

## PENGARUH PENUTUPAN DENGAN KAIN HITAM DAN KONSENTRASI ETANOL TERHADAP KANDUNGAN KURKUMINOID DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK SIMPLISIA TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza*)

[The Effect of the Covering with Black Cloth and Ethanol Concentrations on the Curcuminoid Contents and Antioxidant Activity of Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) Chip Extracts]

Sri Anggrahini <sup>1)</sup>, Raden Rara Safitriani <sup>2)</sup> dan Umar Santosa<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

<sup>2)</sup> Dinas Pertanian dan Kelautan, Kulonprogo, Yogyakarta

Diterima 24 Juli 2007/ Disetujui 29 Agustus 2007

### ABSTRACT

The aim of this research was to find out the curcuminoid content and antioxidant activity of temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) chip extracts under specific treatment. This research was started with preparation of temulawak chips. Which were made from 2 treatments of sun drying, those which were covered with black cloth and those without cover. The quantity of three types of known curcuminoids of temulawak chips were analyzed by HPLC after extraction with 0 %, 50 % and 95 % ethanol solvent. Antioxidant activities in the extracts were measured by ferri thiocyanate and thiobarbituric acid methods. The result indicated that drying with black cloth cover showed higher curcuminoid content and antioxidant activity compared with those without black cloth cover, but drying with black cloth cover had no effect on the type of curcuminoids. The antioxidant activity of temulawak chip was highest with the type of curcuminoids being bisdemetoxicurcumine, demetoxicurcumine and curcumine when the temulawak chips were extracted with 95 % ethanol. While the type of curcuminoids were only demetoxicurcumine and curcumine, when temulawak chips were extracted with 0 % and 50 % ethanol

**Key words :** Temulawak chips, curcuminoid, ethanol, antioxidant activity

### PENDAHULUAN

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) merupakan jenis rempah-rempah yang termasuk keluarga Zingiberaceae, banyak di tanam di Indonesia. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan menemukan bahwa temulawak mengandung senyawa-senyawa kurkuminoid (Masuda et al., 1992; Suksmararn et al., 1994). Senyawa kurkuminoid mempunyai potensi sebagai antioksidan (Jitoe et al., 1992; Masuda, 1992; Masuda et al., 1999; Suparjan, 2001), anti-inflammatory (Masuda et al., 1993; Nugroho dan Hakim, 2000), anti kanker, anti mutagen (Majeed et al., 1995), hipokolesterolemik dan penyembuhan penyakit hepatitis (Duke, 1992; Afifah, 2003).

Senyawa-senyawa antioksidan alami seperti kurkuminoid sekarang mendapat perhatian besar karena diharapkan dapat menggantikan antioksidan sintetis seperti BHA, BHT dan Gallat. Hal ini terjadi karena penggunaan antioksidan sintetis mempunyai efek samping yang merugikan kesehatan konsumen, antara lain fungsi hati, paru-paru, mukosa usus dan keracunan apabila penggunaannya berlebihan (Chang et al., 1977). Selain itu penggunaan antioksidan sintetis dalam jangka waktu yang lama dan dalam dosis yang berlebihan dapat menyebabkan mutagenik, teratogenik dan karsinogenik (Mikova', 2001). Menurut Yanishlieva-Maslarova (2001)

penggunaan antioksidan sintetis diijinkan dalam bahan pangan pada level yang tidak melebihi aturan FDA dan USDA yaitu maksimum 200 ppm atau 0,02% dari total minyak atau lemak dalam bahan pangan.

Rimpang temulawak dapat diolah menjadi berbagai macam produk, antara lain menjadi simplisia, pati temulawak, oleoresin, zat warna, minuman dan temulawak instant. Simplisia temulawak merupakan bahan baku alami yang digunakan untuk membuat ramuan tradisional yang diproses dengan cara pengeringan rimpang temulawak.

Selama proses pengolahan rimpang, kemungkinan terjadi penurunan aktivitas antioksidan dan kandungan kurkuminoidnya. Stabilitas kurkuminoid terbatas dan mudah mengalami kerusakan dengan adanya cahaya, panas, oksigen dan peroksidase (Buescher dan Yang, 1990; Price dan Buescher, 1996)

Penutupan rimpang temulawak dengan kain hitam selama pengeringan diharapkan dapat mengurangi kerusakan senyawa kurkuminoid dalam rimpang temulawak sehingga aktivitas antioksidan simplisia temulawak setelah pengeringan tetap tinggi. Penelitian mengenai aktivitas antioksidan dan kandungan kurkuminoid bubuk simplisia temulawak yang dikeringkan dengan menggunakan penutup kain hitam selama pengeringan dengan sinar matahari belum pernah dilakukan. Menurut Majeed et al., (1995) etanol

merupakan pelarut yang baik bagi kurkuminoid dan aman digunakan untuk bahan pangan dan menurut Masuda et al., (1992) senyawa-senyawa kurkuminoid dalam rimpang temulawak mempunyai potensi sebagai antioksidan dalam system air-alkohol.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penutupan dengan kain hitam pada rimpang temulawak yang dikeringkan dan konsentrasi etanol yang digunakan untuk mengekstrak kurkuminoid bubuk simplisia temulawak terhadap aktivitas antioksidan dan banyaknya senyawa kurkuminoid yang terekstrak.

## METODOLOGI

### Persiapan bahan

Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah temulawak (*C. xanthorrhiza*) varietas lokal dari Kecamatan Kalibawang, Kabupaten Kulonprogo dengan umur tanam  $\pm$  9 bulan. Rimpang yang digunakan rimpang induk (empu) dan rimpang anakan (cabang). Rimpang berbentuk bulat telur, berwarna kuning tua atau coklat kemerahan dan bagian dalam berwarna jingga kecoklatan.

Jalannya penelitian ada 3 tahap, yaitu tahap I pembuatan simplisia temulawak, tahap II ekstraksi komponen antioksidan bubuk simplisia temulawak dan tahap ke III adalah analisis kandungan kurkuminoid simplisia temulawak menggunakan HPLC dan analisis aktivitas antioksidan menggunakan metoda angka peroksida (Ferri thiosianat) dan thiobarbituric acid.

### Pembuatan simplisia temulawak

Pembuatan simplisia temulawak dilakukan dengan cara rimpang temulawak segar dicuci dengan air bersih, kemudian dikupas kulitnya. Rimpang temulawak yang sudah dikupas diiris melintang dengan tebal sekitar 0,6 cm, kemudian dilakukan blanching dengan uap air selama 10 menit. Irisan rimpang temulawak kemudian dibagi menjadi 2 bagian, satu bagian ditaruh di atas nampan dari anyaman bambu kemudian dijemur di bawah sinar matahari dan yang satu bagian ditaruh di wadah yang sama tetapi kemudian ditutup dengan kain hitam kemudian dijemur di bawah sinar matahari. Jarak antara kain hitam dengan irisan rimpang temulawak 5 cm. Penjemuran dilakukan selama 5 hari untuk irisan rimpang temulawak yang tidak ditutup kain hitam dan selama 8 hari untuk irisan rimpang temulawak yang ditutup kain hitam. Irisan rimpang temulawak kering yang dihasilkan disebut dengan simplisia temulawak. Simplisia temulawak kemudian digiling dengan blender dan disaring menggunakan saringan ukuran 60 mesh.

### Ekstraksi komponen antioksidan bubuk simplisia temulawak

Ekstraksi komponen antioksidan bubuk simplisia temulawak dilakukan dengan cara diambil

sebanyak 50 g bubuk simplisia temulawak, kemudian ditambah 150 ml etanol (konsentrasi 0%, 50% atau 95%), selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan magnetik stirer selama 1 jam. Setelah itu dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring Whatman no. 42 sehingga diperoleh filtrat 1 dan ampas. Ampas yang dihasilkan ditambah dengan etanol sebanyak 100 ml (konsentrasi 0%, 50% atau 95%), kemudian dilakukan pengadukan dengan magnetik stirer selama 1 jam dan selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring Whatman no. 42 dan diperoleh filtrat 2. Filtrat 1 dan filtrat 2 dicampur, kemudian dipekatkan dengan rotary evaporator dan selanjutnya dilakukan pengeringan dengan gas Nitrogen. Ekstrak kering yang dihasilkan yang akan diuji aktivitas antioksidannya dan kandungan kurkuminoidnya.

### Analisis kandungan kurkuminoid (Jitoe et al., 1992)

Analisis kandungan kurkuminoid dilakukan menggunakan HPLC yang terdiri dari pompa Hitachi L6250, detector SPD-10AV Single, Chromato-integrator D2500 dan kolom Develosil ODS K-5 dengan fase mobil asam asetat : asetonitril : aquades = 1 :55 : 45 v/v, kecepatan alir 0,5 ml/menit dengan panjang gelombang 420 nm. Sampel yang diinjeksikan sebanyak 5  $\mu$ L.

### Pengujian aktivitas antioksidan

Aktivitas antioksidan ditentukan dengan metode angka peroksida (FTC = ferric thiocyanate method) dan metoda thiobarbituric acid (TBA = Thiobarbituric acid) menggunakan system asam linoleat-buferfosfat dengan metoda Kikuzaki dan Nakatani (1993).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Simplisia temulawak

Simplisia kering hasil penjemuran temulawak segar yang ditutup dengan kain hitam dan tanpa ditutup dengan kain hitam mempunyai warna yang berbeda, temulawak yang selama pengeringan ditutup dengan kain hitam menghasilkan simplisia temulawak dengan warna yang lebih kuning (mendekati warna segar temulawak) dibandingkan dengan simplisia temulawak yang dikeringkan dengan tanpa perlakuan penutupan kain hitam. Hal ini menunjukkan bahwa penutupan dengan kain hitam selama pengeringan temulawak dapat menghambat terjadinya kerusakan warna temulawak atau proses oksidasi senyawa kurkuminoid karena adanya pemanasan secara langsung dengan sinar matahari. Warna kuning pada temulawak disebabkan oleh senyawa kurkuminoid (Masuda et al., 1992). Tujuan penutupan dengan kain hitam selama pengeringan temulawak adalah menghindari kontak langsung antara temulawak dengan sinar matahari sehingga kerusakan komponen-komponen yang ada di dalam temulawak dapat dikurangi. Kain hitam juga bersifat menyerap

panas sehingga proses pengeringan dengan penutupan menggunakan kain hitam tidak akan mengganggu proses pengeringan, namun untuk mencapai kadar air yang sama waktu pengeringannya menjadi lebih lama yaitu 8 hari, sedang yang tanpa ditutup kain hitam hanya 5 hari.

**Kandungan kurkuminoid ekstrak simplisia temulawak**

**Pengaruh penutupan kain hitam**

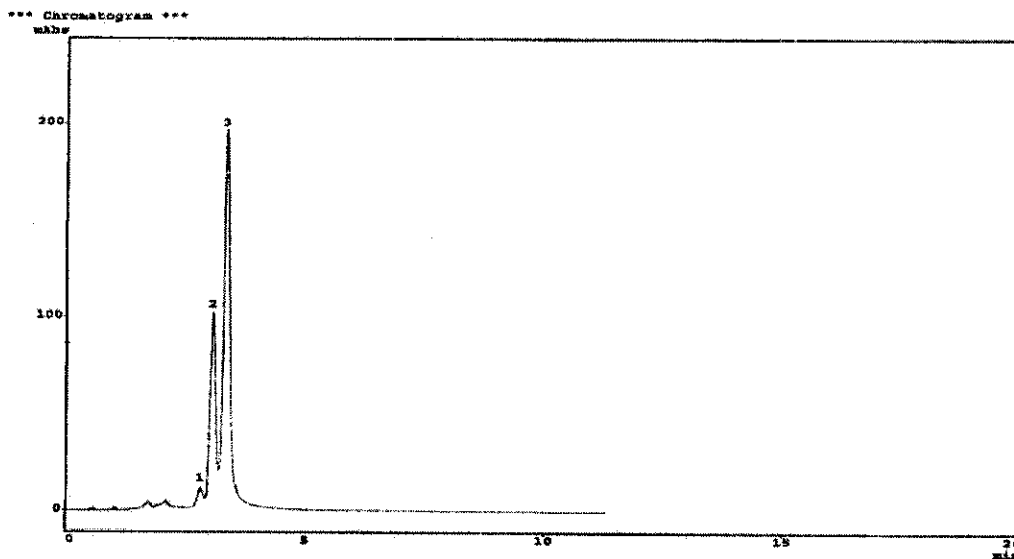
Hasil pengukuran kandungan kurkuminoid bubuk simplisia temulawak yang pengeringannya ditutup kain hitam dan tanpa ditutup kain hitam dengan menggunakan HPLC (satu kali) dapat dilihat pada Tabel 1. Gambar kromatogram kurkuminoid ekstrak bubuk simplisia dengan tanpa ditutup kain hitam selama pengeringan dapat dilihat pada Gambar 1 dan yang

ditutup kain hitam dapat dilihat pada Gambar 2. Ekstrak bubuk simplisia temulawak baik yang diekstrak dengan aquades maupun dengan etanol 95 % yang proses pengeringannya ditutup kain hitam kandungan kurkuminoidnya lebih tinggi daripada yang tidak ditutup dengan kain hitam. Menurut Tonnesen et al., (1986) kurkuminoid akan mengalami degradasi menjadi furuloilaldehid, asam ferulat, dihidroksi nephthalen, vinilguaiakol, vanillin dan asam vanilat karena adanya cahaya. Ini menunjukkan bahwa senyawa kurkuminoid mengalami degradasi atau oksidasi karena terkena sinar matahari secara langsung. Hal ini didukung dari hasil pengamatan warna simplisia temulawak, bahwa simplisia yang proses pengeringannya ditutup kain hitam warna kuning permukaan irisannya lebih kuat dibanding yang tidak ditutup kain hitam.

Tabel 1. Kandungan kurkuminoid bubuk simplisia temulawak

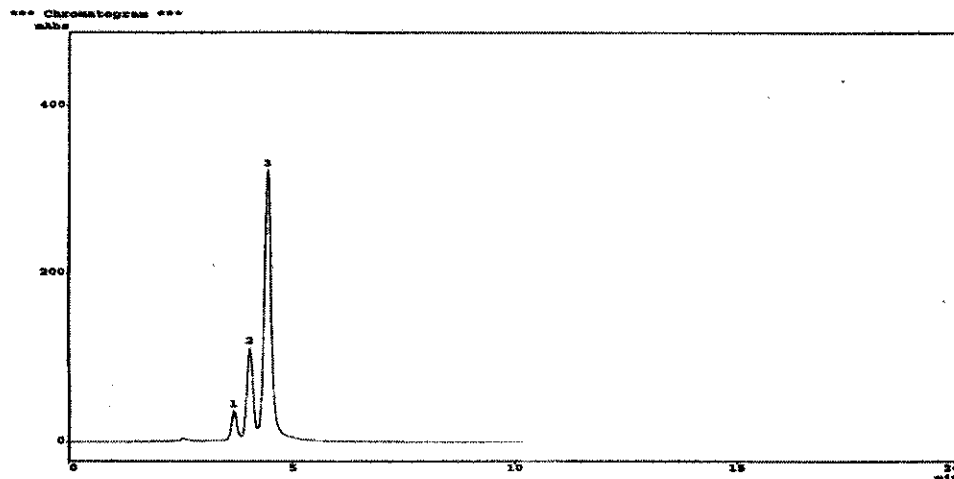
Pelarut	Perlakuan	Kurkuminoid (mg/g temulawak)		
		Bisdemetoksi kurkumin	Demetoksi kurkumin	Kurkumin
Aquades	Penutupan kain hitam	Td	0,18	0,60
	Tanpa penutupan kain hitam	Td	0,13	0,32
Etanol 95%	Penutupan kain hitam	0,07	0,89	1,76
	Tanpa penutupan kain hitam	0,02	0,21	0,44

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf  $\alpha=5\%$   
Td = tidak terdeteksi



Keterangan : 1=Bisdemetoksi kurkumin    2=Demetoksi kurkumin  
3=Kurkumin

Gambar 1. Kromatogram kurkuminoid ekstrak bubuk simplisia dengan tanpa ditutup kain hitam selama pengeringan, dengan pelarut etanol 0%



Keterangan : 1=Bisdemetoksi kurkumin 2=Demetoksi kurkumin 3=Kirkumin

Gambar 2. Khromatogram kurkuminoid ekstrak bubuk simplisia yang ditutup kain hitam selama pengeringan, dengan pelarut etanol 0 %

Jenis senyawa kurkuminoid yang terdapat pada ekstrak simplisia temulawak yang diekstraksi dengan aquades terdiri dari demetoksi kurkumin dan kurkumin sedang bisdemetoksi kurkuminnya tidak terdeteksi. Ekstraksi dengan etanol 95% menghasilkan tiga jenis senyawa kurkuminoid dalam ekstrak simplisia temulawak yaitu bisdemetoksi kurkumin, demetoksi kurkumin dan kurkumin, namun kandungan bisdemetoksi kurkuminnya sangat rendah. Menurut Masuda et al., (1992) dan Suksamram et al., (1994) di dalam temulawak mengandung senyawa bisdemetoksikurkumin, demetoksikurkumin dan kurkumin. Kandungan senyawa kurkuminoid ekstrak etanol 95% lebih tinggi daripada ekstrak air, hal ini menunjukkan bahwa senyawa kurkuminoid lebih mudah larut dalam etanol daripada dalam aquades. Menurut Majeed, et al., (1995) etanol merupakan pelarut yang baik untuk senyawa kurkuminoid.

**Pengaruh konsentrasi etanol**

Pengaruh konsentrasi etanol terhadap kandungan kurkuminoid ekstrak bubuk simplisia temulawak yang dilakukan dengan pengamatan menggunakan HPLC satu kali dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4. Kandungan senyawa kurkuminoid ekstrak etanol simplisia temulawak

semakin meningkat dengan semakin tingginya konsentrasi etanol. Menurut Majeed, et al., (1995) etanol merupakan pelarut yang baik untuk senyawa kurkuminoid.

Jenis senyawa kurkuminoid yang terekstrak pada ekstraksi menggunakan etanol 0 % dan 50 % hanya 2 macam (demetoksikurkumin dan kurkumin), sedang ekstraksi menggunakan etanol 95 % ada 3 macam senyawa kurkuminoid yang terekstrak (bisdemetoksikurkumin, demetoksikurkumin dan kurkumin). Menurut Afifah (2003) dan Joe Hing Kwok Chu (2004) temulawak hanya mengandung demetoksikurkumin dan kurkumin, namun karena etanol merupakan pelarut yang baik untuk senyawa kurkuminoid (Majeed, et al., 1995) maka senyawa bisdemetoksikurkumin ikut terekstrak pada waktu ekstraksi menggunakan etanol 95%.

**Aktivitas antioksidan**

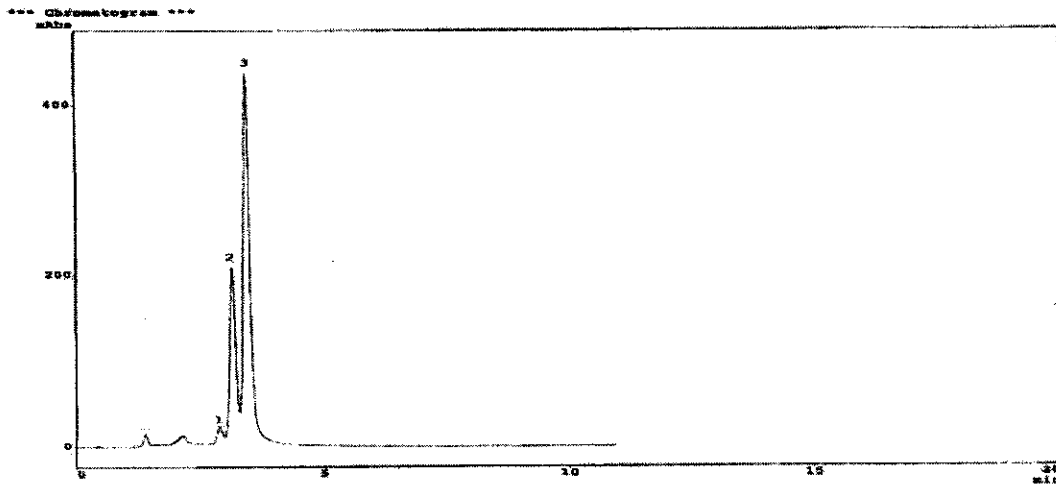
**Pengaruh penutupan kain hitam**

Pengaruh penutupan kain hitam selama pengeringan terhadap aktivitas antioksidan bubuk simplisia temulawak dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Kandungan kurkuminoid ekstrak bubuk simplisia temulawak

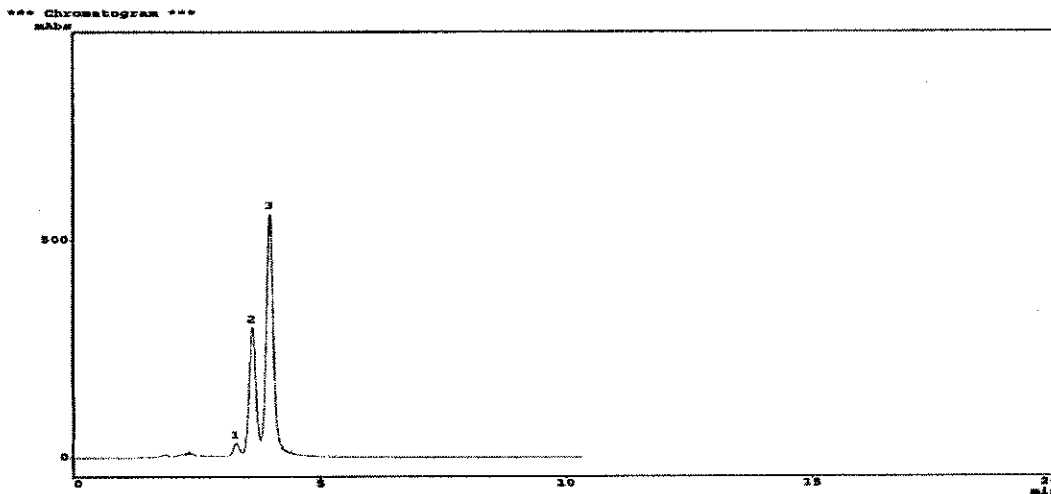
Konsentrasi etanol (%)	Kirkuminoid mg/g temulawak		
	Bisdemetoksi kurkumin	Demetoksi kurkumin	Kirkumin
0	Td	0,18	0,60
50	Td	0,19	0,93
95	0,07	0,89	1,76

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf  $\alpha=0,05$   
Td= tidak terdeteksi



Keterangan : 1=Bisdemetoksi kurkumin 2=Demetoksi kurkumin 3=Kirkumin

Gambar 3. Khromatogram kurkuminoid ekstrak bubuk simplisia yang ditutup kain hitam selama pengeringan, dengan pelarut etanol 50%



Keterangan : 1=Bisdemetoksi kurkumin 2=Demetoksi kurkumi 3=Kirkumin

Gambar 4. Khromatogram kurkuminoid ekstrak bubuk simplisia yang ditutup kain hitam selama pengeringan, dengan pelarut etanol 95%

Tabel 4. Angka peroksida dan TBARs ekstrak bubuk simplisia temulawak yang pengeringannya ditutup dengan kain hitam dan yang tanpa ditutup kain hitam

Pelarut	Perlakuan	Angka peroksida nilai absorbansi pada $\lambda = 500 \text{ nm}$	Angka TBARs (mg MDA/ml)
Aquades	Tanpa penutupan kain hitam	1,0418c	0,0157c
	Penutupan kain hitam	0,2399b	0,0092b
Etanol 95%	Tanpa penutupan kain hitam	0,1374a	0,0063a
	Penutupan kain hitam	0,1372a	0,0061a

Keterangan : - semakin besar nilainya menunjukkan aktivitas antioksidannya semakin kecil  
 - angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada  $\alpha=0,05$

Pada Tabel 4, terlihat bahwa penutupan kain hitam berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan pada ekstrak simplisia temulawak yang diekstraksi dengan aquades. Sedangkan ekstraksi dengan etanol 95 % penutupan kain hitam tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan ekstraknya. Etanol merupakan pelarut yang baik untuk senyawa kurkuminoid (Majeed, et al., 1995), sedangkan menurut Masuda, et al., (1992) senyawa kurkuminoid yang berhasil diidentifikasi ada di dalam rimpang temulawak selain bisdemetoksikurkumin, demetoksikurkumin dan kurkumin adalah 5'-methoksi-1,7-bis(4-hidroksi-3-methoksiphenyl)-(6E)-6-heptene-3,5-dione yang aktivitas antioksidannya lebih kuat dibanding kurkumin. Aktivitas antioksidan bisdemetoksikurkumin, demetoksikurkumin dan kurkumin hampir sama (Masuda, et al., 1992) sehingga aktivitas antioksidan ekstrak simplisia yang pengeringannya ditutup dengan kain hitam dan tanpa ditutup dengan kain hitam meskipun kandungan ketiga jenis senyawa tersebut berbeda namun aktivitas antioksidannya tidak berbeda nyata. Hal ini kemungkinan senyawa 5'-methoksi-1,7-bis(4-hidroksi-3-methoksiphenyl)-(6E)-6-heptene-3,5-dione yang ada di dalam simplisia yang pengeringannya tanpa ditutup kain hitam lebih besar daripada yang ditutup kain hitam dan sifatnya lebih larut dalam etanol 95% daripada dalam air, sehingga meskipun kandungan senyawa bisdemetoksikurkumin, demetoksikurkumin dan kurkumin berbeda dalam ekstrak etanol 95% namun aktivitas antioksidannya tidak berbeda.

**Pengaruh konsentrasi etanol**

Hasil uji aktivitas antioksidan ekstrak bubuk simplisia temulawak yang pengeringannya menggunakan penutup kain hitam yang diekstraksi dengan etanol dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Angka peroksida dan TBRAs ekstrak bubuk simplisia temulawak

Jenis ekstrak	Angka peroksida nilai absorbansi pada λ= 500 nm	Angka TBRAs (mg MDA/ml)
Ekstrat etanol 0 %	0,2399a	0,0092a
Ekstrak etanol 50 %	0,1891b	0,0077b
Ekstral etanol 95 %	0,1372c	0,0061c
Kontrol	1,2762d	0,0186d

Keterangan : - semakin besar nilainya menunjukkan aktivitas antioksidannya semakin kecil  
 - angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada α=0,05  
 - kontrol = tanpa penambahan antioksidan

Semakin tinggi konsentrasi etanol yang digunakan untuk ekstraksi bubuk simplisia temulawak menunjukkan aktivitas antioksidannya semakin tinggi. Berdasar hasil pengukuran kandungan senyawa kurkuminoid pada ekstrak bubuk simplisia temulawak, semakin tinggi konsentrasi etanol yang digunakan untuk ekstraksi kandungan senyawa kurkuminoid ekstrak yang dihasilkan semakin besar. Beberapa peneliti (Jitoe et al., 1992; Masuda et al., 1992; Masuda et al., 1993; Masuda

et al., 1999; Suparjan, 2001) menyatakan senyawa kurkuminoid mempunyai aktivitas sebagai antioksidan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan bahwa semakin tinggi kandungan senyawa kurkuminoidnya aktivitas antioksidannya semakin tinggi.

**KESIMPULAN**

Wama simplisia temulawak yang pengeringannya ditutup kain hitam mendekati wama temulawak segar, sedang yang tidak ditutup kain hitam warnanya semakin suram. Penutupan kain hitam juga meningkatkan kandungan kurkuminoid dan meningkatkan aktivitas antioksidan bubuk simplisia temulawak.

Semakin tinggi konsentrasi etanol yang digunakan semakin banyak kurkuminoid yang terekstrak dan semakin tinggi aktivitas antioksidan ekstrak bubuk simplisia temulawak.

Pada ekstrak etanol 95% ada 3 jenis senyawa kurkuminoid (bisdemetoksi kurkumin, demetoksikurkumin dan kurkumin), sedang pada ekstrak etanol 0% dan 50% hanya 2 jenis senyawa kurkuminoid yang terdeteksi (demetoksi kurkumin dan kurkumin).

**DAFTAR PUSTAKA**

Afifah, E. 2003. Khasiat dan manfaat temulawak rimpang penyembuh aneka penyakit. PT Agromedia Pustaka, Jakarta.  
 Buescher, R. and Yang, L. 1990. Aluminium stabilizes turmeric in pickle brine against decomposition by light, heat and peroxidase. J. Food Biochem. 14 : 263-271

Chang, S.S., Ostric-Matijasevic, B., Hsich, O.A.L., and Huang, C.L. 1977. Natural antioxidant from rosemary and sage. J. Food Sci. 42 (4) : 1102-1106.  
 Duke, J.A. 1992. Handbook of phytochemical constituents of grass herbs and other economic plants. F.L. CRC Press, Boca Raton.

- Jitoe, A., Masuda, T., Tengah, I.G.P., Suprpta, D.N., Gara, I.W. and Nakatani, N. 1992.** Antioxidant activity of tropical ginger extracts and analysis of the contained curcuminoids. *J.Agric.Food Chem.* 40 : 1337-1340
- Joe Hing Kwok Chu. 2004.** Shu gu jiang huang da jiang huang. [Alternativehealing.org/temulawak.htm](http://Alternativehealing.org/temulawak.htm)-59k. 16 Maret 2005.Kikuzaki, K. dan Nikatani, N. 1993. Antioxidant effects of some ginger constituents. *J. Food Sci.* 58(6) : 1407-1410.
- Majeed, M., Vladimir, B., Umar, S., and Rjendran, R. 1995.** Curcuminoids antioxidant phytonutrients. *Nutriscience. Publ. Inc. Piscatawaw, New Jersey.*
- Masuda, T., Isobe, J., Jitoe, A., and Nakatani, N. 1992.** Antioxidative curcuminoids from rhizomes of *Curcuma xanthorrhiza*. *Phytochem.* 31(10) : 3645-3647
- Masuda, T., Jitoe, A., Isobe, J., Nakatani, N, and Yonemori, S. 1993.** Anti-oxidative and anti-inflammatory curcumin-related phenolics from rhizomes of *Curcuma domestica*. *Phytochem.* 32 (6) : 1557-1560
- Masuda, T., Hidaka, K., Shinohara, A., Maekawa, T., Takeda, Y., and Yamaguchi, H. 1999.** Chemical studies on antioxidant mechanism of curcuminoid : Analysis of Radical reaction product from curcumin. *J. Agric.Food Chem.* 47 : 71-77.
- Mikova', K. 2001.** The regulation of antioxidants in food. Dalam Pokony, J., Yanishlieva, N. dan Gordon, M. (ed.). *Antioxidant in food. Practical Aplication.* CRC Press. New York.
- Nugroho, A.E. dan Hakim, A.R. 2001.** Pengaruh praperlakuan kurkumin terhadap daya tangkap anti-inflamasi natrium diklofenak. *Majalah Farmasi Indonesia* 11(4) : 204-212
- Price, L.C. and Buescher, R.W. 1996.** Decomposition of turmeric curcuminoids as affected by light, solvent and oxygen. *J. Food Biochem.* 20 : 125-133
- Sukandar, E.Y., Suganda, A.G. dan Kristiana, A.S.R.D.W. 1997.** Efek anthelmintika *Zingiber zerumbet*, *Zingiber cassumunar* dan *Curcuma xanthorrhiza* terhadap cacing *Ascaris sum.* *Majalah Farmasi Indonesia* 8(1) : 12-23
- Suksamrarn, A., Eiamong, S., Piyachaturawat, P. and Charoenpiboonsin, J. 1994.** Phenolic diarylheptanoids from *Curcuma xanthorrhiza*. *Phytochem.* 36(6) : 1505-1508.
- Suparjan, A.M. 2001.** Daya tangkap kurkumin dan turunan "4-aril kurkumin" terhadap radikal superoksid. *Majalah Farmasi Indonesia* 12(3) : 159-165
- Tonnesen, H., Karlsen, J. and Henegouwen, G. 1986.** Studies on curcumin and curcuminoids. VIII. Photochemical stability of curcumin. *Z. Lebensm Unters Forsch* 183 : 116-122