

PENGARUH PERENDAMAN DAN PEREBUSAN TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN, GULA, TOTAL FENOLIK DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN KERANDANG (*Canavalia virosa*)

The Effect of Soaking and Boiling on Protein, Oligosaccharides, Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Kerandang (*Canavalia virosa*)

Titiek Farianti Djaafar¹, Umar Santosa², Muhammad Nur Cahyanto², Endang Sutriswati Rahayu²

¹Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jl. Rajawali No. 28 Demangan Baru, Yogyakarta 55281

²Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281
Email : titiekfd@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kerandang (*Canavalia virosa*) tergolong tanaman legum dan menghasilkan biji, tumbuh menjalar di lahan pasir pantai Daerah Istimewa Yogyakarta, khususnya di Kabupaten Bantul dan Kulon Progo dengan luas lahan sekitar 3.500 ha. Tanaman kerandang merupakan sumber protein nabati, mengandung senyawa fenolik dan memiliki aktivitas antioksidan. Penelitian tentang aktivitas antioksidan biji kerandang belum dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman dan perebusan terhadap perubahan kandungan protein, gula, total fenolik dan aktivitas antioksidan biji kerandang. Perendaman dilakukan pada 0, 12, dan 24 jam dengan rasio biji kerandang dan air sebesar 1:6 (b/v). Perlakuan perendaman ini dikombinasikan dengan perebusan biji pada suhu didih air (80 – 90 °C) selama 0, 10, dan 20 menit. Perbandingan biji kerandang dan air untuk perebusan adalah 1:5 (b/v). Pengujian yang dilakukan meliputi kadar protein, jenis gula, total fenolik dan aktivitas antioksidan. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan ulangan dua kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar protein biji kerandang menurun dengan perlakuan perendaman dan perebusan. Biji kerandang mengandung oligosakarida tahan cerna (rafinosa) yang cukup tinggi. Kandungan total fenolik biji kerandang segar sebesar 7,42 g GAE/100 g biji kerandang. Perlakuan perendaman dan perebusan menyebabkan kandungan total fenolik menurun sampai dengan 74,93 %. Aktivitas antioksidan biji kerandang dinyatakan sebagai *Radical Scavenging Activity* sebesar 10,22 %. Pada perendaman selama 12 dan 24 jam terjadi penurunan aktivitas antioksidan.

Kata kunci: kerandang, total fenol, aktivitas antioksidan

ABSTRACT

Kerandang (*Canavalia virosa*) is legume crops and producing seeds, creeps grow at beaches land in Bantul and Kulon Progo Regency, Yogyakarta Province, whose land area is about 3,500 ha. *Kerandang* plant is protein sources, consisting of phenolic compounds and having antioxidant activity. The antioxidant activity in *Kerandang* seeds has not been utilized. The objective of this study was to identify the effect of soaking and boiling on changing of protein level, sugar, total phenolic content and antioxidant activity. The soaking was conducted for 0, 12 and 24 hours (*kerandang* seed:water = 1:6 w/v). Soaking treatment was combined with boiling (80-90 °C) at 0, 10 and 20 minutes (*kerandang* and water ratio = 1:5 (w/v)). Protein, sugar, total phenolic content and antioxidant activity were analyzed. The study was conducted using Completely Randomized Design with two replications. The results show that the soaking and boiling treatment decreased the protein contents. *Kerandang* seeds contain undigestible oligosaccharides (raffinose). The soaking and boiling treatment decreased the raffinose. The total phenolic content of *kerandang* seeds is 7,42 g GAE/100 g. Soaking and boiling treatment decreased the total phenolic compounds to 75.34%. The antioxidant activity

expressed as Radical Scavenging Activity of *kerandang* seeds is 10.22%. Antioxidant activity declined after 12 and 24 hours soaking.

Keywords: kerandang (*Canavalia virosa*), protein, sugar, total phenolic, antioxidant activity

PENDAHULUAN

Kabupaten Bantul, Kulon Progo, dan Gunung Kidul, Provinsi DI Yogyakarta memiliki lahan pantai sepanjang 110 km. Lahan ini berpotensi untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian yang produktif. Di lahan pasir pantai Kabupaten Bantul dan Kulon Progo dengan luas lahan 3500 ha, tumbuh tanaman legume (kacang-kacangan) menjalar dan oleh masyarakat setempat disebut kerandang (*Canavalia virosa*). Tanaman ini menghasilkan polong dan biji. Biji kerandang oleh masyarakat setempat telah diolah menjadi tempe, sedangkan polong muda dimanfaatkan untuk sayur. Berdasarkan taksonomi tumbuhan, Kerandang masuk famili *Fabaceae*, Genus *Canavalia* dan Spesies *Canavalia virosa*. Kerandang termasuk tanaman kacang-kacangan tropis yang merambat, berdaun *trilobed leaves* dengan bunga berwarna merah muda keunguan dan berbau harum. Lebar bunga kerandang 3 cm, ukuran polong 17 cm x 3 cm, biji tua berwarna coklat atau coklat kemerahan dengan *marble* warna hitam. Kandungan nutrisi biji kerandang sangat baik yaitu protein 31,3%, lemak 4,9%, abu 3,8% dan kalori 1512,4 kJ/100 g (bk), kandungan asam amino esensial seperti isoleusin, histidin, sistin, metionin dan threonin juga relatif tinggi, serta kaya kalsium, zinc, mangan dan besi (Mukhopadhyay dkk., 1985; Shridar dan Seena, 2005). Protein biji kerandang mengandung beberapa asam amino esensial yang dibutuhkan oleh tubuh, antara lain metionin, treonin, leusin dan isoleusin (Thangadurai dkk., 2004; Djaafar dkk., 2010b). Biji kerandang yang berpotensi sebagai pangan alternatif tersebut hingga saat ini belum dimanfaatkan secara optimal. Penggalan potensi gizi biji kerandang di Indonesia belum banyak dilakukan. Adapun tanaman dan biji kerandang sebagaimana tertera pada Gambar 1.

Tanaman kacang-kacangan (leguminase) merupakan sumber protein nabati lokal yang cukup potensial karena harganya relatif lebih murah dibanding sumber protein hewani. Kandungan protein kacang-kacangan berbeda-beda, tergantung jenis kacang dan varietasnya. Biji kerandang mengandung protein sebesar 37,30% (bk) (Djaafar dkk., 2010b). Selain itu, biji kerandang juga mengandung oligosakarida tahan cerna (*rafinosa*) (Doss dkk., 2011). Oligosakarida tahan cerna ini dapat menyebabkan flatulensi bagi yang mengkonsumsinya. Oleh karena itu, perlu ada perlakuan pendahuluan sehingga dapat menurunkan kandungan jenis gula tersebut.



Gambar 1. Tanaman dan biji kerandang yang dijumpai di lahan pasir pantai DI. Yogyakarta

Tanaman kacang-kacangan juga mengandung komponen fenolik dan merupakan sumber antioksidan. Kandungan fenolik pada kacang-kacangan berbeda-beda menurut jenis kacang. Total fenolik dan aktivitas antioksidan beberapa jenis kacang telah dilaporkan. Menurut John dan Shahidi (2010), kacang Brazil mengandung fenolik yang larut sebesar 519,11 mg GAE/100 g dan fenolik yang terikat sebesar 18,60 mg GAE/100 g. Penelitian yang dilakukan oleh Sowndhararajan dkk. (2010), menunjukkan bahwa kandungan total fenol *Bauhinia vahlii* Wight & Arn sebesar 30,8 g/100 g. Kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) memiliki kandungan total fenol sebesar 0,75 mg GAE/g (Purwaningsih dan Djaafar, 2010). Xu dan Chang (2007b), mengemukakan bahwa kandungan fenolik kedelai hitam sebesar 5,75 mg GAE/g dan kedelai kuning (varietas Korada) sebesar 1,82 mg GAE/g. Komponen fenolik dalam tanaman memiliki manfaat dan keuntungan untuk kesehatan manusia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, komponen fenolik dalam biji-bijian atau kacang-kacangan memiliki sifat antioksidan sebagai penangkap radikal bebas, katalis *chelating metal* dan menghambat reaksi oksidasi (Xu dan Chang, 2007a; Xu dan Chang, 2009; Machado dkk., 2008)

Pengolahan pangan menyebabkan terjadinya perubahan fisik dan biokimia yang secara keseluruhan mempengaruhi penerimaan konsumen, seperti kualitas nutrisi produk. Berbagai metode pengolahan kerandang yang berpengaruh terhadap perubahan oligosakarida tahan cerna (rafinosa), kandungan fenolik maupun aktivitas antioksidan biji kerandang hingga saat ini belum diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman dan perebusan terhadap perubahan protein, jenis gula dan kandungan total fenolik serta aktivitas antioksidan biji kerandang.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan penelitian adalah biji kerandang (*Canavalia virosa*) yang sudah tua (polong dan kulit ari biji berwarna coklat), diperoleh dari Desa Bugel, Kecamatan Panjatan, Kulon Progo. Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisis kandungan fenol antara lain metanol (Sigma, Singapore), reagen Folin-ciocalteau 50 % (Sigma, Singapore), asam galat (Sigma, Singapore) dan Na_2CO_3 20%. Bahan kimia untuk analisis aktivitas antioksidan adalah metanol dan DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil) (Sigma, Singapore).

Alat penelitian adalah baskom plastik, saringan, dan peralatan untuk analisis kandungan fenol dan aktivitas antioksidan antara lain beker gelas, labu takar, erlenmeyer,

mikropipet, tabung reaksi (pyrex), vorteks (Thermolyne SIBRON, Type 50000 Maxi-Mix III), timbangan analitik (Fujitsu), shaker (SIBATA, SU-2TH), sentrifuse suhu dingin (4 °C) (Centrifuge 5804 R), *rotary vacuum evaporator* (Merk IKA, HB10 basic) dan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu, UV-1656 PC), HPLC.

Preparasi Biji Kerandang

Polong (*brangkas*) kerandang dikeringkan hingga kadar air 10%, kemudian dikupas hingga diperoleh biji kerandang. Kulit ari biji kerandang dikupas menggunakan mesin pengupas sistem abrasif hingga diperoleh biji kerandang kupas yang berwarna kekuningan.

Perendaman dan Perebusan

Penelitian ini dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap dengan dua kali ulangan (Scheaffer dkk., 1990), dengan perlakuan perendaman dan perebusan. Perendaman selama 12 jam, 24 jam dan kontrol (tanpa perendaman) dengan rasio biji kerandang dan air sebesar 1:6 (b/v). Perlakuan perendaman ini dikombinasikan dengan perebusan biji pada suhu air 80 – 90 °C selama 10, 20 menit dan kontrol (tanpa perebusan). Perbandingan biji kerandang dan air untuk perebusan adalah 1:5 (b/v). Sampel yang telah diberi perlakuan kemudian dikeringkan dan disimpan dalam botol tertutup sebelum dianalisis.

Pengujian Protein dan Oligosakarida

Analisis kadar protein menggunakan metode Mikro Kjeldhal (AOAC, 1990). Analisis kandungan gula menggunakan HPLC dengan kolom Metacarb 87C.

Preparasi Ekstrak Komponen Fenolik

Ekstraksi komponen fenolik dari biji kerandang mengacu pada metode yang dikemukakan oleh John dan Shahidi (2010) yang dimodifikasi. Limapuluh gram biji kerandang dan biji kerandang hasil perlakuan, dihaluskan kemudian diekstraksi dengan 100 ml metanol 80% menggunakan shaker (SIBATA, SU-2TH), pada 27 °C selama 30 menit. Selanjutnya disentrifugasi pada 4.000 rpm, 4 °C selama 10 menit. Endapan yang diperoleh, diekstraksi lagi dengan 100 ml metanol 80% menggunakan shaker (SIBATA, SU-2TH), pada 27 °C selama 30 menit kemudian disentrifugasi pada 4.000 rpm, 4 °C selama 10 menit. Pelarut yang terdapat dalam ekstrak diuapkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* (Merk IKA HB10 basic) pada 40 °C selama 30 menit. Stok ekstrak yang diperoleh disimpan pada suhu 4 °C sebelum digunakan untuk analisis.

Penentuan Total Fenolik

Penentuan total fenolik berdasarkan metode Folin-Ciocalteu (Mustafa dkk., 2010; Sowndhararajan dkk., 2010). Sebanyak 0,1 ml ekstrak kasar biji kerandang ditambahkan dengan 0,5 ml reagen Folin-Ciocalteu (1:1 dengan air), didiamkan selama 8 menit kemudian dicampur dengan 2,5 ml natrium karbonat 20%, segera divorteks, selanjutnya tabung disimpan pada suhu kamar dengan kondisi gelap selama 40 menit. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 725 nm. Total fenolik dinyatakan dalam g Gallat Acid Equivalent/100 g bahan (g GAE/100 g bahan).

Penentuan Aktivitas Antioksidan DPPH

Penentuan aktivitas antioksidan ekstrak kerandang dilakukan menggunakan radikal DPPH (Pyo dkk., 2005; Xu dan Chang, 2007; Friska, 2009). Sebanyak 0,5 ml ekstrak ditambah 4 ml larutan 30 mM DPPH, segera dicampur. Didiamkan selama 60 menit, selanjutnya peneraan absorbansi dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 515 nm. Kontrol adalah larutan DPPH tanpa sampel. *Radical Scavenging Activity* (RSA) diekspresikan sebagai persentase penghambatan radikal bebas oleh sampel/ekstrak dan dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$\% \text{ RSA} = (\text{OD kontrol} - \text{OD sampel ekstrak} / \text{OD kontrol}) \times 100\%$$

Analisis Data

Data yang diperoleh diolah dengan one-way anova dan apabila terdapat perbedaan secara nyata ditentukan dengan *Duncan's Multiple Range Test* ($p \leq 0,05$) (Steel dan Torrie, 1993).

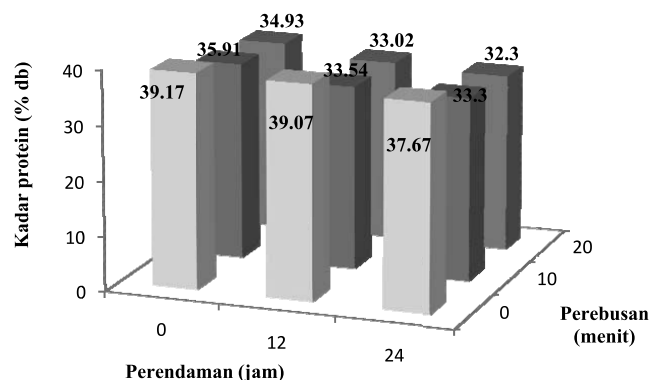
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Protein

Kadar protein total kerandang sebesar 39,17% (db). Menurut penelitian Rodrigues dan Torne (1991), kandungan protein *C. gladiata* (26,8% db) dan *C. ensiformis* (22,8% db) lebih rendah dibandingkan dengan kandungan protein pada *C. cathartica* (24,9% db). Kematangan umur mempengaruhi kandungan protein pada canavalia. Penelitian Diaz dkk. (1998) menyatakan bahwa kandungan protein tertinggi pada *C. ensiformis* adalah pada umur 16 minggu (28,8% db), sehingga dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak. Sedangkan kandungan protein pada *C. maritima* matang (16 minggu) adalah 29,3% db, dan pada biji belum matang adalah 13,3% db (Graham dan de Bravo 1985). Tingginya kadar protein biji kerandang, menunjukkan bahwa kerandang dapat dijadikan

salah satu sumber protein, karena nilai ini mendekati sumber protein lain yaitu biji kedelai 34,90% db (Anonim, 2009) dan kacang tanah 25-30% db (Rismunandar, 1982).

Kadar protein biji kerandang setelah diberi perlakuan perendaman dan perebusan mengalami penurunan (Gambar 2), mencapai 17,54% pada perendaman 24 jam dikombinasi perebusan 20 menit. Proses perendaman dan perebusan menyebabkan protein yang bersifat larut air akan terlarut.



Gambar 2. Kadar protein biji kerandang pada berbagai perlakuan perendaman dan perebusan

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa perlakuan perendaman 12 jam tanpa perebusan, maka kandungan protein hanya mengalami penurunan sebesar 0,26%. Untuk mencegah kehilangan protein yang besar pada perlakuan pendahuluan (sebelum pengolahan biji kerandang menjadi produk makanan) maka dapat dilakukan perendaman biji tanpa proses perebusan.

Kadar Gula

Biji kerandang mengandung oligosakarida seperti rafinosa dan stakiosa yang cukup tinggi. Kandungan rafinosa kerandang mencapai 1.099,76 mg/100 g bahan dan stakiosa sebesar 170,86 mg/100 g bahan. Perlakuan perendaman dan perebusan menyebabkan penurunan rafinosa (Tabel 1). Kandungan rafinosa menurun sebesar 31,40% pada perendaman 12 jam. Perlakuan perendaman 24 jam yang dikombinasikan dengan perebusan 20 menit menyebabkan penurunan rafinosa sebesar 34,91%. Doss dkk. (2011) mengemukakan bahwa proses perendaman dan pemanasan dapat menurunkan kandungan rafinosa pada *Canavalia ensiformis* sebesar 75%.

Total gula non-reduksi (1,79-2,71%) yang ditemukan pada *C. ensiformis* adalah sukrosa (1,49-2,47%), raffinosa (0,34-0,86%), stakiosa (1,44-1,74%), dan verbakosa (0,01-0,11%) (Revilleza dkk., 1990). Potensi flatulensi yang ditimbulkan *C. gladiata* lebih tinggi dibandingkan

C. ensiformis. Rafinosa yang terkandung dalam kacang-kacangan mempunyai pengaruh yang besar atas terjadinya rasa ketidaknyamanan pada perut (flatulensi), sehingga mengurangi penerimaannya sebagai bahan makanan. Berdasarkan hasil penelitian ini, kandungan rafinosa biji kerandang menurun dengan proses perendaman dan proses pemasakan (perebusan). Hal ini menunjukkan bahwa biji kerandang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan alternatif sumber protein.

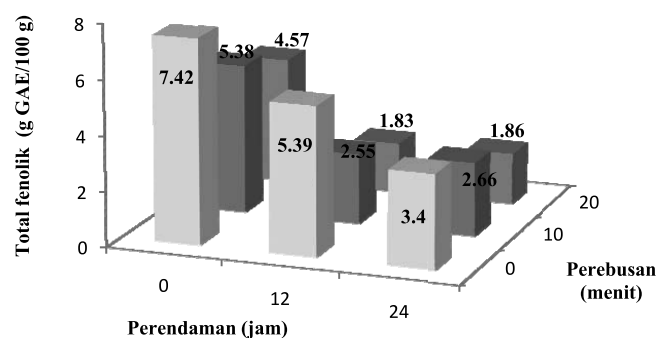
Tabel 1. Jenis gula biji kerandang pada perlakuan perendaman dan perebusan

Perendaman (jam)	Perebusan (menit)	Jenis gula (mg/100 g biji)			
		Glukosa	Sukrosa	Rafinosa	Stakiosa
Kontrol	0	<0,49	1.187,77	1.099,76	170,86
	10	87,08	909,37	1.560,84	573,53
	20	<0,49	943,55	1.428,48	721,61
12	0	128,24	304,38	754,39	277,35
	10	40,77	258,02	780,45	260,77
	20	<0,49	313,26	760,45	338,28
24	0	<0,49	868,29	1.242,60	765,48
	10	<0,49	268,88	908,41	396,74
	20	<0,49	232,72	715,80	416,49

Keterangan: Batas deteksi glukosa adalah 0,49 mg/100 g biji.

Total Fenolik

Kandungan total fenolik biji kerandang tanpa perlakuan dan hasil perlakuan perendaman dan perebusan disajikan dalam Gambar 3. Kandungan total fenolik biji kerandang 7,42 g GAE/100 g. Kandungan total fenolik biji kerandang ini hampir sama dengan hasil penelitian yang dikemukakan oleh Anggara (2010), bahwa kandungan total fenolik biji kerandang sebesar 7,55 g GAE/100 g.



Gambar 3. Total fenolik biji kerandang pada berbagai perlakuan perendaman dan pemanasan

Perlakuan perendaman maupun perebusan menyebabkan terjadi penurunan kandungan total fenolik. Perlakuan perendaman 12 dan 24 yang diikuti dengan pemanasan 20

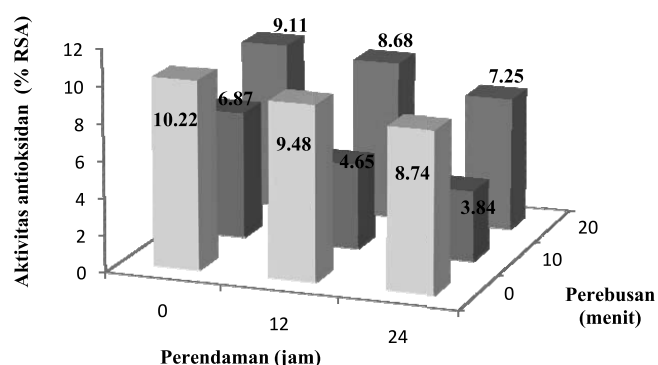
menit menyebabkan penurunan kandungan fenolik dan tidak berbeda nyata antar perlakuan. Kandungan total fenolik biji kerandang setelah proses perendaman dan perebusan berkisar antara 1,83 g GAE/100 g - 5,72 g GAE/100 g. Proses perendaman sendiri dapat menurunkan kandungan total fenolik sekitar 22,91% - 54,18% dibanding kandungan total fenolik pada biji tanpa perlakuan sedangkan proses perebusan sendiri dapat menurunkan kandungan total fenolik sekitar 27,49% - 38,41%.

Proses perendaman yang dikombinasikan dengan perebusan dapat menurunkan kandungan total fenol sekitar 34,10% - 75,34%. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Sowndhararaja dkk. (2010) juga menunjukkan hal yang sama, bahwa proses perendaman dan pemanasan dapat menurunkan kandungan total fenolik pada jenis legum *Bauhinia vahlii* Wight & Arn. Penurunan kandungan total fenolik jenis legum ini cukup besar, yaitu sebesar 48% pada biji yang direndam dan dipanaskan dibanding total fenolik biji segar. Menurut Xu dan Chang (2008), proses perebusan *pinto beans* dapat menyebabkan terjadi penurunan kandungan total fenolik sekitar 63% - 77% sedangkan untuk *black beans* penurunan total fenolik sekitar 61% - 74%. Proses pemanasan (perebusan) dapat menyebabkan degradasi polifenol dan pelepasan komponen fenolik, sehingga selama proses pengolahan terutama pemanasan akan terjadi penurunan kandungan fenolik pada bahan makanan.

Aktivitas Antioksidan

Kemampuan penangkapan radikal DPPH biji kerandang dinyatakan sebagai persen (%) kapasitas penangkapan radikal (*Radical Scavenging Activity*/RSA). Semakin besar persentase penangkapan radikal maka aktivitas antioksidan semakin besar. Hal ini ditunjukkan dengan berkurangnya absorbansi larutan DPPH pada sampel yang diuji. Nilai RSA biji kerandang disajikan dalam Gambar 4. Biji kerandang memiliki nilai RSA sebesar 10,22%. Hasil penelitian Anggara (2010) juga menunjukkan bahwa nilai RSA biji kerandang pada konsentrasi 5% sebesar 10,86%. Proses perebusan selama 10 dan 20 menit pada biji kerandang menyebabkan nilai RSA berkurang menjadi masing-masing 9,48% dan 8,74%. Pada perendaman 12 jam dan dikombinasikan dengan perebusan selama 20 menit menyebabkan terjadinya penurunan nilai RSA yang cukup besar, yaitu 62,43% dibanding biji kerandang segar (tanpa perlakuan). Menurut Xu dan Chang (2009), proses perebusan *black beans* menyebabkan penurunan kapasitas penangkapan radikal bebas menurun sebesar 17% - 44% dibanding biji segar. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Sowndhararaja dkk. (2010), bahwa biji *Bauhinia vahlii* Wight & Arn. yang diberi perlakuan perendaman 12 jam dan dipanaskan pada suhu 120

°C selama 20 menit maka kemampuan penangkapan radikal bebasnya akan berkurang, yang ditunjukkan dengan nilai IC₅₀ dari DPPH yang meningkat, yaitu dari 74,1 µg/ml menjadi 190,0 µg/ml.



Gambar 4. Aktivitas antioksidan biji kerandang pada berbagai perlakuan perendaman dan perebusan

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa biji kerandang yang mengandung protein sebesar 39,17% (db) dapat dimanfaatkan sebagai pangan alternatif sumber protein. Untuk mencegah penurunan kandungan protein dan total fenolik yang besar pada perlakuan pendahuluan (sebelum pengolahan biji kerandang menjadi produk makanan) maka dapat dilakukan perendaman biji selama 12 jam tanpa proses perebusan (pemanasan). Pada perendaman 12 jam ini juga dapat menurunkan kandungan oligosakarida rafinosa dalam biji kerandang sehingga lebih aman dikonsumsi. Perlakuan perendaman yang dikombinasikan dengan perebusan dapat menurunkan aktivitas antioksidan biji kerandang. Penelitian tentang proses pengolahan lebih lanjut, seperti proses fermentasi dengan bakteri asam laktat diperlukan untuk meningkatkan aktivitas antioksidan biji kerandang sehingga memiliki nilai fungsional.

DAFTAR PUSTAKA

Anggara A. (2010). *Pengaruh Penambahan Maltodekstrin dan Suhu Inlet Spray Drying terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Bubuk Sari Kerandang (Canavalia virosa)*. Tesis Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Anonim (2009). *Khasiat kedelai*. <http://www.mailarchive.com/ppiindia@yahoo.com>. [12 Desember 2011].

Djaafar, T.F., Purwaningsih, H., Wanita, Y.P. dan Rahayu, S. (2010a). Karakteristik fisiko-kimia yoghurt dan tempe kerandang. Unpublished.

Djaafar, T.F., Cahyaningrum, N. Dan Purwaningsih, H. (2010b). Physico-chemical characteristics of tribal beans (*Canavalia virosa*) and its alternative tofu and tempeh food products. *Indonesian Journal of Agricultural Science* **11**(2):74-80.

Doss, A., Pugalenti, M., Vadivel, V.G., Subhashini, G. Dan Subash, R.A. (2011). Effects of processing technique on the nutritional composition and antinutrients content of under-utilized food legume *Canavalia ensiformis* L.DC. *International Food Research Journal* **18**(3): 965-970.

Friska, C.A. (2009). *Potensi Antioksidatif Formula Bubuk Kedelai Hitam Glycine max(L.)Merr. sebagai Minuman Kesehatan Bagi Penyandang Diabetes Melitus Tipe 2*. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Graham, H.D. dan de Bravo E.N. (1985). Chemical composition of the seeds, leaves and pods of *Canavalia maritima*. *Caribbean Journal of Science* **21**: 163-168.

John, J.A. dan Shahidi, F. (2010). Phenolic compounds and antioxidant activity of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). *Journal of Functional Foods* **2**:196-209.

Machado, C.M., Ferruzzi, M.G. dan Nielsen, S.S. (2008). Impact of the hard-to-cook phenomenon on phenolics antioxidants in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Agric & Food Chem.* **56**:3102-3110.

Mukhopadhyay, M., Sarkar, M.K., Biswas, M., Pathak, K.R., Ghosal, S., Singh, N.K. dan Das, P.K. (1985). Some pharmacological studies on *Canavalia virosa*. *Indian J. Pharmac.* (1986) **18**: 84-88.

Mustafa, R.A., Hamid, A. A., Mohamed, S. dan Bakar, F.A. (2010). Total phenolic compounds, flavonoids, and radical scavenging activity of 21 selected tropical plants. *Journal of Food Sci.* **75**(1):C28-C35.

Purwaningsih dan Djaafar, T.F. (2011). Formulasi beras instan ubi jalar kacang-kacangan untuk diversifikasi pangan pokok berprotein dalam mendukung ketahanan pangan. *Jurnal Penelitian dan pengembangan Pemerintah Prov. DIY* **III**(3):20-27.

Revileza M.J.R., Mendoza, E.M.T. dan Raymundo, L.C. (1990). Oligosaccharides in several Philippine indigeous food legumes: determinations, localization and removal. *Plant Food for Human Nutrition* **40**: 83-94.

- Rismunandar (1982). *Bertanam Kacang Tanah*. Terate, Bandung.
- Rodrigues B.F. dan Torne S.G. (1991). Root nodule morphology of *Canavalia ensiformis* (L.) DC. *Plant. Biojournal* **3**: 43-46.
- Scheaffer, R.L., Mendenhall, W. dan Lyman Ott. (1990). *Elementary Survey Sampling*. PWS-KENT Publishing Co., Boston.
- Sridhar, K.R. dan Seena, S. (2006). Nutritional and antinutritional significance of four unconventional legumes of the genus *Canavalia* – a comparative study. *Food Chemistry* **99**:267–288
- Sowndhararaja, K., Siddhuraju, P. dan S. Manian (2010). *In vitro* evaluation of the antioxidant activity in the differentially processed seeds from underutilized legume, *Bauhinia vahlii* Wight & Arn. *Food Sci. Biotechnol.* **19**(2):503-509.
- Steel, R.G.D. dan Torrie, J.H. (1993). *Principples and Procedures of Statistics*. A Biomedical Approach, 3rd Ed. Mc Graw Hill, Kagasukha Ltd., Tokyo.
- Thangadurai, D., Viswanathan, M. dan Ramesh, N. (2004). The chemical composition and nutritional evaluation of *Canavalia virosa*: a wild perennial bean from Eastern Ghats of Peninsular India. <http://www.springerlink.com/content/b85quekf6cmy6b31/>. [12 Desember 2010].
- Xu, B.J. dan Chang, S.K.C. (2007a). A comparative study on phenolic profile and antioxidant activity of legumes as affected by extraction solvent. *J Food Science* **72**(2):S159-S166.
- Xu, B.J. dan Chang, S.K.C. (2007b). Comparative analyses of phenolic composition, antioxidant capacity and color of cool season legumes and other selected food legumes. *J Food Science* **72**(2):S167-S177.
- Xu, B.J. dan Chang, S.K.C. (2008). Total phenolic content and antioxidant properties of Eclipse Black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by processing methods. *J Food Science* **73**(2):H19-H27.
- Xu, B.J. dan Chang, S.K.C. (2009). Total phenolic, phenolic acid, anthocyanin, flavan-3-ol, and flavonol profiles and antioxidant properties of Pinto and Black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by thermal processing. *J. Agric. Food Chem.* **57**:4754-4764.