon Press. Oxford.
- Houghton, P. J., dan A. Rahman. 1998. Laboratory Handbook for the Fractination of Natural Extracts. Chapman and Hall : London
- Huang D., Qu B. LD. Prior. 2005. The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assay.J. *Agric Food Chem* 53: 1841 – 1856
- Istiani, C. 2011. Deteksi adanya Pemalsuan Minyak Kunyit dengan Pengujian Putaran Optik menggunakan Polarimeter tipe WXG-U. Universitas Diponogoro. Semarang
- Iwai K., N. Nakaya, Y. Kawasaki, H. Matsue. 2002. Antidative Function of Natto, A Kind of Fermented Sybeans: Effect on LDL Oxidation and Lipid Metabolism in Cholesterol-Fed Rat. *J Agri Food Chem* 50: 3597-3601.
- Ketaren,S. 2008. Pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan. Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta
- Kiernan JA. 1990. Histological and Histochemical Methods, Theory and Practice. England: Pergamon Press.P 90-101
- Kevin C., Kregel, J.Hannah, Zhang. 2005. An integrated view of oxidative stress in aging:basic mechanism. Function effects and pathological consideration. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 292:R18-R36.
- Kumalaningsih, S. 2006. Antioksidan Alami. Trubus Agrisarana, Surabaya
- Miquel J., A. Bernd, J. M. Sempere. and D. A. Y. Techadamrongsin. 2001. The curcuma antioxidants: pharmaco- oils from plants against three mosquito vectors. *J. Veclogicaleffects and prospects future clinical use. view. Arch. Gerontol. Geriatr.*34, 37D46. .
- Molyneux, P. 2003. The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicryl Hydrazyl (DPPH) for Astimating Antioxidan.J. *Sci.Technol* 26 : 210-219
- Mulyani, S., K.Satriawan, dan IGA.L. Triani. 2006. Potensi Minuman Kunyit-Asam (*Curcuma domestica* Val - *Tamarindus Indica* L.) Sebagai Sumber Antioksidan Beserta Analisis Finansialnya, Laporan Research Grant, TPSDP. ADB- LOAN
- Nair M. G., H. Wang, D. L. Dewitt, D. W. Krempin, D. K. Mody, Y. Qian, D. G. Groh, A.J. Davies, M. A. Murray, R. Dykhous, and M. Lemay. 2004. *Dietary Food Supplement Containing Natural Cyclooxygenase Inhibitors and Methods for Inhibiting Pain and Inflammation.* <http://www.freepatentsonline.com/6818234.html>. (4 Maret 2010).
- Norton, K.J. 2008. Menstruation Disorder-Causes Symptom and Treatment of Dysmenorrhea. <http://www-steady health.com/articles, menstruation->

- disorder-causes-symptom-and-treatments of Dysmenorrhea-a773 html.(3 Maret 2010)
- Nurmi A. 2008. Antioksidant studies on Selected Lamiaceae Herbs in vitro and in Humans [Dissertation]. Helenski
- Nur, M. 2010. Aneka Produk olahan Kunyit Asam. Pengabdian Masyarakat Panpes Naiful Falah. Fakultas Teknologi Pertanian. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Olivia, F., S.Alam, and I.Hadibroto. 2006. *Seluk Beluk Food Supplement*. Jakarta: Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, p: 166.
- Prior, RL., X. Wu, K. Schaich. 2005. Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Food and Dietary Supplement, *J Agric Food Chem* 53:4290-4302
- Raharjo, M. 2005. Seri Agri sehat Tanaman Berkhasiat Antioksidan. Penebar Swadaya.
- Rajasekaran, S. K., S. Sivagnanam, Subramanian. 2005. Antioksidant effect of aloevera gel extract in streptozocin-induced diabetes in rats. *Pharmac.Rep.*57:90-96
- Resi, S.N. Z. 2012. Formulasi, Karakterisasi, dan Diversifikasi Rasa Minuman Fungsional Berbasis Kunyit Asam serta Kajian Toksisitas dan Stabilitasnya Selama Penyimpanan. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Bogor Agricultural University, IPB Darmaga Campus, PO Box 220, Bogor, West Java, Indonesia. J, F24070057
- Rice-Evans CA., AT. Diplock, MCR. Symons. 1999. Technique in Free Radical Research Tokyo: Elsevier Amsterdam. Rowland dan Bellush; Rees dan Alcolado Madison, Wisconsin, USA. The *FASEB Journal article* fj. 07-9574LSF. Published online October 17,2007
- Tiwari, AK. 2001 Imbalance in Antioksidant Defence and Human Diseases: Multiple Aproach of Natural Antioxidants .*Curent Sci* 81,9:1179-1187
- Ukil A., S. Maity, S. Karmakar, N. Datta, J. R. Vedasiromoni, and P. K. Das. 2003. Curcumin, the major component of food flavour turmeric, reduces mucosal injury in trinitrobenzene sulphonic acid-induced colitis. *British Journal of Pharmacology*. 139: 209-18.
- Vaya, J., M. Aviram. 2002. Nutritional Antioxidants: Mechanisms of Action, Analyses of Activities and Medical Applications. [www.google/search/natural antioxidant. htm](http://www.google/search/natural%20antioxidant.htm) 22 April 2009
- Valko M., D. Leibfritz, J. Moncol, MTD. Cronin, M. Mazur, J. Telser. 2007. Review: Free radicals and antioxidant in normal physiological function and human disease. *Inter J Biochem and Cell Biol* 39:44-84.
- Winarsi. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius
- Yun, L. 2001. Free Radical Scavenging Properties of Conjugated Linoic Acids. *J. of Agric. and Food Chem.* 49:3452-3456.

