

## PENGARUH *BLANCHING* TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, KADAR FENOL, FLAVONOID, DAN TANIN TERKONDENSASI KUNIR PUTIH (*Curcuma mangga* Val.)

Blanching Effects on Antioxidant Activity, Phenol, Flavonoid and Condensed Tannin Contents of White Saffron (*Curcuma mangga* Val.)

Dwiyati Pujimulyani<sup>1</sup>, Sri Raharjo<sup>2</sup>, Y. Marsono<sup>2</sup>, Umar Santoso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana, Jl. Wates Km 10, Yogyakarta 55753

<sup>2</sup>Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

Email: dwiyati2002@yahoo.com

### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh blanching terhadap aktivitas antioksidan kadar fenol total, flavonoid total dan kadar tanin terkondensasi kunir putih yang diekstrak dengan pelarut metanol : HCl = 1000 : 1. Kunir putih dikupas, dicuci, dilakukan blanching dalam media asam sitrat 0,05 % dan 0 % (akuades), pada suhu 100 °C selama 5 dan 10 menit. Kunir putih diuji aktivitas antioksidan dengan metode 2-2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), kadar fenol total, flavonoid total dan tanin terkondensasi. Blanching dalam media asam sitrat 0,05 %, suhu 100 °C selama 5 menit dapat meningkatkan secara nyata aktivitas antioksidan dari 87,38 menjadi 90,90 % RSA (Radical Scavenging Activity), kadar fenol total dari 58,35 menjadi 81,80 mg Ekivalen Asam Galat (EAG)/g, flavonoid total dari 12,82 menjadi 24,69 mg ekivalen kuersetin (EK)/g dan tanin terkondensasi dari 6,10 menjadi 10,59 mg Ekivalen Catechin (EC)/g dibanding kunir putih tanpa blanching. Aktivitas antioksidan kunir putih yang telah mengalami blanching dalam media asam sitrat 0 % maupun 0,05 % berkorelasi positif secara signifikan dengan kadar fenol total, flavonoid total dan kadar tanin terkondensasi.

**Kata kunci:** Kunir putih, blanching, aktivitas antioksidan, fenol, flavonoid

### ABSTRACT

The purposes of this research were to examine antioxidant activity, total phenolic content (TPC), total flavonoid content (TFC), and condensed tannin content (CTC) of blanced white saffron that were extracted with methanol : HCl=1000 :1. White saffron rhizomes were peeled, washed and blanched in the media of 0.0 5% and 0 % citric acid solution at 100 °C for 5 and 10 minutes. White saffrons were evaluated antioxidant activity using 2-2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), TPC, TFC, and CTC. Blanched white saffron in the media of 0.05%, temperature 100 °C for 5 minutes significantly increased the antioxidant activity (from 87.38 to 90.90 % RSA), TPC (from 58.35 to 81.80 mg GAE/g), TFC (from 12.82 to 24.69 mg QE/g), and CTC (from 6.10 to 10.59 mg CE/g compare to the non-blanched. The antioxidant activity of blanched white saffron has significantly positive correlation with TPC, TFC, and CTC.

**Keywords:** White saffron, blanching, antioxidant activity, phenolic, flavonoid

### PENDAHULUAN

Senyawa antioksidan merupakan senyawa yang mampu menangkap radikal bebas yang menjadi penyebab berbagai penyakit yang berkaitan dengan oksidasi, seperti kardiovaskuler dan kanker. Sistem antioksidan secara alami telah tersedia di dalam tubuh seperti superoksida dismutase (SOD) dan glutathion-s-transferase (GST) serta antioksidan yang be-

rasal dari makanan seperti senyawa fenolik dan flavonoid. Kekurangan antioksidan di dalam tubuh dapat berakibat perlindungan tubuh terhadap serangan radikal bebas lemah (Arivazhagan dkk., 2000). Hal ini sesuai pendapat Michels dkk. (2000) bahwa konsumsi antioksidan alami berkorelasi dengan penurunan resiko penyakit kardiovaskuler dan kanker. Oleh karena itu perlu pengembangan antioksidan alami seperti halnya dari rimpang kunir putih.

Kunir putih jenis mangga dengan nama Latin *Curcuma mangga* Val. termasuk famili *Zingiberaceae* merupakan tanaman yang mempunyai umbi batang (Backer dan Backhuizen, 1968). Rimpang kunir putih dapat dimanfaatkan sebagai lalapan yang dimakan bersama nasi dan dapat diolah menjadi makanan maupun minuman. Ekstrak kunir putih mampu menghambat oksidasi, karena ekstrak kunir putih mengandung komponen antara lain tanin (Pujimulyani, 2003), kurkuminoid (Pujimulyani dan Sutardi, 2003), skopoletin dan 1,7-bis (4-hydroxyphenyl)-1,4,6-heptatrien-3-one (Abas dkk., 2005).

Penelitian *Curcuma mangga* Val. yang telah dilakukan Lestariana dkk. (2000) dan Atifah (1999) menunjukkan bahwa cairan hasil perasan rimpang mempunyai aktivitas sitotoksik terhadap *B-Lymphoblastoid Cell-Lines* (B-LCL) yang diturunkan dari sel limfosit B penderita kanker, tetapi tidak sitotoksik terhadap sel limfosit B orang sehat. Ekstrak metanol dari *Curcuma mangga* Val. dan minyak atsiri *Curcuma mangga* Val. antara lain  $\beta$ -felandren,  $\beta$ -mirsen, limonen, isopinokamfeol dan  $\beta$ -seskuifelandren mempunyai aktivitas sitotoksik terhadap sel kanker HeLa S3 dan sel Raji (Budiman, 2001; Nurkhasanah, 2001).

Hasil olahan kunir putih menunjukkan aktivitas antioksidan tinggi, misalnya *Radical Scavenging Activity* (RSA) manisan basah 42,94 % (Pujimulyani dan Wazyka, 2009a), manisan kering 40,68 % (Pujimulyani dan Wazyka, 2009b), sirup 25,51 % dan bubuk instan 27,09 % (Pujimulyani dan Wazyka, 2005). Hasil olahan tersebut diperoleh melalui tahap pemanasan, sehingga diduga komponen antioksidan dalam kunir putih tahan suhu tinggi atau diduga terjadi perubahan senyawa kurang aktif menjadi aktif.

Secara umum tahap proses *blanching* bertujuan untuk menonaktifkan enzim polifenoloksidase, akan tetapi akhirnya ini banyak penelitian tentang perubahan komponen aktif selama *blanching*. Proses *blanching* dapat menurunkan aktivitas antioksidan, misalnya pada bunga turi merah (Wahyuningsih, 2008), kobis merah (Volden dkk., 2008) dan biji lentil (Xu dan Chang, 2007). Pada bahan tertentu proses *blanching* dapat meningkatkan aktivitas antioksidan misalnya pada jagung (Randhir dkk., 2008), tomat (Kwan dkk., 2007), kobis brussel (Viña dkk., 2007; Olivera dkk., 2008). Peningkatan aktivitas antioksidan selama *blanching* diduga terjadi perubahan senyawa kurang aktif menjadi aktif, hal ini sesuai hasil penelitian Kim dkk. (2010) bahwa pemanasan tanin menunjukkan peningkatan aktivitas antioksidan dibanding tanpa pemanasan.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh *blanching* terhadap aktivitas antioksidan kadar fenol total, flavonoid total dan kadar tanin terkondensasi kunir putih.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan utama penelitian ini adalah rimpang kunir putih (*Curcuma mangga* Val.) dengan ciri-ciri warna daging umbi kuning muda, beraroma mangga, yang diperoleh dari daerah Sedayu, Bantul, Yogyakarta. Bahan kimia yang digunakan adalah radikal bebas *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH), katekin (C = *catechin*), reagen Folin–ciocalteu, kuersetin (Q = *quercetin*), asam galat (GA = *gallic acid*) dari Sigma Chemical Co., St Louis, etanol, metanol, HCl, vanilin, NaCO<sub>3</sub>, NaNO<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O, NaOH (E. Merck).

### Cara Penelitian

Tahap awal preparasi penelitian adalah rimpang kunir putih disortasi dan dipilih, dikupas, dicuci dan ditiriskan. Rimpang kunir putih tanpa kulit sebanyak 500 g dilakukan *blanching* dalam media asam sitrat 0 dan 0,05 % pada suhu 100 °C dengan variasi waktu 0, 5, 10 menit. Kunir putih *non-blanching* dan yang telah mengalami *blanching* diekstraksi dengan metanol. Kunir putih diblender selama 5 menit dengan ditambah metanol. Bubur kunir putih dimaserasi pada suhu kamar, dalam larutan metanol dengan rasio metanol : kunir putih = 1 : 1 (v/b). Maserasi dilakukan selama 12 jam, dihomogenisasi dengan homogenizer selama 15 menit, kemudian disaring dengan penyaring vakum 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 hasil *freeze drying* dilarutkan dalam metanol : HCl pekat = 1000 : 1, selanjutnya ditentukan aktivitas antioksidan dengan metode DPPH, fenol total dengan reagen Folin-Ciocalteu dengan senyawa standar asam galat, kadar flavonoid total dengan senyawa standar kuersetin dan tanin terkondensasi dengan senyawa standar katekin.

### Penentuan Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

Kapasitas penangkapan radikal bebas DPPH ditentukan dengan metode Turkmen dkk. (2005) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 0,2 ml sampel ditambah 3,8 ml larutan DPPH 0,1 mM, divortek selama 1 menit dan diinkubasi pada suhu kamar dan ruang gelap selama 30 menit. Absorbansi diukur pada  $\lambda$  517 nm terhadap blanko etanol. Daya tangkap radikal bebas dinyatakan dalam % RSA.

$$\%RSA = 1 - \frac{Absorbansisampel}{Absorbansikontrol} \times 100\%$$

**Penentuan Kadar Fenol Total**

Kadar fenol total ditentukan dengan metode Folin-Ciocalteu (Roy dkk., 2009) menggunakan asam galat sebagai standar, dengan beberapa modifikasi. Sebanyak 50 µl sampel, ditambah larutan Folin-Ciocalteu 250 µl, didiamkan selama 1 menit dan ditambah dengan 750 µl NaCO<sub>3</sub> 20 %, divortek selama 1 menit, dan ditambah akuades sampai volume 5 ml. Setelah diinkubasi 2 jam pada suhu kamar, absorbansi larutan diukur 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)/g ekstrak kering.

**Penentuan Kadar Tanin Terkondensasi**

Kadar tanin terkondensasi ditentukan dengan metode Broudhurst dan Jones (1978) menggunakan senyawa standar catekin (C = catechin), dengan sedikit modifikasi. Sampel 50 µl ditambah 3 ml metanol vanilin 4 % dan 1,5 ml HCl pekat kemudian divortek 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.

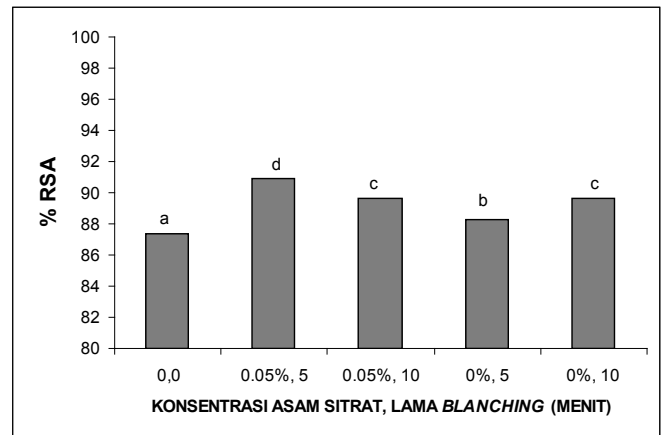
**Penentuan Flavonoid Total**

Kadar flavonoid total ditentukan dengan metode Dewanto dkk. (2002). Ekstrak 50 µl ditambah akuades 4 ml dan 0,3 ml NaNO<sub>2</sub> 10 %. Setelah didiamkan 6 menit selanjutnya ditambah 0,3 ml AlCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O 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.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**RSA Kunir Putih Setelah Mengalami Blanching**

Nilai % RSA kunir putih yang telah mengalami blanching dengan variasi media dan lama waktu blanching disajikan pada Gambar 1.

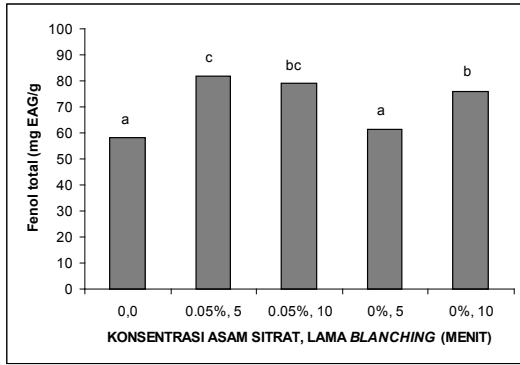


Gambar 1. Nilai % RSA kunir putih yang telah mengalami blanching variasi media dan lama blanching. Keterangan: RSA (Radical Scavenging Activity)

Nilai % RSA kunir putih yang telah mengalami blanching 100 °C media asam sitrat 0,05 % dan akuades selama 5 dan 10 menit mempunyai aktivitas antioksidan lebih tinggi secara nyata dibanding kunir putih tanpa blanching. Aktivitas antioksidan kunir putih yang dilakukan blanching selama 10 menit dalam media asam sitrat lebih rendah secara nyata dibanding 5 menit, akan tetapi jika lama blanching ditambah sampai 20 menit maka tidak berbeda nyata (Pujimulyani dkk., 2010). Penggunaan larutan asam sitrat 0,05 % sebagai media blanching dapat meningkatkan nilai % RSA kunir putih lebih tinggi dibanding 0 %. Hal tersebut diduga karena terjadi hidrolisis senyawa glikosida menjadi aglikon dan gula. Senyawa aglikon (kuersetin) pada penelitian ini menunjukkan aktivitas antioksidan (212,45 mg ekuivalen ferro/100 ppm) lebih tinggi dibanding glikosida (kuersetin-3-rutinosida) 73,26 mg ekuivalen ferro/100 ppm yang diukur dengan metode FRAP (unpublished data). Hal ini sesuai dengan pendapat Sadilova dkk. (2006) bahwa hidrolisis antosianin (glikosida) dalam kondisi asam menghasilkan antiosianidin (aglikon). Menurut Li dkk. (2009) struktur aglikon mempunyai aktivitas antioksidan lebih tinggi dibanding glikosida. Peningkatan aktivitas antioksidan juga disebabkan oleh pemanasan suhu tinggi yang dapat meningkatkan komponen antioksidan yaitu kadar fenol total (Gambar 2). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Kwan dkk. (2007) tentang blanching kacang-kacangan yang dapat meningkatkan aktivitas antioksidan diukur dengan metode DPPH, demikian juga pada blanching brokoli (Gawlik-Dziki, 2008).

**Fenol Total Kunir Putih yang Telah Mengalami Blanching**

Kadar fenol total kunir putih yang telah mengalami blanching variasi media dan lama blanching disajikan pada Gambar 2.

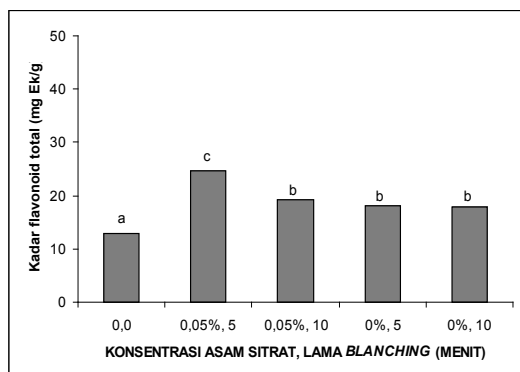


Gambar 2. Kadar fenol total kunir putih yang telah mengalami *blanching* variasi media dan lama *blanching*. Keterangan: EAG (Ekivalen Asam Galat)

Perlakuan *blanching* cara perebusan dengan media asam sitrat 0,05 % selama 5 dan 10 menit dapat meningkatkan kadar fenol total berturut-turut 81,80 dan 78,94 % secara nyata dibanding kunir putih segar. Peningkatan kadar fenol total diduga terjadi degradasi tanin menjadi senyawa fenol yang lebih sederhana, seperti dikemukakan Kim dkk. (2010) bahwa perlakuan panas terhadap asam tanat akan menyebabkan hidrolisis menjadi galloyl, seperti gallotanin. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian tentang perebusan buncis dan cabe selama 5 menit juga dapat meningkatkan kadar fenol total (Turkmen dkk., 2005). Meningkatnya kadar fenol total akibat *blanching* juga terjadi pada biji lentil (Xu dan Chang, 2007), kecambah gandum dan kecambah biji jagung (Randhir dkk., 2008). Roy dkk. (2009) mengemukakan bahwa *blanching* selama 5 menit terhadap brokoli dapat meningkatkan kadar fenol total dari 135,66 mg EAG/100 g (segar) menjadi 144,33 mg EAG/100 g.

### Flavonoid Total Kunir Putih yang Telah Mengalami *Blanching*

Kadar flavonoid total kunir putih yang telah mengalami *blanching* dengan variasi media dan lama waktu *blanching* disajikan pada Gambar 3.

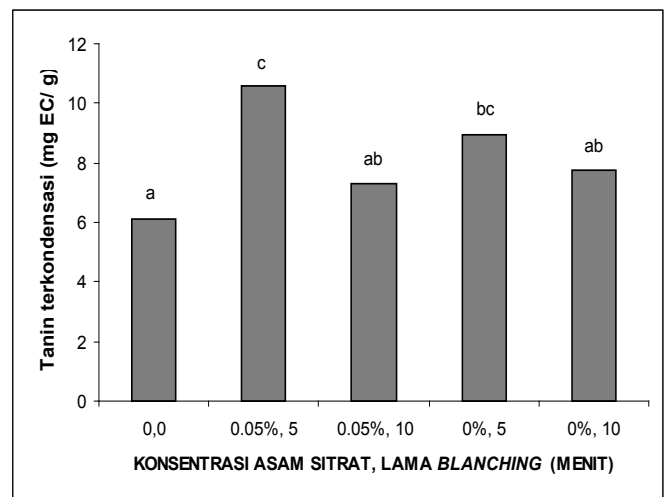


Gambar 3. Nilai kadar flavonoid kunir putih yang telah mengalami *blanching* variasi media dan lama *blanching*. Keterangan: EK (Ekivalen Kuersetin)

Kadar flavonoid total kunir putih yang telah mengalami *blanching* dalam media asam sitrat maupun media akuades meningkat secara nyata dibandingkan kunir putih tanpa *blanching*. *Blanching* asam sitrat 0,05 % selama 5 menit menunjukkan kadar flavonoid total meningkat paling tinggi secara nyata dibandingkan cara *blanching* yang lain. Hal ini diduga karena flavonoid bentuk glikosida terhidrolisis menjadi aglikon. Hal ini sesuai penelitian Sadilova dkk., (2006) bahwa hidrolisis glikosida antosianin dalam kondisi asam menghasilkan aglikon antosianidin. Hasil penelitian Yue dan Xu (2008) juga menunjukkan bahwa terjadi hidrolisis senyawa glikosida pada ekstrak bilberry yang dipanaskan. Peningkatan kadar flavonoid pada kunir putih setelah mengalami *blanching* mendukung peningkatan aktivitas antioksidan dibanding segar. Hal ini karena senyawa flavonoid dapat berperan sebagai antioksidan yaitu dapat menangkap radikal bebas (Wilmsen dkk., 2005). *Blanching* asam sitrat 0,05 % selama 10 menit menunjukkan kadar flavonoid total turun dibanding 5 menit, hal ini diduga waktu *blanching* yang lebih dari 5 menit dapat menyebabkan kerusakan flavonoid (Pinelo dkk., 2004).

### Tanin Terkondensasi Kunir Putih yang Telah Mengalami *Blanching*

Kadar tanin terkondensasi kunir putih yang telah mengalami *blanching* disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kadar tanin terkondensasi kunir putih yang diblanching variasi media dan lama *blanching*. EC= Ekivalen *Cathechin*

Kadar tanin terkondensasi kunir putih yang telah mengalami *blanching* media asam sitrat 0,05 % suhu 100 °C selama 5 menit lebih tinggi secara nyata dibanding segar. Hal ini diduga tanin terkondensasi lebih mudah terekstrak karena selama *blanching* terjadi denaturasi protein sehingga tanin yang berada bersama protein menjadi terbebas. Selain itu, diduga enzim polifenoloksidase kunir putih setelah menga-

lami *blanching* tidak aktif, sehingga tanin tidak mengalami oksidasi enzimatis. Hal ini sesuai tujuan *blanching* menurut Barret dan Theerakulkalit (1995) yaitu untuk menonaktifkan enzim.

**Korelasi Aktivitas Antioksidan dengan Kadar Fenol, Flavonoid dan Tanin Terkondensasi Kunir Putih**

Angka korelasi antara aktivitas antioksidan dengan kadar fenol total, flavonoid total dan kadar tanin terkondensasi kunir putih setelah mengalami *blanching* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Korelasi aktivitas antioksidan dengan senyawa fenolik kunir putih

Aktivitas Antioksidan	Senyawa fenolik		
	Fenol total	FIFlavonoid	Tanin terkondensasi
RSA	0,882**	0,842**	0,600*

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level

\* Correlation is significant at the 0.05 level

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan kunir putih setelah mengalami *blanching* dalam media asam sitrat maupun akuades berkorelasi positif secara signifikan dengan kadar fenol total, flavonoid total dan kadar tanin terkondensasi. Hal ini berarti meningkatnya aktivitas antioksidan kunir putih setelah mengalami *blanching* ditentukan oleh senyawa fenol, flavonoid dan tanin terkondensasi. Menurut Caillet dkk.(2006) senyawa fenolik mempunyai sifat antioksidasi yang kuat sehingga terjadi korelasi antara aktivitas antioksidan dengan senyawa fenolik. Hal ini sesuai hasil penelitian Xu dan Chang (2007) tentang korelasi aktivitas antioksidan dan senyawa fenolik kacang-kacangan. Menurut Stratil dkk. (2006) terdapat korelasi yang tinggi antara kadar fenolik dan aktivitas antioksidan dalam sayur-sayuran, karena pada umumnya senyawa bioaktif pada hasil pertanian adalah berupa senyawa fenolik.

**KESIMPULAN**

*Blanching* dalam media asam sitrat 0,05 %, 100 °C selama 5 menit dapat meningkatkan aktivitas antioksidan, kadar fenol total, flavonoid total dan kadar tanin terkondensasi secara nyata dibanding kunir putih tanpa *blanching*. *Blanching* dalam media asam sitrat 0,05 %, 100 °C selama 5 menit dapat meningkatkan aktivitas antioksidan secara nyata dari 87,38 menjadi 90,90 % RSA (*Radical Scavenging Activity*), kadar fenol total dari 58,35 menjadi 81,80 mg EAG/g, flavonoid total dari 12,82 menjadi 24,69 mg EK/g dan tanin terkondensasi dari 6,10

menjadi 10,59 mg EC/g dibanding kunir putih tanpa *blanching*. Aktivitas antioksidan kunir putih yang telah mengalami *blanching* berkorelasi positif secara signifikan dengan kadar fenol total, flavonoid total dan kadar tanin terkondensasi.

**UCAPAN TERIMAKASIH**

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

**DAFTAR PUSTAKA**

Abas, F., Nordin H.L, Shaari, K., Israf, D.A., Stanslasnan, J. Yusuf, U.K. dan Raof, S.M. (2005). Labdane diterpene glucoside from the rhizomes of *Curcuma mangga* Val. *Journal of Natural Products* **68**: 1090-1093.

, P., Thilakavathy, T. dan Panneerselvam, C. (2000). Antioxidant lipoate and tissue antioxidants in aged rats. *Journal of Nutrition Biochemistry* **11**: 122-127.

Atifah, N. (1999). *Uji Aktivitas Sitotoksik Kunir Putih (Curcuma mangga Val.) terhadap β-Lymphobla Stoid Cell Lines*, Tesis, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Backer, C.A. dan Van Den Brink, B.R. C. (1968). *Flora of Java*, Vol III, NVD, Noordhoff Gronings.

Barrett, D. M. dan Theerakulkait, C. (1995). Quality indicators in blanched, frozen, stored vegetables. *Food Technology* **49**: 62-65.

Broadhurst, R.B. dan Jones, W.T. (1978). Analysis of condensed tannin using acified vaniilin. *Journal of Science, Food and Agricultural* **29**: 788-794.

Budiman, H. (2001). *Uji Sitotoksitas Kandungan Metabolit Sekunder Rimpang Curcuma mangga Val. pada Sel Hela-S3 dan Raji serta Identifikasi Struktur Kimianya*. Tesis, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

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.

Dewanto, V., Wu, X., Adom, K.K. dan Liu, R.H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of toma-

- toes 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.
- Kim, T.J., Silvia, J.L., Kim, M.K. dan Jung, Y.S. (2010). Enhanced antioxidant capacity and antimicrobial activity of tannic and by thermal processing. *Food Chemistry* **118**: 740-746.
- 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., Sismindari dan Mubarika, S. (2000). Identifikasi protein aktif dalam *Curcuma mangga* Val. dan uji aktivitasnya pada DNA superkoil. *Buletin ISF* **3**: 25-30.
- Li., C., Du, H., Wang, L., Shu, Q., Zheng, Y., Xu, Y., Zhang, J., Yang, R. dan Ge, Y. (2009). Flavonoid composition and antioxidant activity of tree Peony (*Paeonia Section Moutan*) yellow flowers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **57**: 8496-8503.
- Michels, K.B., Giovannucci, E., Joshipura, K.J., Risner, B.A., Stampfer, M.J., Fuchs, C.S., Colditz, G.A., Sperizer, F.E. dan Willett, W.C. (2000). Prospective study of fruit and vegetables consumption and incidence of colon and rectal cancers. *Journal of the National Cancer Institute* **92**: 1740-1752.
- Nurkhasanah (2002). *Analisa GC-MS Minyak Atsiri Curcuma mangga* Val. dan Uji Sitotoksisnya terhadap Sel Kanker Raji dan Hela-S3. Tesis, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Olivera, D.F., Vina, S.Z., Marani, C.M., Ferreyra, R.M., Mugride, A., Chaves, A.R. dan Mascheroni, R.H. (2008). Effect of blanching on the quality of brussels sprouts (*Brassica Oleracea* L. *gemmifera* DC) after frozen storage. *Journal of Food Engineering* **84**:148-155.
- Pinelo, M., Manzocco, L., Nuñez, M.J. dan Nicoli, M.C. (2004). Solvent effect on quercetin antioxidant capacity. *Food Chemistry* **88**: 201-207.
- Pujimulyani, D. (2003). Optimasi suhu dan waktu blanching dalam berbagai larutan terhadap kadar tanin sirup kunir putih. *Penerapan Teknologi Tepat Guna, Prosiding Seminar Nasional*, INSTIPER, Yogyakarta.
- 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.
- Pujimulyani, D., Wazyka, A., Anggrahini, S. dan Santoso, U. (2005). *Potensi Kunir Putih (Curcuma mangga Val.) sebagai Sumber Antioksidan untuk Pengembangan Produk Makanan Fungsional*. Laporan Hasil Penelitian HIBAH PEKERTI Tahun II.
- Pujimulyani, D. dan Wazyka, A. (2009a). Sifat antioksidan sifat kimia dan sifat fisik manisan basah dari kunir putih (*Curcuma mangga* Val). *Agritech* **29**: 167-173.
- Pujimulyani, D. dan Wazyka, A. (2009b). An antioxidant activity and curcumin content of dry sweets from white saffron (*Curcuma mangga* Val). *International Chemistry Seminar Proceeding Palm Oil and Sustainable Chemistry*, May, 20, 2009, Yogyakarta.
- Pujimulyani, D., Raharjo, S., Marsono, Y. dan Santoso, U. (2010). The effects of blanching treatment on the radical scavenging activity of white saffron (*Curcuma mangga* Val.). *International Food Research Journal* **17**: 615-621.
- Randhir, R., Young-In, K. dan Kalidas, S. (2008). Effect of thermal processing on phenolics, antioxidant activity and health-relevant functionality of select grain sprouts and seedlings. *Innovative Food Science and Emerging Technology* **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 Chemistry* **114**:263-269.
- Sadilova, E., Stintzing, E.C. dan Carle, R. (2006). Thermal degradation of acylated and nonacylated anthocyanins. *Journal of Food Science* **71**: C504-C512.
- Stratil, P., Klejdus, B. dan Klubán, V. (2006). Determination of total content of phenolic compounds and their antioxidant activity in vegetables-evaluation of spectrophotometric methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **54**: 607-616.
- 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.
- Viña S. Z., Olivera, D. F., Marani, C. M., Ferreyra, R. M., Mugridge, A., Chaves, A. R. dan Mascheroni, R. H. (2007). Quality of brussels sprouts (*Brassica oleracea* L. *gemmifera* DC) as affected by blanching method. *Journal of Food Engineering* **80**: 218-225.

- Volden, J., Borge, G.I. A., Bengtsson, G. B., Hansen, M., Thygesen, I.E. dan Wicklund, T. (2008). Effect of thermal treatment on glucosinolates and antioxidant-related parameters in red cabbage (*Brassica oleracea* L. ssp. *capitata* f. *rubra*). *Food Chemistry* **109**: 595-605.
- Wahyuningsih, D. (2008). *Pengaruh Cara dan Waktu Blanching terhadap Kadar Antiosianin dan Vitamun C Bunga Turi Merah (Sesbania grandiflora L. (Pers).)*. Skripsi, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana, Yogyakarta.
- Wilmsen, P.K., Spada, D.S. dan Salvador, M. (2005). Antioxidants activity of flavonoids hesperidin in chemical and biological systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **153**: 4757-4761.
- Xu, B.J. dan Chang, S.K.C. (2007). A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes affected by extraction solvent. *Journal of Food Science* **72**: 59-66.
- Yue, X. dan Xu, Z. (2008). Changes of anthocyanins, anthocyanidins, antioxidant activity in bilberry extract during dry heating. *Journal of Food Science* **73**: 494-499.