

ISBN 978-602-19413-0-0

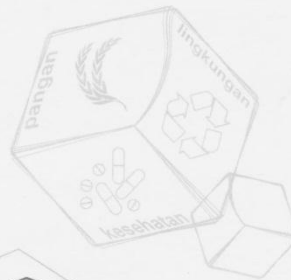


Prosiding

SEMINAR NASIONAL INTEGRATIF PANGAN, KESEHATAN, DAN LINGKUNGAN

Pemanfaatan Sumber Daya Lokal
untuk Ketersediaan Pangan
dan Kesehatan Masyarakat

17 dan 18 Maret 2011
RS Pendidikan Hasan Sadikin
Universitas Padjadjaran
Jln. Eijkman No.38
Bandung



Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Padjadjaran

POTENSI ANTIOKSIDAN BERBAGAI JENIS EKSTRAK TEH (*CAMELIA SINENSIS* L.)

Wahyu Widowati¹, Tati Herlina², Hana Ratnawati¹, Tjandrawati Moze³ & Chandra Risdian³

¹ Pusat Penelitian Ilmu Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Maranatha, Bandung

Jl. Prof. drg. Suria Sumantri 65 Bandung, wahyu_w60@yahoo.com

² Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Jatinangor, Sumedang

³ Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bandung

ABSTRAK

Radikal bebas merupakan molekul tidak stabil karena memiliki elektron yang tidak berpasangan pada susunan elektronnya. Radikal bebas terdapat dalam tubuh, bila terdapat dalam jumlah berlebih, dapat menimbulkan berbagai jenis penyakit seperti alzheimer, penyakit jantung, dan kanker. Dampak merugikan ini dapat dicegah dengan antioksidan, dengan cara menyumbangkan elektron sehingga radikal bebas menjadi lebih stabil. Penelitian ini bertujuan menguji potensi ekstrak teh hijau, hitam dan oolong dibandingkan epigallocatekin galat (EGCG) dalam memerangkap radikal bebas melalui uji pemerangkapan 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) dan aktivitas superoksida dismutase (SOD). Penelitian ini menggunakan desain prospektif eksperimental laboratoris secara *in vitro* dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), menggunakan ekstrak teh hitam, hijau, oolong dan EGCG dalam 10 level konsentrasi. Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dilanjutkan *Post Hoc Test* metode *Duncan* dengan tingkat kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan aktivitas antioksidan ekstrak teh hijau pada konsentrasi 12,5-100 µg/mL sama tinggi dengan EGCG pada uji pemerangkapan DPPH, dengan aktivitas 90,772-91,654%, ekstrak teh hitam dan teh oolong memiliki aktivitas pemerangkapan DPPH sama tinggi pada konsentrasi 25-100 µg/mL sebesar 92,683-93,902%. Aktivitas SOD tertinggi adalah EGCG konsentrasi 62,5-125 µg/mL sebesar 177,92 U/mL aktivitas SOD ekstrak teh oolong lebih besar dibanding teh hitam dan teh hijau sebesar 157,067 U/mL pada konsentrasi 500 µg/mL.

Kata kunci : radikal bebas, antioksidan, teh, *Camelia sinensis*.

PENDAHULUAN

Radikal bebas merupakan molekul yang tidak stabil karena memiliki elektron yang tidak berpasangan pada susunan elektronnya. Ketika seluruh molekul ditujukan untuk memiliki elektron yang lengkap, radikal bebas harus bereaksi dengan molekul lainnya, memerangkap elektron dari atom atau molekul lain (Gramza *et al.*, 2005), sehingga molekul yang kehilangan elektron tersebut menjadi radikal bebas baru (Sarma *et al.*, 2010). Radikal bebas pada tubuh manusia dapat berasal dari 2 sumber yaitu endogen dan eksogen. Sumber radikal bebas endogen berasal

dari autooksidasi, oksidasi enzimatis, *respiratory burst* sedangkan sumber radikal bebas eksogen berasal dari obat-obatan, radiasi, asap rokok dan lain-lain (Halliwell and Gutteridge, 1999; Arief, 2006). Pengaruh berbahaya dari radikal bebas menyebabkan kerusakan biologis disebut stres oksidatif dan stres nitrosatif. Kerusakan ini terjadi dalam sistem biologi bila terdapat produksi yang berlebih dari Reactive Oxygen Species (ROS) atau Reactive Nitrogen Species (RNS) atau kekurangan antioksidan enzimatis dan non-enzimatis. (Montgomery, 2006). Radikal bebas menyerang beberapa komponen seluler utama yaitu lipid, protein, dan Asam

Deoksiribonukleat (DNA), dan mitokondria (Devasagayam *et al.*, 2004). Untuk mengatasi dampak merugikan dari radikal bebas ini, maka diperlukan antioksidan sebagai inhibitor yang bekerja menghambat oksidasi dengan cara bereaksi dengan radikal bebas reaktif membentuk radikal bebas tak reaktif yang relatif stabil (Halliwell and Gutteridge, 1999; Sofia, 2005). Sumber-sumber antioksidan dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu antioksidan sintetik (antioksidan yang diperoleh dari hasil sintesis reaksi kimia) dan antioksidan alami (antioksidan hasil ekstraksi bahan alami). Beberapa contoh antioksidan sintetik yang diijinkan penggunaannya untuk makanan dan telah sering digunakan, yaitu butil hidroksi anisol (BHA), butil hidroksi toluen (BHT), propil galat, tert-butil hidroksi quinon (TBHQ) dan tokoferol (Halliwell and Gutteridge, 1999). Antioksidan-antioksidan tersebut merupakan antioksidan alami yang telah diproduksi secara sintetis untuk tujuan komersial. Namun ternyata, antioksidan sintetik tidak aman bagi tubuh karena bersifat karsinogenik apabila dikonsumsi dan digunakan dalam jangka waktu lama, oleh karena itu diperlukan antioksidan alami yang aman bagi tubuh dan banyak tersedia. Salah satu tumbuhan yang dikenal memiliki senyawa metabolit sekunder yang dapat berperan sebagai antioksidan adalah teh. Perbedaan proses pengolahan teh menghasilkan jenis teh yang berbeda dengan kandungan senyawa kimia yang berbeda pula. Teh hitam adalah teh yang diolah dengan cara fermentasi penuh, teh hijau adalah teh yang diolah tanpa proses fermentasi dan teh oolong adalah teh yang diolah dengan proses semi fermentasi (Frei and Hidgon, 2003; Carlson *et al.*, 2007). Produksi dunia teh hitam sebanyak 75%, teh hijau sebanyak 23% dan hanya 2% teh oolong (Bliss, 2003; Carlson *et al.*, 2007).

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah teh hitam, hijau (PT Walini, Subang, Jawa barat), teh oolong (Perusahaan Perkebunan Teh Jawa Timur), metanol 96%, 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (Sigma) dan metanol HPLC grade (Merck), KIT RANSOD (Radox).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat ekstraksi maserasi, *rotary vacuum evaporator*, timbangan analitik, tabung eppendorf, vial 1 ml, mikro-pipet, stopwatch, thermometer, microplate reader BIORAD type 680, architec ci 8200.

Pembuatan ekstrak

Ekstraksi menggunakan teknik maserasi dengan pelarut metanol yang sudah didestilasi, serbuk teh hitam, hijau dan oolong, direndam selama 3 x 24 jam, kemudian filtrat metanol dievaporasi sampai diperoleh ekstrak metanol pekat teh hitam sebanyak , hijau dan teh oolong. Dari hasil maserasi diperoleh ekstrak teh hitam 546,1 g dari 7 kg serbuk daun kering teh hitam, 869,5 g ekstrak teh hijau dari 7 kg serbuk daun kering teh hijau dan ekstrak teh oolong 447,8 g dari 2 kg serbuk daun kering teh oolong.

Uji antioksidan pemerangkapan DPPH (Unlu *et al.*, 2003).

Sebanyak 200 μ L DPPH 0,077 mmol dalam metanol ditambahkan dengan 50 μ L sampel (pada *microplate*). Campuran diinkubasi pada suhu kamar selama 30 menit lalu diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm dengan menggunakan *microplate reader*. Untuk kontrol negatif digunakan DPPH sebanyak 250 μ L, sedangkan untuk blanko digunakan metanol absolut sebanyak 250 μ L.

$$\text{Aktivitas pemerangkapan DPPH} = 1 - \frac{\text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi kontrol negatif}} \times 100$$

Uji aktivitas antioksidan kadar SOD (Ransod, 2004).

Sampel ekstrak dilarutkan dalam metanol dengan level konsentrasi 500 μ g/mL, 250 μ g/mL, 125 μ g/mL, 62,5 μ g/mL, 31,25 μ g/mL, 15,625 μ g/mL.

1. Membuat Reagen 1 dengan mencampurkan *mixed substrat* 1 vial dengan 20 mL Buffer.
2. Membuat Reagen 3 dengan mencampurkan *xanthine oxidase* 1 vial dengan 10 mL aquabides.
3. Membuat Reagen 4 sebagai larutan standar yaitu mencampurkan 1 vial standar dengan 10 mL aquabides (standard S6).
4. Membuat seri pengenceran selanjutnya membuat larutan S5 yaitu 5 mL S6 ditambah 5 mL sample diluent (Ransod diluent), membuat larutan S4 yaitu 5 mL S5 ditambah 5 mL sample diluent, membuat larutan S3 yaitu 5 mL S4 ditambah 5 mL sample diluent, membuat larutan S2 yaitu 3 mL S3 ditambah 6 mL sample diluent.
6. Melarutkan 5 μ L RANSOD Control dengan 1 mL RANSOD diluent perbandinga (1 : 200) menghasilkan nilai kontrol sebesar 1,543 Unit/mL dengan faktor pengenceran 1 : 200 maka nilai kontrol yang diperoleh sebesar 308,6 Unit/mL dalam batas normal nilai kontrol yang ditetapkan RANSOD sebesar 291 Unit/mL. Batas normal yang dapat diterima yaitu $291 \pm 10\%$ atau 261,9 – 320,1 unit/mL

Perbandingan sampel

	Sample diluent	Standard S2-S6	Diluted sample	Control
Diluted sample	-	-	5 μ L	Control 5 μ L
Standard	-	5 μ L	-	-
RANSOD sample diluent	5 μ L	-	-	-
Mixed substrate	170 μ L	170 μ L	170 μ L	170 μ L
Mix well				
Xanthine oxidase	250 μ L	250 μ L	250 μ L	250 μ L

Nilai absorbansi dibaca setelah 30 detik (A1) dan dibaca ulang setelah 3 menit (A2)

Selisih absorbansi per menit = $(A_2 - A_1) / 3$

$$\% \text{ inhibition (standard)} = 100 - \frac{(\text{Selisih absorbansi standar/menit} \times 100)}{\text{Selisih absorbansi sample diluent/menit}}$$

$$\% \text{ inhibition (sample)} = 100 - \frac{(\text{Selisih absorbansi sample/menit} \times 100)}{\text{Selisih absorbansi sample diluent/menit}}$$

SOD U/mL = \log_{10} dari % inhibition x dilution faktor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata aktivitas antioksidan pemerangkapan DPPH dan aktivitas SOD antar jenis ekstrak teh hitam, teh hijau, teh oolong dan EGCG pada berbagai konsentrasi dilakukan analisis statistik ANOVA dengan derajat kemaknaan (*level of significancy*) $\alpha=0,05$. Untuk mengetahui kelompok perlakuan yang menunjukkan perbedaan bermakna secara statistik dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD). Rata-rata aktivitas pemerangkapan radikal DPPH dan aktivitas SOD antar ekstrak teh hitam,

hijau, teh oolong dan EGCG pada berbagai konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Berdasarkan hasil UJBD Tabel 1. menunjukkan bahwa pemerangkapan radikal DPPH ekstrak teh hijau tertinggi (90,772-91,654%) dan tidak berbeda nyata antar konsentrasi (6,125-100 μ g/mL). Aktivitas antioksidan pemerangkapan DPPH ekstrak teh hitam tertinggi (92,742-93,683%) dan tidak berbeda nyata antar konsentrasi (25-100 μ g/mL). Aktivitas antioksidan pemerangkapan DPPH ekstrak teh oolong tertinggi (92,683-94,207%) dan tidak berbeda nyata antar konsentrasi (12,5-100 μ g/mL). Aktivitas antioksidan pemerangkapan DPPH

EGCG tertinggi (90,150-91,654%) dan tidak berbeda nyata antar konsentrasi (6,25-100 µg/mL). Aktivitas pemerangkapan DPPH tertinggi pada konsentrasi 12,5-100 µg/mL adalah

ekstrak teh oolong, konsentrasi 6,25 µg/mL adalah EGCG dan ekstrak teh hijau sebesar 90,772-90,842%, konsentrasi 0,391-3,125% adalah EGCG sebesar 45,931-89,632%.

Tabel 1. Rata-rata, standar deviasi, dan hasil UJBD aktifitas pemerangkapan DPPH (%).

Konsentrasi µg/ml	Jenis antioksidan			
	Teh Hijau	Teh Hitam	Teh Oolong	EGCG
100	91.343 ± 0.898 f A	93.683 ± 0.931 h B	92.683 ± 0.305 g AB	91.654 ± 0.475 f A
50	91.239 ± 0.270 f A	93.683 ± 0.839 h B	93.902 ± 0.305 g B	91.343 ± 0.798 f A
25	91.446 ± 0.089 f A	92.742 ± 1.067 h AB	93.089 ± 0.931 g B	91.395 ± 0.3115 f A
12.5	91.654 ± 0.237 f A	90.726 ± 1.400 g A	94.207 ± 0.305 g B	90.150 ± 0.622 ef A
6.25	90.772 ± 0.155 f C	40.860 ± 1.416 f A	76.118 ± 1.504 f B	90.824 ± 0.324 ef C
3.125	76.568 ± 0.089 e C	35.484 ± 0.839 e A	44.817 ± 1.057 e B	89.632 ± 0.628 e D
1.563	56.765 ± 1.720 d C	20.655 ± 0.634 d A	26.931 ± 2.030 d B	81.286 ± 2.349 d D
0.781	47.071 ± 0.622 c C	14.274 ± 0.252 c A	17.581 ± 0.176 c B	59.461 ± 0.767 c D
0.391	42.872 ± 0.946 b C	12.510 ± 0.524 b B	9.451 ± 0.305 b A	45.931 ± 0.391 b D
0.195	38.155 ± 4.047 a B	9.404 ± 0.525 a A	6.301 ± 0.980 a A	40.643 ± 0.628 a B

Keterangan : huruf kecil yang sama pada kolom dan huruf besar yang sama pada baris menunjukkan tidak terdapat perbedaan secara signifikan pada *level significance* 0,05.

Tabel 2. Rata-rata, standar deviasi, dan hasil UJBD aktifitas SOD (U/mL).

Konsentrasi µg/ml	Jenis antioksidan			
	Teh Hijau	Teh Hitam	Teh Oolong	EGCG
500	60.400±0.711 d B	114.653±7,345 e C	157.067±14,121 d D	43.613±4,413 b A
250	59.787±1,023 d A	105.480±11,309 e B	149.720±12,166 d C	123.067±9,355 d B
125	56.507±0,740 c A	91.680±8,120 d B	106.427±3,470 c C	177.920±0,000 e D
62.5	41.467±2,420 b A	71.053±2,817 c B	87.187±2,817 b C	177.920±0,000 e D
31.25	40.867±2,343 b A	57.627±0,751 b B	76.720±0,762 ab C	82.240±3,480 c D
15.625	25.853±0,980 a B	33.053±1,740 a C	70.747±2,864 a D	17.267±0,780 a A

Keterangan : huruf kecil yang sama pada kolom dan huruf besar yang sama pada baris menunjukkan tidak terdapat perbedaan secara signifikan pada *level significance* 0,05.

Aktivitas pemerangkapan DPPH antar ekstrak teh hijau, hitam, teh oolong pada konsentrasi tinggi memiliki aktivitas yang hampir sama, sedangkan aktivitas pemerangkapan DPPH dari EGCG lebih

besar dibanding ekstrak teh hijau, hitam, teh oolong pada konsentrasi rendah. Aktivitas antioksidan pemerangkapan DPPH pada ekstrak teh hitam, hijau dan oolong dikarenakan adanya komponen bioaktif

utama pada teh diantaranya adalah polifenol. Polifenol yang terdapat dalam teh, mampu menghambat pembentukan radikal bebas DPPH. Penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa ekstrak teh hitam, hijau dan teh oolong mengandung senyawa fenol (standar kuersetin) yang tinggi dan tidak terdapat perbedaan antar jenis ekstrak teh yaitu teh hitam mengandung 815,700 mg/g, teh hijau 765,800 mg/g dan teh oolong 751,967 mg/g (Widowati *et al.*, 2010). Kadar polifenol ekstrak teh hitam, teh hijau standar katekin bervariasi 245,8-837,6 mg/g tergantung jenis pelarut. Kadar polifenol dipengaruhi oleh jenis pelarut, pelarut etanol 95% menunjukkan kadar polifenol lebih tinggi dibanding pelarut air (Gramza *et al.*, 2005).

Berdasarkan hasil UJBD Tabel 2. menunjukkan bahwa nilai SOD ekstrak teh hijau tertinggi sebesar 60,4 U/mL pada konsentrasi 500 µg/mL, ekstrak teh hitam tertinggi sebesar 114,653 pada konsentrasi 500 µg/mL, ekstrak teh oolong tertinggi sebesar 157,067 U/mL, EGCG tertinggi sebesar 177,920 U/mL pada konsentrasi 125-250 µg/mL.

Ekstrak teh oolong mengandung SOD lebih tinggi dibanding ekstrak teh hitam dan teh hijau, dikarenakan teh oolong mengandung flavonoid tinggi berupa flavanol yaitu epikatekin (EC) 2,59 mg/100 g, epikatekin galat (ECG) 6,73 mg/100 g, epigalokatekin (EGC) 6,00 mg/100 g, epigalokatekin galat (EGCG) 36,01 mg/100 g, katekin 0,23 mg/100 g, flavanol yaitu kaempferol 0,90 mg/100 g, mirisetin 0,49 mg/100 g, kuersetin 1,30 mg/100 g (USDA, 2003, Widowati *et al.*, 2010). Teh oolong mengandung katekin, polifenol, asam galat dan kafein (Rumpler *et al.*, 2001). Golongan katekin merupakan salah satu golongan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi (Lolito and Fraga, 2000). Ekstrak teh hijau mengandung SOD lebih rendah dibanding ekstrak teh hitam (Tabel 2.), hal ini sesuai penelitian Gramza *et al.* (2005) ekstrak etanol dan ekstrak air teh hitam memiliki aktivitas antioksidan pemerangkapan radikal 2,2'-azinobis-(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) lebih tinggi dibanding ekstrak etanol dan ekstrak air teh hijau.

KESIMPULAN

1. Ekstrak teh hitam, teh hijau, teh oolong memiliki aktivitas antioksidan pemerangkapan DPPH sama dengan EGCG pada konsentrasi tinggi (12,5- 100 µg/mL), dan lebih rendah dibanding EGCG pada konsentrasi lebih rendah.
2. Aktivitas SOD ekstrak teh hitam, teh hijau, teh oolong konsentrasi tinggi menunjukkan nilai SOD tinggi, nilai SOD EGCG tertinggi sebesar 177,920 U/mL pada konsentrasi 62,5-125 µg/mL.
3. Ekstrak teh oolong memiliki aktivitas SOD lebih tinggi dibanding ekstrak teh hitam, teh hijau pada semua konsentrasi.
4. Aktivitas SOD ekstrak teh oolong tertinggi konsentrasi 500 µg/mL sebesar 157,067 U/mL.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, S. 2006. Radikal Bebas. Bagian /SMF Ilmu Kesehatan Anak FK UNAIR/RSU Dr. Soetomo. Surabaya.
- Bliss, R.M, 2003, Brewing up the latest tea research. *Agric Res*, 51:10-13.
- Carlson, J.R., V.A. Bauer, P.J. Limburg, T. Wilson, 2007, Reading the Tea Leaves: Anticarcinogenic Properties of (-)-Epigallocatechin-3-Gallate. *Mayo Clinic Proceedings*, 82 (6): 725-732.
- Devasagayam, T. P. A., Tilak. J. C., Bloor. K. K., Sane. K. S., Ghaskadbi. S. S., Lele. R. D. 2004. Free Radicals and Antioxidants in Human Health: Current Status and Future Prospects. *JAPI*. 52:794-804.
- Frei B., and Higdon J.V. 2003. Antioxidant Activity of Tea Polyphenols In Vivo : Evidence from Animal Studies. *J. Nutr*, 133,3275S-3284S.
- Gramza, A., Pawlak-Lemańska. K., Korczak. J., Sowicz. E. W., Rudzinska. M. 2005. Tea Extracts as Free Radical Scavengers. *Polish Journal of Environmental Studies*, 14 (6): 861-867.

- Halliwell B., Gutteridge J.M.C. 1999. Free Radicals in Biology and Medicine. New York: Oxford University Press.
- Lotito, S.B., Fraga, C.G. 2000. Catechins Delay Lipid Oxidation and α -Tocopherol and β -Carotene Depletion Following Ascorbate Depletion in Human Plasma. Society for Experimental Biology and Medicine 225, 32-38.
- Montgomery, I. 2006. The Influence of Free Radicals in Industry and Biology. Department of Chemistry, University of York..
- Rumpler, W., Seale, J., Clevidence, B., Judd, J., Wiley, E., Yamamoto, S., Komatsu, T., Sawaki, T., Ishikura, Y., Hosoda. 2001. Oolong Tea Increases Metabolic Rate and Fat Oxidation in Men. J. Nutr. 131, 2848–2852.
- USDA. 2003. USDA Database for the Flavonoid Contents of Selected Foods. Beltsville: US Department of Agriculture.
- Unlu, G.V., Candan F., Sokmen A., Dafefera D., Polissiou M., Sokmen E., Donmez, Tepe B. 2003. Antimicrobial and Antioxidant Activity of the Essential Oil and Methanol Extracts of *Thymus pectinatus* Fisch. et Mey. Var. *pectinatus* (Lamiaceae). J. Agric. Food Chem. 51, 63-67.
- Radox Laboratories Ltd. 2004. RANSOD, Superoxide Dismutase. Radox Laboratories Ltd, Ardmore, Diamond Road, Crumlin, Co. Antrim, United Kingdom. BT294 QY.
- Sarma, A. D., Mallick. A. R., Ghosh. A. K. 2010. Free Radicals and Their Role in Different Clinical Conditions: An Overview. International Journal of Pharma Sciences and Research, 1(3):185-192.
- Sofia, D. 2005. Antioksidan dan Radikal Bebas. <http://www.chem-is-try.org>. 21 Oktober 2009.
- Widowati, W., Herlina, T., Ratnawati, H. Mozef, T. 2010. The comparison of antioxidant, antiaggregation of various tea extract (*Camellia sinensis* L.). Proceeding in the International Conference on Medicinal Plants, the future of medicinal plants : from plants to medicine, 38th meeting of National Working Group for Indonesian Medicinal Plants, Surabaya-Indonesia on 21-22th July 2011.

- Halliwell B., Gutteridge J.M.C. 1999. Free Radicals in Biology and Medicine. New York: Oxford University Press.
- Lotito, S.B., Fraga, C.G. 2000. Catechins Delay Lipid Oxidation and α -Tocopherol and β -Carotene Depletion Following Ascorbate Depletion in Human Plasma. Society for Experimental Biology and Medicine 225, 32-38.
- Montgomery, I. 2006. The Influence of Free Radicals in Industry and Biology. Department of Chemistry, University of York..
- Rumpler, W., Seale, J., Clevidence, B., Judd, J., Wiley, E., Yamamoto, S., Komatsu, T., Sawaki, T., Ishikura, Y., Hosoda. 2001. Oolong Tea Increases Metabolic Rate and Fat Oxidation in Men. J. Nutr. 131, 2848–2852.
- USDA. 2003. USDA Database for the Flavonoid Contents of Selected Foods. Beltsville: US Department of Agriculture.
- Unlu, G.V., Candan F., Sokmen A., Dafefera D., Polissiou M., Sokmen E., Donmez, Tepe B. 2003. Antimicrobial and Antioxidant Activity of the Essential Oil and Methanol Extracts of *Thymus pectinatus* Fisch. et Mey. Var. *pectinatus* (Lamiaceae). J. Agric. Food Chem. 51, 63-67.
- Radox Laboratories Ltd. 2004. RANSOD, Superoxide Dismutase. Radox Laboratories Ltd, Ardmore, Diamond Road, Crumlin, Co. Antrim, United Kingdom. BT294 QY.
- Sarma, A. D., Mallick. A. R., Ghosh. A. K. 2010. Free Radicals and Their Role in Different Clinical Conditions: An Overview. International Journal of Pharma Sciences and Research, 1(3):185-192.
- Sofia, D. 2005. Antioksidan dan Radikal Bebas. <http://www.chem-is-try.org>. 21 Oktober 2009.
- Widowati, W., Herlina, T., Ratnawati, H. Mozef, T. 2010. The comparison of antioxidant, antiaggregation of various tea extract (*Camellia sinensis* L.). Proceeding in the International Conference on Medicinal Plants, the future of medicinal plants : from plants to medicine, 38th meeting of National Working Group for Indonesian Medicinal Plants, Surabaya-Indonesia on 21-22th July 2011.