

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN KADAR SENYAWA FENOLIK PADA KUNIR PUTIH (*Curcuma mangga* Val.) SEGAR DAN SETELAH BLANCHING

*The Antioxidant Activity and Phenolic Content of Fresh and Blanched White Saffron (*Curcuma mangga* Val.)*

Dwiyati Pujimulyani¹, Sri Raharjo², Y. Marsono² dan Umar Santoso²

¹Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana, Jl. Wates Km. 10, Argomulyo, Sedayu, Yogyakarta 55753. ²Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora, Bulaksumur, Yogyakarta 55281.

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan pada kunir putih segar dan setelah dilakukan blanching, serta mengetahui korelasi antara kadar senyawa fenolik dengan aktivitas antioksidan kunir putih. Komponen fenolik yang diteliti adalah kadar fenol total, flavonoid total, dan tanin terkondensasi dengan menggunakan standar berturut-turut asam galat, kuersetin, dan katekin. Aktivitas antioksidan diuji menggunakan 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) sebagai penangkap radikal bebas dan metode FRAP (Ferric-Reducing Antioxidant Power). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kunir putih yang telah dilakukan blanching dalam media asam sitrat 0,05%, 100°C selama 5 menit mempunyai kadar fenol total, flavonoid total, tanin terkondensasi, nilai DPPH, dan FRAP lebih tinggi secara nyata dibanding kunir putih segar yang diekstraksi dengan 6 jenis pelarut. Meningkatnya kadar komponen fenolik kunir putih berkorelasi secara signifikan dengan meningkatnya aktivitas antioksidan kunir putih setelah mengalami blanching dibanding segar.

Kata kunci: Kunir putih, aktivitas antioksidan, senyawa fenolik

ABSTRACT

The objective of this research was to investigate phenolic content and antioxidant activity of fresh and blanched white saffron, and to determine the correlation between antioxidant activity and phenolic content. The phenolics analyzed consisted of total phenol, total flavonoid, and condensed tannins with standards gallic acid, quercetin, and catechin, respectively. Antioxidant activities were determined using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenging and ferric reducing antioxidant power (FRAP). The result showed that total phenol content, total flavonoid content, condensed tannin content, DPPH, and FRAP of blanched white saffron in 0.05% citric acid solution, 100°C for 5 minutes were higher than that of fresh white saffron. The phenolic content had significant correlations with antioxidant activity of white saffron.

Keywords: White saffron, antioxidant activity, phenolics

PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini kunir putih banyak diteliti karena mengandung senyawa bioaktif. Penelitian *Curcuma mangga* Val. yang telah dilakukan oleh Lestariana dkk. (2000) menunjukkan bahwa cairan hasil perasan rimpang mempunyai aktivitas sitotoksik terhadap limfoblastoid yang diturunkan dari sel limfosit penderita kanker tetapi tidak

sitotoksik terhadap sel limfosit orang sehat. Nurkhasanah (2002) menyatakan bahwa minyak atsiri *Curcuma mangga* Val. mempunyai aktivitas sitotoksik terhadap sel kanker HeLa S3 dan sel Raji. Sifat sitotoksik ekstrak kunir putih tersebut diduga berkaitan dengan komponen antioksidan.

Penelitian tentang pengolahan kunir putih yang telah dilakukan menunjukkan ekstrak kunir putih mampu menghambat oksidasi, karena ekstrak kunir putih mengandung kurkuminoid (Pujimulyani dan Sutardi, 2003). Ekstrak kunir putih dapat diolah menjadi tablet *effervescent* (Aditya, 2004). Tahap pemanasan pada proses pengolahan sirup kunir putih menunjukkan hasil olahan tetap mempunyai aktivitas antioksidan *Radical Scavenging Activity* (RSA) 25,51 % (Pujimulyani dan Wazyka, 2005). Berdasarkan hal tersebut, diduga komponen antioksidan dalam kunir putih tahan suhu tinggi atau terjadi perubahan tidak aktif/kurang aktif menjadi aktif.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa *blanching* bahan hasil pertanian dapat meningkatkan aktivitas antioksidan. Puuponen-Pimia dkk. (2003) melaporkan bahwa aktivitas antioksidan kobis meningkat 9 % dibanding tanpa *blanching*. *Blanching* gandum setelah pemanenan pada suhu 100°C menunjukkan peningkatan fenol total tepung gandum (Cheng dkk., 2006). Demikian juga pengaruh *blanching* jagung dapat meningkatkan kadar fenol total (Randhir dkk., 2008).

Aktivitas antioksidan pada kacang-kacangan, jagung, dan tomat yang diukur dengan metode DPPH meningkat setelah dilakukan *blanching* (Kwan dkk., 2007). Kobis brussel (*Brassica oleracea* L.) dengan perlakuan perebusan 100°C selama 2 menit dan 3 menit mempunyai aktivitas antioksidan lebih tinggi dibanding kobis brussel segar (Viña dkk., 2007). Peningkatan aktivitas antioksidan tersebut diduga karena perlakuan *blanching* dapat menyebabkan komponen antioksidan mudah lepas dari matrik sel, sehingga meningkatkan hasil ekstraksi.

Pelarat yang digunakan untuk mengekstraksi antioksidan pada pangan hasil pertanian umumnya didasarkan pada polaritasnya. Pelarat air atau campuran air dengan etanol, metanol, dan aseton sudah umum digunakan untuk mengekstraksi antioksidan pada pangan hasil pertanian (Sun dan Ho, 2005). Pelarat yang telah digunakan untuk mengekstraksi antioksidan dari tanaman seperti etanol absolut (Yu dkk., 2005), metanol 70 %, etanol 70 %, aseton 50 %, aseton 80 % (Madhujith dan Shahidi, 2005), aseton 70 % yang diasamkan dengan asam asetat 0,5 % (Wu dkk., 2004).

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kadar senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan kunir putih segar dan setelah dilakukan *blanching*. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui korelasi antara kadar senyawa fenolik dengan aktivitas antioksidan kunir putih.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan utama penelitian ini adalah rimpang kunir putih (*Curcuma mangga* Val.) yang diperoleh dari daerah Sedayu,

Bantul, Yogyakarta. Bahan kimia yang digunakan adalah radikal bebas 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), reagen Folin-ciocalteu, asam galat (GA = *Gallic acid*), etanol, metanol, aseton, asam asetat, akuades, katekin (C = *catechin*), bufer asetat, 2,4,6-tri-(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ), vanilin, FeCl₃·6H₂O, NaCO₃, NaNO₂ 10 %, AlCl₃·6H₂O 10 %, NaOH 10 %, dan kuersetin (Q = *Quercetin*).

Ekstraksi Antioksidan dari Kunir Putih

Rimpang kunir putih disortasi dan dipilih cabang no.1 yang baik dan tidak busuk, kemudian dilakukan pengupasan dan pencucian. Kunir putih tanpa kulit sebanyak 500 g, dilakukan *blanching* dengan cara perebusan, suhu 100 °C selama 5 menit dengan media larutan asam sitrat 0,05 % dan kunir putih segar (tanpa *blanching*) sebanyak 500 g digunakan sebagai pembanding.

Kunir putih segar dan yang telah mengalami *blanching* diekstraksi dengan metanol. Cara ekstraksi pada penelitian ini sebagai berikut: kunir putih diblender selama 5 menit dengan ditambah metanol. Bubur kunir putih dimaserasi pada suhu kamar, dalam larutan metanol dengan rasio metanol:kunir putih=500 ml:500 g. Maserasi dilakukan selama 12 jam, dihomogenisasi selama 15 menit, kemudian disaring dengan penyaring vakum untuk menghasilkan supernatan I. Residu ditambah metanol sebanyak 500 ml kemudian dimaserasi selama 12 jam dan dihomogenisasi dengan *homogenizer* selama 15 menit. Tahap ekstraksi selanjutnya adalah penyaringan cara vakum sehingga diperoleh supernatan II. Supernatan hasil penyaringan I dan II dicampur kemudian disaring lagi dan diuapkan dengan rotaevaporator vakum sehingga diperoleh ekstrak pekat. Ekstrak pekat selanjutnya dikeringkan menggunakan pengering beku (*freeze drier*) sehingga diperoleh ekstrak kering. Ekstrak kering diekstrak kembali dengan variasi 6 jenis pelarat yaitu aseton 50 % (aseton:H₂O=50:50), aseton 80 % (aseton:H₂O=80:20), aseton 70 % ((aseton:H₂O=70:30) yang diasamkan dengan asam asetat 0,5 %, metanol 70 % (metanol:H₂O=70:30), etanol 70 % (etanol:H₂O=70:30), dan etanol absolut 100 % (etanol:H₂O=100:0). Cara ekstraksi yaitu 100 mg ekstrak kering dilarutkan dalam 3 ml pelarat, kemudian divorteks selama 5 menit dan disaring. Ekstrak kunir putih dianalisis kadar fenol total, flavonoid total, kadar tanin terkondensasi, aktivitas antioksidan metode DPPH dan FRAP.

Penentuan Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

Kapasitas penangkapan radikal bebas DPPH ditentukan dengan metode Xu dan Chang (2007) dengan sedikit modifikasi. Sampel 0,2 ml ditambah 3,8 ml larutan DPPH 0,1 mM, divortek 1 menit, dan diinkubasi pada suhu kamar dan ruang gelap selama 30 menit. Absorbansi ditera pada λ 517 nm.

Blanko (kontrol) dengan menggunakan etanol sebagai pengganti sampel. Daya tangkap radikal bebas dinyatakan dalam persen (%) $RSA = \% \text{ Radical Scavenging Activity}$ merupakan % pemucatan DPPH.

$$\% RSA = 1 - \frac{\text{absorbansisample}}{\text{absorbansikontrol}} \times 100\%$$

Penentuan Aktivitas Antioksidan Metode FRAP

Kemampuan antioksidan mereduksi Fe^{3+} ditentukan dengan metode FRAP (Volden dkk., 2008). Preparasi reagen FRAP sebagai berikut: bufer asetat 300 mM pH 3,6 ditambah TPTZ 10 mM dalam HCl 40 mM dan $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 20 mM (rasio 10:1:1). Reagen FRAP 3 ml, ditambah 100 μ l sampel dan ditambah 300 μ l akuades dicampur dengan vortex 1 menit dan dibiarkan 4 menit, kemudian absorbansi ditera pada λ 593 nm. Nilai FRAP dihitung sebagai mg E Ferro/g (mg ekuivalen Ferro) per gram ekstrak kering menggunakan kurva kalibrasi Fe^{2+} (4,3-137,5 mg/L) dengan $r = 0,99$. Analisa dilakukan 3 batch masing-masing 3 kali ulangan.

Penentuan Kadar Fenol Total

Kadar fenol total ditentukan dengan metode Folin-Ciocalteu (Roy dkk., 2009) menggunakan asam galat sebagai standar. Sampel 50 μ l, ditambah larutan Folin-ciocalteu 250 μ l, kemudian didiamkan 1 menit dan ditambah 750 μ l $NaCO_3$ 20 %, selanjutnya divortek, dan ditambah akuades sampai volume 5 ml. Setelah diinkubasi 5 menit pada suhu kamar, absorbansi ditera pada λ 760 nm. Asam galat digunakan sebagai standar dan kurva kalibrasi dibuat dengan asam galat 31,875 sampai 510 mg/L dengan $r = 0,99$. Hasil perhitungan fenol total adalah mg Ekuivalen Asam Galat (EAG) per gram ekstrak kering. Analisa dilakukan dalam 3 batch masing-masing 3 kali ulangan.

Penentuan Kadar Tanin Terkondensasi

Kadar tanin terkondensasi ditentukan dengan metode Xu dan Chang (2007) dengan senyawa standar katekin (C). Sampel 50 μ l ditambah 3 ml metanol vanilin 4% dan 1,5 ml HCl pekat kemudian divorteks 2 menit, ditera pada λ 500 nm dan digunakan metanol sebagai blanko. Kadar tanin terkondensasi dihitung sebagai mg ekuivalen *catechin* (EC)/ g ekstrak kering dengan kurva kalibrasi (8,9-44,4 mg/L) dengan $r = 0,99$. Analisis dilakukan 3 batch masing-masing 3 kali ulangan.

Penentuan Kadar Flavonoid Total

Kadar flavonoid total ditentukan dengan metode Dewanto dkk. (2002). Ekstrak 50 μ l ditambah akuades 4 ml dan

0,3 ml $NaNO_2$ 10%. Setelah didiamkan 6 menit selanjutnya ditambah 0,3 ml $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ 10%, didiamkan 5 menit, kemudian ditambah 4 ml $NaOH$ 10%. Selanjutnya ditambah akuades (sampai keseluruhan volume 10 ml), divortek 1 menit, dan dibiarkan 15 menit. Absorbansi diukur pada λ 510 nm. Blanko yang digunakan adalah akuades. Kadar flavonoid total dihitung dengan menggunakan standar kuersetin dengan konsentrasi 1,25-80 mg/L dan dihitung sebagai mg ekuivalen kuersetin (EK)/g ekstrak kering. Analisis dilakukan 3 batch masing-masing 3 kali ulangan.

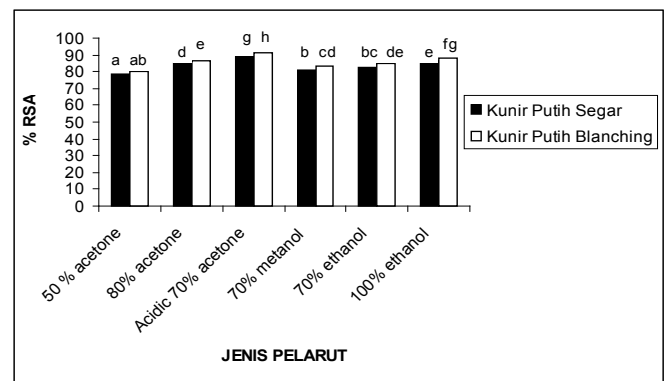
Analisis Statistik

Data penelitian ini dianalisis dengan rancangan acak dalam blok lengkap, apabila ada beda nyata diuji dengan *Duncans Multiple Range Test* (DMRT). Analisis korelasi metode Pearson digunakan untuk menunjukkan korelasi antara kadar senyawa fenolik dengan aktivitas antioksidan kunir putih. Tingkat signifikansi analisis statistik pada penelitian ini menggunakan $P \leq 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Antioksidan Kunir Putih Metode DPPH

Daya tangkap radikal bebas dari kunir putih yang diekstrak dengan 6 jenis pelarut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai % RSA kunir putih segar dan setelah dilakukan *blanching* yang diekstrak dengan 6 jenis pelarut

Ket.: Notasi sama berarti tidak beda nyata ($P \leq 0,05$)

Gambar 1 menunjukkan bahwa kunir putih setelah dilakukan *blanching* mempunyai daya tangkap radikal bebas lebih besar secara nyata dibanding kunir putih segar untuk seluruh jenis pelarut (6 jenis) yang digunakan untuk mengekstraksi. Hal ini karena *blanching* suhu 100°C selama 5 menit dapat menginaktivkan enzim polifenoloksidase. Peningkatan aktivitas antioksidan ini sesuai hasil penelitian (Kwan dkk., 2007) yaitu *blanching* kacang-kacangan, jagung, dan tomat dapat meningkatkan aktivitas antioksidan yang diukur de-

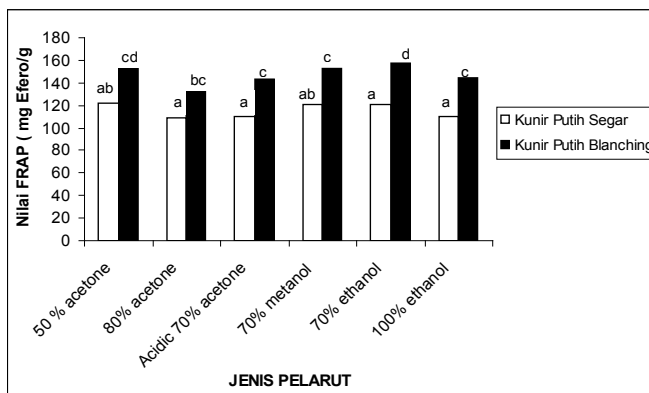
ngan metode DPPH. Menurut Gawlik-Dziki (2008) *blanching* cara perebusan terhadap brokoli selama 5 menit dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dibanding segar. Kobis brussel (*Brassica oleracea* L.) yang dilakukan *blanching* cara perebusan suhu 100°C selama 2 menit dan 3 menit mempunyai aktivitas antioksidan lebih tinggi dibanding kobis brussel segar (Viña dkk., 2007).

Turkmen dkk. (2005) mengemukakan bahwa perlakuan pemanasan terhadap kobis brussel dapat memperbaiki sifat antioksidasinya sehingga lebih bermanfaat terhadap kesehatan. Peningkatan aktivitas antioksidan tersebut diduga karena perlakuan *blanching* dapat menyebabkan komponen antioksidan mudah lepas dari dalam sel, sehingga meningkatkan hasil ekstraksi. Hal ini terbukti bahwa perlakuan *blanching* dalam media asam sitrat 0,05 %, suhu 100°C selama 5 menit mampu meningkatkan kadar tanin terkondensasi (Gambar 3), fenol total (Gambar 4), dan kadar flavonoid total (Gambar 5).

Ekstrak aseton yang diasamkan dengan asam asetat 0,05 % dari kunir putih hasil *blanching* maupun kunir putih segar menunjukkan nilai DPPH terbesar. Hal ini sesuai hasil penelitian Xu dan Chang (2007) pada kedelai hitam yang diekstrak dengan aseton 70 % yang diasamkan mempunyai nilai DPPH terbesar tidak berbeda nyata dengan ekstrak aseton 80 % pada bahan yang sama.

Aktivitas Antioksidan Kunir Putih Metode FRAP

Aktivitas antioksidan kunir putih segar dan setelah dilakukan *blanching* dengan metode FRAP disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai FRAP kunir putih segar dan setelah *blanching* dengan yang diekstrak dengan 6 jenis pelarut
Ket.: Notasi sama berarti tidak beda nyata ($P \leq 0,05$)

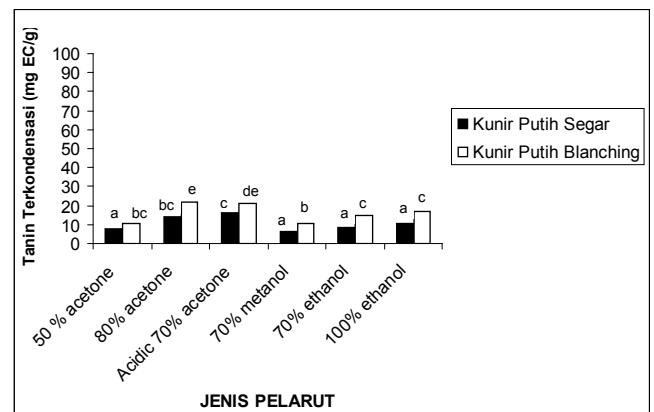
Gambar 2 menunjukkan bahwa ekstrak kunir putih setelah dilakukan *blanching* mempunyai aktivitas antioksidan metode FRAP lebih besar secara nyata dibanding ekstrak kunir putih segar untuk keseluruhan jenis pelarut yang digunakan. Hal ini sesuai hasil penelitian Harvolksen dkk. (2006)

bahwa perebusan dan pengukusan beberapa sayuran dapat meningkatkan aktivitas antioksidan yang ditentukan dengan metode FRAP.

Kunir putih segar maupun setelah dilakukan *blanching* mempunyai nilai FRAP yang berbeda, jika diekstrak dengan pelarut yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan nilai FRAP paling besar pada kunir putih segar adalah yang diekstrak dengan pelarut metanol 70 %, sedangkan pada kunir putih setelah dilakukan *blanching* adalah metanol 70 % dan etanol 70 %. Nilai FRAP tergantung pada banyaknya reduksi *ferritripyridyl triazine* (Fe (III)-TPTZ) menjadi *ferro-triipyridyl-triazine* (Fe (II)-TPTZ) oleh suatu reduktan (misalnya antioksidan atau pereduksi yang lain) pada kondisi pH rendah. Fe (II)-TPTZ mempunyai warna biru dan dapat dimonitor pada λ 593 nm (Benzie dan Strain, 1996).

Kadar Tanin Terkondensasi Kunir Putih

Kadar tanin terkondensasi kunir putih segar dan setelah dilakukan *blanching* disajikan pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar tanin terkondensasi kunir putih setelah dilakukan *blanching* dalam media asam sitrat 0,05% pada suhu 100°C selama 5 menit secara nyata lebih tinggi dibanding pada kunir putih segar. Hal ini diduga senyawa tanin terkondensasi pada kunir putih setelah dilakukan *blanching* tidak mengalami kerusakan karena oksidasi sehingga jumlahnya masih tetap tinggi dibanding pada kunir putih segar. Selain hal tersebut diduga tanin terkondensasi kunir putih setelah dilakukan *blanching* lebih mudah terekstrak dibanding pada kunir putih. Hal ini didukung hasil penelitian bahwa rendemen kunir putih setelah dilakukan *blanching* meningkat 8,10% dibanding segar. Pelarut yang menghasilkan kadar tanin terkondensasi dari yang besar ke yang kecil berturut-turut adalah aseton 70% (diasamkan), aseton 80%, etanol 100%, 70%, aseton 50%, dan metanol 70%. Hal ini

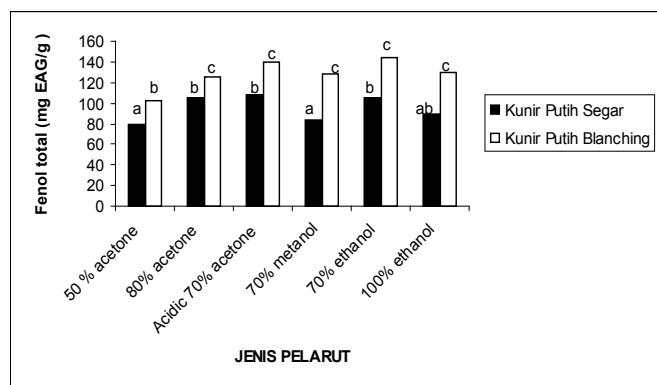


Gambar 3. Kadar tanin terkondensasi kunir putih segar dan setelah dilakukan *blanching* yang diekstrak dengan 6 jenis pelarut
Ket.: Notasi sama berarti tidak beda nyata ($P \leq 0,05$)
EC= Ekvivalen Catechin

sesuai hasil penelitian Xu dan Chang (2007) bahwa aseton 70% yang diasamkan cukup efektif untuk mengekstrak tanin terkondensasi kacang hitam (*Phaseolus vulgarist*).

Kadar Fenol Total Kunir Putih

Kadar fenol total kunir putih segar dan setelah dilakukan *blanching* disajikan pada Gambar 4. Kadar fenol total kunir putih setelah dilakukan *blanching* lebih tinggi secara nyata dibanding pada kunir putih segar. Hal ini diduga terjadi degradasi senyawa fenol kompleks menjadi fenol sederhana. Selain itu diduga senyawa fenol tidak mengalami oksidasi enzimatis sehingga jumlahnya tidak turun. Turkmen dkk. (2005) menyatakan bahwa *blanching* cara perebusan terhadap buncis dan cabe selama 5 menit dapat meningkatkan fenol total secara nyata dibanding segar. Ekstraksi dengan pelarut aseton 70 % yang diasamkan menunjukkan kadar fenol total paling tinggi dibanding 5 jenis pelarut yang lain. Hal ini sesuai hasil penelitian pada biji lentil dan kedelai hitam (Xu dan Chang, 2007).

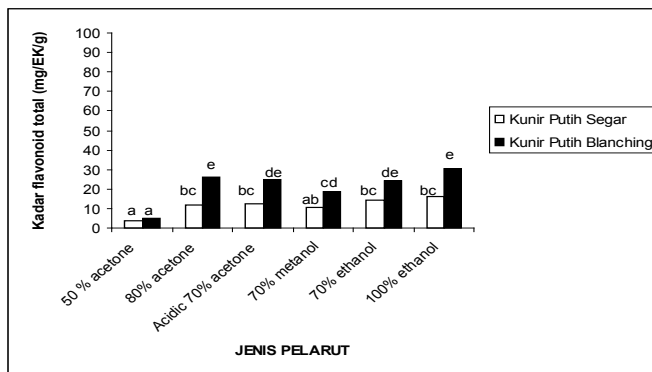


Gambar 4. Kadar fenol total kunir putih segar dan setelah dilakukan *blanching* yang diekstrak dengan 6 jenis pelarut
Ket.: Notasi sama berarti tidak beda nyata ($P \leq 0,05$)
EAG (Ekivalen Asam Galat)

Kadar Flavonoid Total Kunir Putih

Kadar flavonoid total kunir putih segar dan setelah dilakukan *blanching* disajikan pada Gambar 5. Kadar flavonoid kunir putih setelah dilakukan *blanching* lebih besar dari pada kunir putih segar. Hal ini diduga senyawa flavonoid mudah terekstrak pada kunir putih setelah dilakukan *blanching* dibanding kunir putih segar. Selain itu proses *blanching* kondisi asam diduga mengakibatkan senyawa flavonoid dalam bentuk glikosida akan terdegradasi menjadi aglikon dan gula sehingga meningkatkan aktivitas antioksidan. Hal ini mendukung bahwa aktivitas antioksidan kunir putih setelah dilakukan *blanching* lebih tinggi dari pada segar. Senyawa flavonoid dapat berperan sebagai antioksidan karena dapat menangkap

radikal bebas melalui pemberian atom hidrogen pada radikal bebas (Wilmsen dkk., 2005).



Gambar 5. Kadar flavonoid total kunir putih segar dan setelah dilakukan *blanching* yang diekstrak dengan 6 jenis pelarut
Ket.: Notasi sama berarti tidak beda nyata ($P \leq 0,05$)
EK (Ekivalen Kuersetin)

Korelasi Senyawa Fenolik dengan Aktivitas Antioksidan Kunir Putih

Angka korelasi antara senyawa fenolik dengan aktivitas antioksidan kunir putih disajikan pada Tabel 1. Terlihat bahwa senyawa fenolik berkorelasi secara signifikan dengan aktivitas antioksidan kunir putih yaitu kadar fenol total, flavonoid total, tanin terkondensasi dengan nilai DPPH serta fenol total dan flavonoid total dengan nilai FRAP. Hal ini sesuai hasil penelitian Xu dan Chang (2007) tentang korelasi aktivitas antioksidan dan senyawa fenolik kacang-kacangan. Hal ini karena pada umumnya senyawa bioaktif pada hasil pertanian adalah berupa senyawa fenolik. Menurut Caillet dkk. (2006) senyawa fenolik mempunyai sifat antioksidasi yang kuat sehingga terjadi korelasi antara keduanya.

Tabel 1. Korelasi senyawa fenolik dengan aktivitas antioksidan kunir putih

Senyawa fenolik	Aktivitas Antioksidan	
	Metode DPPH	Metode FRAP
Fenol total	0,452**	0,320**
Flavonoid total	0,556**	0,322**
Tanin terkondensasi	0,735**	0,180

**Correlation is significant at the 0.01 level

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa kadar komponen fenolik dan aktivitas antioksidan kunir putih yang telah dilakukan *blanching* meningkat secara nyata dibanding kunir putih segar yang diekstrak dengan 6 jenis pelarut. Kadar senyawa

fenolik kunir putih berkorelasi secara signifikan dengan aktivitas antioksidan kunir putih.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada DIKTI yang telah memberi beasiswa BPPS dan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional yang telah memberikan dana penelitian Hibah Doktor 2009 melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DANA DIPDA), Universitas Gadjah Mada Yogyakarta sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, I. P. (2004). *Formulasi Tablet Effervescent Ekstrak Kunir Putih dengan Variasi Sumber Asam*. Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Benzie, I.F.F. dan Strain J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma as a measure of "antioxidant power" The FRAP assay. *Analytical Biochemical* **239**: 70-76.
- Caillet, S., Salmieri, S. dan Lacroix, M. (2006). Evaluation of free radical-scavenging properties of commercial grape phenol extracts by a fast colorimetric method. *Journal of Food Chemistry* **95**: 1-6.
- Cheng, Z., Su, L., Moore, J., Zhou, K., Luther, M., Yin, J. dan Yu, L. (2006). Effects of post harvest treatment and heat stress on availability of wheat antioxidants. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **54**: 5623-5629.
- Dewanto, V., Wu, X., Adom, K.K. dan Liu, R.H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **50**: 3010-3014.
- Gawlik-Dziki, U. (2008). Effect of hydrothermal treatment on the antioxidant properties of broccoli (*Brassica oleracea*) florets. *Food Chemistry* **109**: 393-401.
- Halvorsen, B.L., Carlsen, M.H., Phillips, K.M., Bohn, S.K., Holle, K. dan Jacobs, D.R. (2006). Content of redox-active compounds i.e., antioxidant in foods consumed in The United States. *American Journal of Clinical Nutrition* **84**: 95-105.
- Kwan, Y. I., Apostolidis, E. dan Shetty, K. (2007). Traditional diet of Americans for management of diabetes and hypertension. *Journal of Medicinal Food* **10**: 266-275.
- Lestariana, W., Triandiasih, H., Sisindari dan Mubarika, S. (2000). Identifikasi protein aktif dalam *Curcuma mangga* Val. dan uji aktivitasnya pada DNA Superkoil. *Buletin ISF* **3**: 25-30.
- Madhujith, T. dan Shahidi, F. (2005). Antioxidant potential of pea beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food Science* **70**: 85-90.
- Nurkhasanah (2002). *Analisa GC-MS Minyak Atsiri Curcuma mangga Val. dan Uji Sitotoksiknya terhadap Sel Kanker Raji dan Hela-S3*. Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada.
- Pujimulyani, D. dan Sutardi (2003). Curcuminoid content and antioxidative properties on white saffron extract (*Curcuma mangga* Val.). *Proceeding International Conference on Redesigning Sustainable Development on Food and Agricultural System for Developing Countries*, September 17-18. 2003. Yogyakarta-Indonesia
- Pujimulyani D. dan Wazyka A. (2005). *Potensi Kunir Putih (Curcuma mangga Val) sebagai Sumber Antioksidan untuk Pengembangan Produk Makanan Fungsional*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Wangsa Manggala, Yogyakarta.
- Puupponen-Pimia, R., Hakkinen, S.T., Aarni, M., Suorlti, T., Lampi, A. M, dan Eurola, M. (2003). Blanching and long term freezing affect various bioactive compounds of vegetables in different ways. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **62**: 259-265.
- Randhir, R., Kwan, Y. I. and Shetty, K. 2008. Effect of thermal processing on phenolics, antioxidant activity and health-relevant functionality of select grain sprouts and seedlings. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* **9**: 355-364.
- Roy, M.K., Juneja, L.R., Isobe, S. dan Tsushida, T. (2009). Steam processed broccoli (*Brassica oleracea*) has higher antioxidant activity in chemical and cellular assay systems. *Food Chem.* **114**: 263-269.
- Sun, T. dan Ho, C.T. (2005). Antioxidant activities of buckwheat extracts. *Food Chem* **90**:743-749.
- Turkmen, N., Sari, F. dan Velioglu, Y. S. (2005). The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry* **93**: 713-718.
- Vina, S.Z., Daniela, F. O., Claudia, M.M., Ricardo, M. F., Alicia, M., Chaves, A.R., dan Rodolfo, H. M. (2007). Quality of Brussels sprouts (*Brassica oleracea L. gemmifera* DC) as affected by blanching method. *Journal of Food Engineering* **80**: 218-225.
- Volden, J.G., Borge, I.A., Bengtsson, G.B., Hansen, M., Thygesen, I.E. dan Wicklund, T. (2008). Effect of thermal treatment on glucosinolates and antioxidant-related pa-

- rameters in red cabbage (*Brassica oleracea* L. ssp. *capitata* f. *rubra*). *Food Chemistry*. **109**: 595-605.
- Wilmsen, P.K., Spada, D.S. dan Salvador, M. (2005). Antioxidant activity of flavonoid hesperidin in chemical and biological systems. *Journal Agriculture and Food Chemistry*. **53**: 4757-4761.
- Wu, X.L., Beecher, G.R., Holden, J.M., Haytowitz, D.B., Gebhardt S.E. dan Prior, R.L. (2004). Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in The United States. *Journal Agriculture and Food Chemistry*. **52**: 4026-4037.
- Xu, B.J. dan Chang, S.K.C. (2007). A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes affected by extraction. *Journal of Food Science*. **72**: SI 59-66.
- Yu, L.I., Zhou, K.Q. dan Parry, J.W. (2005). Inhibitory Effects of wheat bran extract on human LDL oxidation and free radicals. *Lebensm-Wiss Technol*. **38**:463-470.