

AKTIVITAS ANTIOKSIDASI EKSTRAK FENOL UMBI SARANG SEMUT (*HYDNOPHYTUM SP.*) PADA BERBAGAI SUHU PENYEDUHAN

Antioxidant Activity of Sarang Semut Tubers (Hydnophytum Sp.) Extracts toward Stepping Treatment

Yohana S.K. Dewi, Dominika¹

ABSTRAK

Aktivitas antioksidasi ekstrak umbi sarang semut (Hydnophytum sp.) telah diteliti pada berbagai suhu penyeduhan. Serbuk umbi sarang semut (2,5g) diseduh dalam akuades yang telah dipanaskan pada suhu 60,8 dan 100 °C selama 2, 4, dan 6 menit. Pengaruh perlakuan penyeduhan terhadap serbuk sarang semut diuji aktivitas antioksidasi dan kandungan total fenol. Pengujian aktivitas antioksidasi dengan metode DPPH dan kandungan total fenol dengan metode Folin Ciocalteou dengan standar asam galat. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan penyeduhan tidak mempengaruhi aktivitas antioksidasi serbuk sarang semut. Suhu penyeduhan 100 °C menghasilkan kandungan total fenol umbi sarang semut tertinggi.

Kata kunci: *Ekstrak umbi sarang semut, suhu penyeduhan, total fenol, aktivitas antioksidasi*

ABSTRACT

Antioxidant activity of Sarang Semut tubers (Hydnophytum sp.) extracts toward stepping treatments was investigated. Powder of sarang semut tubers was diluted in 200 ml of distilled water then its being subjected to stepping treatment of three different treatments: cooked at 60, 80 and 100 °C for 2, 4 and 6 minutes. Effect of stepping treatment of Sarang Semut tuber juices on the antioxidant activity and the total phenol contents was investigated. Antioxidant activity of Sarang Semut tuber juices was estimated according to DPPH methods. The total phenol content in the tuber juices was measured with Folin-Ciocalteu reagent using gallic acid as a standard. The results showed that stepping treatment did not affect antioxidant activity of Sarang Semut tuber juices. Stepping treatment of Sarang Semut tuber juices at 100 °C exhibited the highest total phenol contents.

Keywords: *Sarang semut tuber, stepping treatment, total phenol, antioxidant activity*

PENDAHULUAN

Sarang semut merupakan tumbuhan epifit yang memiliki keistimewaan karena mampu bersimbiosis dengan semut dan cendawan. Simbiosis yang terjadi merupakan simbiosis mutualisme yang mengakibatkan perubahan dalam komposisi senyawa kimia yang disebabkan oleh kehadiran koloni semut yang digunakan untuk pertahanan diri (Subroto dan Saputro, 2006).

Uji penapisan kimia yang dilakukan pada tumbuhan sarang semut menunjukkan bahwa tumbuhan ini mengandung senyawa kimia dari golongan fenol dan tanin (Subroto

dan Saputro, 2006). Senyawa fenolik merupakan senyawa antioksidan alami yang telah lama diketahui menguntungkan apabila digunakan dalam bahan makanan karena umumnya memiliki derajat toksisitas yang rendah dibandingkan dengan antioksidan sintetik yang banyak digunakan pada bahan non pangan (Tranggono dkk., 1990).

Antioksidan adalah salah satu komponen makanan yang bermanfaat bagi kesehatan. Penggunaan antioksidan dalam industri pengolahan pangan merupakan usaha untuk menghambat oksidasi lemak/minyak sehingga bahan ma-

¹ Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Jl. A. Yani, Pontianak 78124

kanan lebih tahan lama untuk disimpan (Sudjatini, 1998). Beberapa antioksidan ada yang terdapat di alam dalam bahan organik dan ada pula yang berupa hasil sintesis dari bahan kimia. Penggunaan antioksidan sintetis di dalam produk pangan mulai dipertimbangkan keamanannya oleh beberapa negara, yang ditinjau dari segi kesehatan. Seiring dengan kesadaran masyarakat akan bahaya penggunaan antioksidan sintetis, penggunaan antioksidan alami berkembang secara pesat. Antioksidan alami digunakan sebagai suplemen dalam bentuk makanan ataupun pengawet bahan pangan. Selain aman untuk dikonsumsi, antioksidan alami juga dapat mencegah terjadinya kanker (Halliwell dkk., 1995).

Sarang semut sebagai salah satu sumber antioksidan pangan alami sangat baik dijadikan sebagai makanan kesehatan karena memiliki kemampuan dalam pencegahan berbagai penyakit. Sebagai sumber antioksidan alami, sarang semut menjadi salah satu alternatif yang dapat digunakan karena relatif lebih aman untuk dikonsumsi. Sarang semut sebelum dikonsumsi sebagai makanan kesehatan, mengalami proses pengolahan dan pemanasan dengan cara penyeduhan.

Perubahan bentuk dari umbi pada hasil olahan menjadi serbuk sebagai akibat dari pengecilan ukuran dan penyeduhan yang melibatkan pemanasan, kemungkinan besar dapat menyebabkan penurunan aktivitas antioksidasinya. Oleh karena itu perlu diteliti pengaruh pemanasan terhadap senyawa antioksidan yang terkandung dalam sarang semut.

Antioksidan sebagai salah satu senyawa bioaktif yang berguna bagi kesehatan memiliki daya aktif yang menurun apabila dipanaskan. Makin tinggi suhu dan makin lama waktu pemanasan maka penurunan aktivitas antioksidasi akan makin besar (Pujihartati, 1999). Pada sarang semut kemungkinan besar sifat antioksidasinya juga dapat mengalami penurunan seiring dengan pemanasan pada proses pengolahan umbi dan penyeduhan. Makin tinggi suhu dan lama penyeduhan diduga dapat mengakibatkan penurunan potensi antioksidatifnya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan waktu dan suhu penyeduhan serbuk umbi sarang semut (*Hydnophytum* sp.) yang terbaik sehingga diperoleh kandungan total fenol dan aktivitas antioksidasi yang tinggi.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi sarang semut, aquades, metanol, *folin-ciocalteu*, natrium karbonat, asam galat, DPPH (1,1 *diphenyl-2-picrylhydrazyl*), asam *asetat glasial*, gas nitrogen, BHT (*Butylated Hidroxytoluene*), kertas Whatman No. 1 dan asam klorida. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, desikator, pinset, cawan porselin, spektrofotometer,

timbangan, pisau, *rotary evaporator*, tabung reaksi, blender, vortek, *hotplate stirrer*, *beaker glass*, *erlenmeyer*, *freeze dryer*, *vacuum filter*, *waterbath* dan *oven vacuum*.

PELAKSANAAN PENELITIAN

Pembuatan Serbuk Sarang Semut

Proses pengolahan umbi sarang semut melalui tahapan berikut: umbi ditimbang, kulit luar umbi dikupas dan umbi dibelah menjadi beberapa bagian, kemudian umbi tersebut dibersihkan dari kotoran dan semut yang berada di dalamnya. Belahan umbi tersebut diiris dan dikering anginkan selama 2 hari (2 x 24 jam). Irisan yang telah dikering anginkan tersebut kemudian dikeringkan dengan oven pengering pada suhu 50 °C selama 3 hari (3 x 24 jam) sehingga diperoleh irisan sarang semut kering dengan kadar air 7–8 %.

Pembuatan serbuk sarang semut menggunakan bahan dari irisan sarang semut kering dengan cara irisan dihaluskan dengan menggunakan blender kering kemudian diayak dengan ukuran 70 mesh sehingga diperoleh serbuk sarang semut.

Proses Penyeduhan

Serbuk sarang semut sebanyak 2,5 g diseduh dengan aquades 200 ml (Sari dkk., 2003) dengan perlakuan waktu penyeduhan 2, 4 dan 6 menit dan suhu 60, 80 dan 100 °C. Hasil seduhan disaring dengan menggunakan kertas saring. Filtrat yang dihasilkan kemudian dikemas dalam botol kaca dalam kondisi vakum dan disimpan pada *freezer* untuk keperluan analisis.

Preparasi Ekstrak Metanol Seduhan Serbuk Sarang Semut untuk Analisis Kandungan Total Fenol dan Aktivitas Antioksidasi

Hasil seduhan sarang semut ditambah 25 ml metanol yang telah ditambahkan asam asetat glasial sebanyak 0,5 % (v/v) untuk mencegah oksidasi komponen fenol dan di maserasi selama 12 jam pada *ice bath*, kemudian campuran disaring melewati kertas Whatman No. 1 sehingga diperoleh filtrat dan residu. Filtrat hasil maserasi di tempatkan dalam penampung, residu dimaserasi dengan proses yang sama dan dihasilkan filtrat kedua dan digabung dengan filtrat hasil penyaringan tahap pertama.

Filtrat hasil penggabungan dimasukkan ke dalam tabung *rotary evaporator* untuk menguapkan metanol dan air sehingga diperoleh ekstrak metanol hasil seduhan serbuk sarang semut kering. Ekstrak metanol hasil seduh serbuk sarang semut (ekstrak metanol seduhan sarang semut kering), dikemas dalam plastik pada kondisi vakum dan disimpan pada suhu -20 °C untuk digunakan pada analisis kandungan total fenol dan aktivitas antioksidasi.

Variabel Pengamatan

Variabel-variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah kandungan total fenol dan aktivitas antioksidasi. Adapun proses analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Kandungan total fenol

Analisis kandungan total fenol menggunakan metode yang dikembangkan oleh Taga *dkk.* (1984). Ekstrak metanol seduhan sarang semut sebanyak 10 mg dilarutkan dalam 10 ml metanol yang mengandung 3 % HCl. Campuran diambil 200 µl ditambahkan 4 ml larutan 2 % natrium karbonat, setelah 2 menit ditambah 200 µl larutan 50 % *Folin Ciocalteu* dan dibiarkan selama 30 menit pada suhu ruang. Absorbansi larutan sampel ditentukan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 750 nm. Perhitungan kandungan total fenol menggunakan standar asam galat dan diekspresikan sebagai miligram galat pergram ekstrak metanol seduhan sarang semut.

Aktivitas antioksidasi

Aktivitas antioksidasi diekspresikan sebagai aktivitas antiradikal. Aktivitas antioksidasi dinyatakan sebagai aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH berdasarkan analisis kolorimetri yang diamati dengan spektrofotometer. Ekstrak metanol seduhan sarang semut sebanyak 10 mg dilarutkan dalam 10 ml metanol, dihilangkan warnanya dengan melewati pada kolom (Sep-Pak C₁₈) dan diambil sebanyak 4 ml ditambahkan 2 ml 0,2 mM DPPH dalam metanol. Campuran dibiarkan selama 30 menit pada suhu kamar dalam keadaan gelap. Perubahan warna ungu menjadi kuning menunjukkan adanya aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH dan perubahan ini dapat diamati dengan mengukur perbedaan absorbansi sampel dan kontrol pada panjang gelombang 517 nm.

Perbedaan absorbansi sampel dan kontrol menunjukkan aktivitas penangkapan terhadap radikal bebas DPPH yang dinyatakan sebagai persen penghambatan pembentukan radikal bebas DPPH dan dihitung menggunakan rumus (Yen dan Chen, 1995):

$$\text{Aktivitas antioksidasi} = 1 - \frac{\text{Absorbansi sampel pada } 517\text{nm}}{\text{Absorbansi kontrol pada } 517\text{nm}} \times 100\%$$

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan bentuk rancangan acak lengkap (RAL) dengan pola faktorial (Gaspersz, 1991). Perlakuan terdiri dari 2 faktor yaitu faktor lama penyeduhan (A) yang terdiri dari 3 taraf perlakuan yaitu, (a₁) : 2 menit; (a₂) : 4 menit; (a₃) : 6 menit dan faktor suhu penyeduhan yang terdiri dari 3 taraf perlakuan yaitu: (b₁): 60 °C; (b₂): 80 °C dan (b₃): 100 °C. Perlakuan terdiri dari 3 ulangan. Uji beda antar perlakuan menggunakan uji (Beda Nyata Jujur) BNJ pada taraf 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Nutrisi, Total Fenol dan Aktivitas Antioksidasi Serbuk Sarang Semut (*Hydnophytum sp.*)

Kandungan nutrisi serbuk sarang semut yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Serbuk Sarang Semut (*Hydnophytum sp.*)

Nutrisi	Kandungan (%)
Kadar Air	7,83
Kadar Abu	10,81
Protein	4,21
Lemak	9,01
Serat Kasar	2,20
Karbohidrat	33,08

Kandungan total fenol pada serbuk sarang semut tanpa penyeduhan yang di analisis dengan metode Taga *dkk.* (1984) adalah 0,231 mg asam galat/gram ekstrak metanol sarang semut. Aktivitas antioksidasi pada serbuk sarang semut tanpa penyeduhan dianalisis dengan menggunakan sistim pengujian metode DPPH yang dihitung menurut Yen dan Chen (1995) adalah 56,63 %. Analisis kandungan total fenol dan aktivitas antioksidasi tanpa penyeduhan bertujuan untuk mengetahui kandungan total fenol dan aktivitas antioksidasi pada serbuk sarang semut yang akan digunakan sehingga bisa diketahui sebelum diberikan perlakuan penyeduhan. Data hasil analisis tanpa penyeduhan ini akan digunakan sebagai perbandingan dengan hasil analisis setelah perlakuan penyeduhan.

Kandungan Total Fenol Serbuk Sarang Semut (*Hydnophytum sp.*) Hasil Penyeduhan

Kandungan total fenol dari serbuk sarang semut yang diseduh dengan waktu dan suhu berbeda disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Total Fenol Serbuk Sarang Semut pada Berbagai Waktu dan Suhu Penyeduhan (mg galat/mg ekstrak)

Waktu	Suhu Penyeduhan (°C)		
	60	80	100
2	0,152 ^a	0,098 ^a	0,186 ^b
4	0,121 ^a	0,144 ^a	0,216 ^b
6	0,123 ^a	0,137 ^a	0,194 ^b
BNJ = 0,057			KK = 13,157

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang data menunjukkan berbeda nyata pada uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5 %

Tabel 2. menunjukkan bahwa kandungan total fenol serbuk sarang semut yang diseduh pada suhu 100 °C, menghasilkan kandungan total fenol yang lebih besar dibandingkan dengan suhu 60 dan 80 °C (Tabel 2). Namun demikian pada suhu penyeduhan yang sama, waktu penyeduhan tidak menghasilkan perbedaan pada kandungan total fenol serbuk sarang semut. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Dewanto dkk. (2002), yang menyatakan pada jus tomat yang dipanaskan hingga 88 °C selama 2, 15 dan 30 menit tidak menyebabkan perubahan pada kandungan total fenol.

Tabel 2. menunjukkan bahwa serbuk sarang semut yang diseduh pada suhu 100 °C kandungan total fenol yang dihasilkan lebih besar dibandingkan menggunakan suhu 60 dan 80 °C. Hal ini diduga dengan semakin tingginya suhu penyeduhan maka semakin besar polifenol yang terlarut dalam hasil seduhan sehingga kandungan total fenol juga semakin tinggi. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya pada teh hijau yang dilakukan oleh Sari dkk. (2003). Perilaku komponen fenol yang berperan sebagai antioksidan dalam suatu ekstrak tanaman menunjukkan kecenderungan yang berbeda terhadap perlakuan panas (Dewi, 2006). Peningkatan kandungan polifenol dalam seduhan terjadi karena senyawa polifenol yang berada di dalam vakoula jaringan sel dengan adanya pemanasan menyebabkan vakoula membuka sehingga memudahkan senyawa polifenol keluar dari sel (Fatimah, 1993; Shahidi dan Nacz, 1995). Peningkatan kandungan total polifenol juga disebabkan oleh sifat dari polifenol yang mudah larut dalam air. Menurut Chang dkk. (2000) dan Stahl (1996), polifenol mempunyai sifat mudah larut dalam air. Penyeduhan serbuk sarang semut dengan menggunakan air ini juga diduga akan meningkatkan kandungan total polifenol.

Perlakuan suhu penyeduhan pada serbuk sarang semut setelah dianalisis apabila dibandingkan dengan serbuk sarang semut tanpa penyeduhan menghasilkan penurunan kandungan total fenol. Hal ini berkaitan dengan senyawa fenol yang terdapat dalam sarang semut yang diduga mengalami kerusakan pada suhu yang tinggi. Menurut Dewi (2006), peningkatan suhu pemanasan pada jus keruh *Aloe chinensis* menghasilkan penurunan kandungan total fenol sehingga senyawa fenol yang terdapat dalam *Aloe chinensis* mengalami kerusakan. Gazzani dkk. (1998) mengatakan, pemanasan pada suhu tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen yang tidak tahan panas termasuk di dalamnya senyawa fenol, oleh karena itu diduga hal ini yang menjadi penyebab total fenol yang dihasilkan pada perlakuan penyeduhan lebih rendah apabila dibandingkan dengan tanpa penyeduhan.

Aktivitas Antioksidasi Serbuk Sarang Semut (*Hydnophytum* sp.) Hasil Penyeduhan

Aktivitas antioksidasi dari serbuk sarang semut yang diseduh dengan waktu dan suhu berbeda disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Aktivitas Antioksidasi Serbuk Sarang Semut pada Berbagai Waktu dan Suhu Penyeduhan (%)

Waktu	Suhu Penyeduhan (°C)		
	60	80	100
2	66,34	71,18	73,48
4	66,07	67,79	64,64
6	66,14	75,15	72,99

Tabel 3. menunjukkan bahwa perlakuan waktu dan suhu penyeduhan tidak menghasilkan perbedaan aktivitas antioksidasi pada serbuk sarang semut. Perlakuan penyeduhan pada serbuk sarang semut diduga menyebabkan kerusakan jaringan tanaman yang memudahkan keluarnya senyawa fenol yang bersifat sebagai antioksidan. Suhu penyeduhan tidak berpengaruh terhadap aktivitas antioksidasi yang dihasilkan, sedangkan proses penyeduhan menggunakan suhu 60, 80 dan 100 °C yang menyebabkan fenol yang tahan panas saja yang berperan dan menunjukkan aktivitas antioksidasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Trilaksana (2003), yang menyatakan bahwa antioksidan yang berperan pada proses pengolahan makanan adalah antioksidan yang tahan terhadap suhu tinggi. Menurut Tensiska dkk. (2003), proses panas yang diterapkan pada pengolahan pangan mempengaruhi kestabilan aktivitas antioksidasi.

Heinonen dkk. (1998), menggunakan lesitin-liposom untuk mempelajari aktivitas antioksidasi membran ekstrak fenol buah berry. Aktivitas antioksidasi ekstrak buah berry sangat dipengaruhi oleh jenis fenol yang terdapat dalam ekstrak tersebut. Pada sarang semut hasil penyeduhan setelah dilakukan pengujian juga menghasilkan aktivitas antioksidasi yang rendah. Oleh sebab itu, aktivitas antioksidasi pada sarang semut ini juga diduga turut dipengaruhi oleh jenis fenol yang terdapat dalam ekstrak metanol seduhan serbuk sarang semut.

Hasil penelitian Pujimulyani (2003), pengaruh suhu dan waktu dalam berbagai media *blanching* terhadap sifat antioksidasi sirup kunir putih menunjukkan bahwa pengujian penghambatan oksidasi terhadap sistim asam linoleat dengan metode FTC (*Ferri Tiosianat*) pada semua media *blanching* dalam suhu 80 °C dengan waktu lebih pendek (5 menit), ternyata daya hambat oksidasinya lebih besar dibandingkan dengan waktu yang lebih lama (10 menit). Selanjutnya dikemukakan apabila aktivitas antioksidasi pada suhu 80 °C dengan waktu 2 menit dan 10 menit yang apabila dibandingkan dengan perlakuan suhu 100 °C pada waktu yang sama, suhu 80 °C dengan waktu 2 menit juga tetap menghasilkan daya hambat yang lebih besar. Penurunan aktivitas antioksidasi senyawa fenolik kemungkinan besar turut dipengaruhi oleh proses pengolahan dengan cara pemanasan. Ekstrak kunyit yang semakin lama dipanaskan ternyata sifat antioksidasinya

semakin menurun (Pujihartati, 1999). Hal ini sesuai dengan sifat antioksidasi ekstrak kunyit yang dipengaruhi oleh suhu. Penyeduhan pada suhu yang tinggi dalam waktu yang lama kemungkinan besar dapat mempengaruhi aktivitas antioksidasinya.

Pada serbuk sarang semut yang diseduh dengan perlakuan suhu 60 °C apabila dibandingkan dengan suhu penyeduhan 80 °C aktivitas antioksidasi yang dihasilkan mengalami peningkatan tetapi pada suhu 100 °C aktivitasnya cenderung menurun. Kecenderungan peningkatan aktivitas antioksidasi akibat pemberian panas juga terjadi pada jus *Aloe chinensis*. Aktivitas antioksidasi jus keruh *Aloe chinensis* tanpa pemanasan adalah 60,45 %, tetapi pada pemanasan jus dengan suhu 60 °C meningkatkan aktivitas antioksidasi secara nyata menjadi 66,76 %. Aktivitas antioksidasi tersebut meningkat akibat pemanasan sampai dengan suhu 80 °C, namun pada suhu 100 °C aktivitas antioksidasi menurun secara nyata (Dewi, 2006). Menurut Marinova dan Yanishlieva (1992) yang telah mengevaluasi pemanasan asam ferulat pada suhu 25, 50, 75 dan 100 °C bahwa peningkatan temperatur tidak merubah efektifitas antioksidatif dari asam ferulat. Setiap antioksidan menunjukkan kecenderungan yang berbeda terhadap pengaruh pemanasan dan sangat dipengaruhi jenis komponen yang berperan dalam antioksidasi dan kandungan di dalam tanaman tersebut (Dewi, 2006). Oleh sebab itu, penyeduhan yang menggunakan suhu 100 °C pada sarang semut tidak harus menghasilkan rata-rata aktivitas antioksidasi paling tinggi.

Hasil analisis aktivitas antioksidasi tanpa penyeduhan apabila dibandingkan dengan perlakuan sesudah penyeduhan pada semua variabel suhu cukup rendah. Frankel (1998) mengatakan bahwa terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi aktivitas antioksidasi yaitu jenis substrat yang digunakan, kondisi oksidasi, jenis analisis yang digunakan dan konsentrasi sampel yang digunakan untuk pengujian. Peningkatan suhu penyeduhan dalam proses penyeduhan pada serbuk sarang semut juga menghasilkan peningkatan aktivitas antioksidasi tetapi pada perlakuan tanpa penyeduhan aktivitas antioksidasi yang dihasilkan lebih rendah. Hal ini diduga pada suhu yang rendah antioksidan yang terdapat di dalam bahan tidak terlarut, sehingga pada saat diuji kandungan antioksidannya memiliki aktivitas antioksidasi yang rendah. Kecenderungan penurunan aktivitas antioksidasi juga terjadi pada jus keruh *Aloe chinensis* yang dipanaskan pada suhu 100 °C, walaupun masih mempunyai aktivitas antioksidasi tetapi hasilnya lebih rendah apabila dibandingkan dengan pemanasan jus pada suhu 60 dan 80 °C tetapi tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan tanpa pemanasan (Dewi, 2006).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu penyeduhan 100 °C menghasilkan kandungan total fenol tertinggi namun tidak dipengaruhi oleh waktu penyeduhan yang digunakan. Waktu dan suhu penyeduhan pada serbuk sarang semut tidak mempengaruhi aktivitas antioksidasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, R., Schwimmer, S. dan Burr, H.K. (1977). Phytate: Removal from whole dry beans by enzymatic hydrolysis and diffusion. *Journal of Food Science* **42**: 1908-1101
- Chang, J.C., Chiu, K., Chen, Y. dan Chang, C. (2000). Separation of catechins from green tea using carbon dioxide extraction. *Food Chemistry* **68**: 109-113.
- Dewi, Y.S.K. (2004). Potensi Aloe vera Sebagai Sumber Antioksidan. *Makalah Seminar Pembukaan Aloe Vera Center*. Pontianak.
- Dewi, Y.S.K. (2006). *Identifikasi dan Karakterisasi Antioksidan dalam Jus Aloe chinensis dan Evaluasi Potensi Aloe-Emodin sebagai Antifotooksidan dalam Sistem Asam Linoleat*. Disertasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Dewanto, V., Wu, X., Adom, K.K. dan Liu, R.H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **50**: 3010-3014.
- Fatimah, T. (1993). *Budidaya Tanaman Teh (Camelia sinensis (L) O. Kuntze)*. Politeknik Pertanian, Universitas Jember, Jember.
- Frankel, E.N. (1998). Oxidation in Multiphase System *Dalam: Lipid Oxidation*. hal. 167-186. The Oily Press Ltd.
- Gaspersz, V. (1991). *Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu-Ilmu Pertanian, Ilmu-Ilmu Teknik dan Biologi*. Armico. Bandung.
- Gazzani, G., Papetti, A., Mussolini, G. dan Daglia, M. (1998). Anti- and pro-oxidant activity of water soluble components of some common diet vegetables and the effect of thermal treatment. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **46**: 4118-4122.
- Halliwell, B., Murcia, M.A., Chirico, S. dan Auroma, O.I. (1995). Free radicals and antioxidants in food and in vivo: What they do and how they work. *Critical Review in Food Science and Nutrition* **35**: 7-20.

- Heinonen, M., Rein, D., Gracia, M.T.S., Huang, S.W., German, J.B. dan Frankel, E.N. (1998). Effect of protein on the antioxidant activity of phenolic compounds in a lecithin-liposome oxidation system. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **46** : 917-922.
- Marinova, E.M. dan Lieva, Y. (1992). Effect of temperature on the antioxidative activity in lipid oxidation. *Journal of Science, Food and Agriculture* **60**: 313-318.
- Pujihartati, V.L., Raharjo, S. dan Santosa, U. (1999). Stabilitas antioksidan ekstrak kunyit (*curcuma domestica*) selama penyimpanan umbi dan pemanasan. *Prosiding Seminar Nasional PATPI*. Yogyakarta.
- Pujimulyani, D. (2003). Pengaruh suhu dan waktu dalam berbagai media blanching terhadap sifat antioksidasi sirup kunir putih (*Curcuma mangga Val.*). *Prosiding Seminar Nasional PATPI*. Yogyakarta.
- Sari, P., Unus, T., Lindriati dan Mariyah. (2003). Pengaruh penyeduhan terhadap kandungan polifenol dan aktivitas antioksidan teh hijau. *Prosiding Seminar Nasional PATPI*. Yogyakarta.
- Shahidi, F. (1997). Natural Antioxidant: An Overview. *Dalam: Natural Antioxidant. Chemistry, Health Effects, and Applications*. Hal.1-11. AOCS Press. Champaign, Illinois.
- Shahidi, F. dan Naczki, M. (1995). *Food Phenolics: Sources, Chemistry, Effects and Applications*. Technomic Publishing Co. Inc., USA.
- Stahl. (1996). *The Chemistry of Tea and Soluble Tea Manufacturing*. Mc. Cormick and Co. Inc., Baltimore, Maryland.
- Sudjatini, Raharjo, S. dan Supriyadi. (1998). Aktivitas antioksidatif ekstrak flavonoid teh hijau pada minyak kacang tanah. *Prosiding Seminar Nasional PATPI*. Yogyakarta.
- Subroto, A dan Saputro, H. (2006). *Gempur Penyakit Dengan Sarang Semut*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Taga, M.S., Miller, E.E. dan Pratt, D.E. (1984). Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *Journal of American Oil Chemical Society* **61**: 928-931.
- Tensiska, C., Wijaya, H. dan Andarwulan, N. (2003). Aktivitas antioksidan ekstrak buah andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC*) dalam beberapa sistem pangan dan kestabilan aktivitasnya terhadap kondisi suhu dan pH. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* **14**: 25-32
- Tranggono, Sutardi, Haryadi, Suparmo, Murdiyati, Rahayu, Naruki, S. dan Astuti, M. (1990). *Bahan Tambahan Pangan (Food Additives)*. PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjahmada. Yogyakarta.
- Trilaksani, W. (2003). *Antioksidan: Jenis, Sumber, Mekanisme Kerja dan Peran Terhadap Kesehatan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yen, G.C. dan Chen, H.Y. (1995). Antioxidants activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **43**: 27-32.