



Available online at
www.ilmupangan.fp.uns.ac.id



Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Universitas Sebelas Maret

Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 1 Januari 2013

**KARAKTERISASI SIFAT FISIK DAN KIMIA TEPUNG KACANG MERAH
(*Phaseolus vulgaris* L.) DENGAN BEBERAPA PERLAKUAN PENDAHULUAN**

***PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES CHARACTERIZATION OF RED KIDNEY BEAN
(Phaseolus vulgaris L.) FLOUR BY SOME PROCESSING TREATMENT***

Hesti Ayuningtyas Pangastuti^{*)}, Dian Rachmawanti Affandi^{*)}, Dwi Ishartani^{*)}

^{*)} Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Sebelas Maret Surakarta

Received 20 September 2012 accepted 7 November 2012 ; published online 2 January 2013

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh kombinasi perlakuan terhadap sifat kimia, fisik, dan fungsional pada tepung kacang merah. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan taraf faktor tanpa perlakuan pendahuluan dengan kulit (F1), perendaman 24 jam dengan kulit (F2), perebusan 90 menit dengan kulit (F3), tanpa perlakuan pendahuluan tanpa kulit (F4), perendaman 24 jam tanpa kulit (F5), dan perebusan 90 menit tanpa kulit (F6). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan dapat mempengaruhi sifat kimia, fisik, dan fungsional pada tepung kacang merah secara signifikan ($p < 0,05$). Dilihat dari sifat kimia, perendaman 24 jam dan perebusan 90 menit baik dengan kulit maupun tanpa kulit meningkatkan kadar air, namun dapat menurunkan kadar abu, protein, lemak, dan asam fitat dibandingkan dengan tepung tanpa perlakuan pendahuluan, sedangkan pengupasan kulit dengan berbagai perlakuan pendahuluan meningkatkan kadar asam fitat, namun menurunkan kadar air dan lemak pada tepung kacang merah. Dilihat dari sifat fisik, tepung kacang merah pada perendaman 24 jam dan perebusan 90 menit baik dengan kulit maupun tanpa kulit meningkatkan densitas kamba, densitas padat, dan kelarutan, namun menurunkan kecerahan, derajat putih, dan waktu basah, sedangkan pengupasan meningkatkan kecerahan, derajat putih, dan waktu basah, namun menurunkan densitas kamba dan padat dengan berbagai perlakuan pendahuluan. Perebusan 90 menit tanpa kulit menurunkan serat pangan tidak larut, serat pangan larut, dan total serat pangan tepung kacang merah.

Kata kunci: pengupasan, perebusan, perendaman, sifat fisik, sifat kimia, tepung kacang merah

ABSTRACT

The purpose of this research is to study the effect of some combination processing treatment on chemical, physical, and functional properties of red kidney bean flour. This research using completely randomized design (CRD). Those factor level are without pre-treatment and whole (F1), 24 hour-soaking and whole (F2), 90 minute-boiling and whole (F3), without pre-treatment and dehulling (F4), 24 hour-soaking and dehulling (F5), and 90-minute boiling and dehulling (F6). The result showed that the combination processing treatment affect the chemical, physical, and functional properties of red kidney bean flour significantly ($p < 0,05$). Based on the chemical properties, 24 hour-soaking and 90 minute-boiling treatment in all pre-dehulling treatment increased the moisture content, but decreased the ash, protein, fat, and phytate acid content compared with raw flour while dehulling treatment with all various pre-treatment increased the phytate acid, but reduced moisture and fat content of red kidney bean. Based on physical properties, 24 hour-soaking and 90 minute-boiling treatment with all various pre-dehulling treatment increased the bulk density, compacted density and solubility, but reduced lightness, whiteness, and wettability, while dehulling treatment with all various pre-treatment increased the lightness, whiteness, wettability, but reduced bulk density and compacted density of red kidney bean flour. Combination of 90 minute-boiling and dehulling reduced Insoluble Dietary Fiber, Soluble Dietary Fiber, and Total Dietary Fiber on red kidney bean flour.

Keywords: boiling, chemical composition, dehulling, kidney bean flour, physical composition, red soaking.

PENDAHULUAN

Kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) merupakan komoditas kacang-kacangan yang sangat dikenal masyarakat. Menurut Badan Pusat Statistik (2011), produksi kacang merah di Indonesia tergolong cukup tinggi, yaitu mencapai 116.397 ton pada tahun 2010. Karena aplikasi yang terbatas dan pendeknya umur simpan yang dimiliki *leguminosa* dalam bentuk mentah, maka perlu dilakukan penepungan untuk memudahkan aplikasinya sebagai *ingredient* pangan. Teknologi penepungan merupakan salah satu proses alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan karena lebih tahan lama disimpan, mudah dicampur dengan tepung lain, diperkaya zat gizi, dibentuk, dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang ingin serba praktis. Penelitian tentang tepung kacang merah juga telah diaplikasikan secara luas, misalnya dalam pembuatan cookies (Ekawati, 1999) serta bahan pengikat dan pengisi pada sosis ikan lele (Cahyani, 2012). Sebagai bahan substitusi, tepung kacang merah dapat mengganti 10% tepung terigu dalam pembuatan brownies (Yodatama, 2011), serta dapat mengganti 20% tepung terigu dalam pembuatan donat (Yaumi, 2011).

Kurangnya informasi yang memadai tentang pembuatan dan karakteristik tepung kacang merah di Indonesia membuat aplikasi dalam pembuatan produk pangan belum teroptimalisasi secara luas. Kelemahan dari kacang-kacangan adalah tingginya kandungan senyawa nirgizi yang sebagian besar didominasi oleh asam fitat (Astawan, 2009) dan tingginya bau langu yang mengakibatkan produk akhir menjadi kurang diterima masyarakat (Yodatama, 2011). Asam fitat akan membentuk ikatan kompleks dengan zat besi atau mineral lain, seperti seng, magnesium, dan kalsium, menjadi bentuk yang tidak larut dan sulit diserap tubuh (Suhanda, 2007).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa proses perendaman, perebusan, dan pengupasan kulit dapat mengurangi kandungan senyawa nirgizi yang ada dalam tanaman-tanaman *leguminosae* (Mohamed *et al.*, 2011). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi perlakuan pendahuluan berupa perendaman, perebusan, serta pengupasan kulit terhadap sifat kimia, fisik, dan fungsional pada tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris*). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengolahan tepung

kacang merah yang tepat serta arahan informasi spesifik tentang sifat tepung kacang merah yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Alat

Mesin penyosoh dan *milling* (merk Nasional), oven, desikator, tanur, labu Kjeldahl, peralatan destilasi, perangkat titrasi, soxhlet, pompa vakum, dan *Colorimeter* (Minolta, CR-10 series, Japan).

Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah kacang merah yang diperoleh dari pasar lokal di wilayah Surakarta.

Tahapan Penelitian

Pembuatan Tepung Kacang Merah

Pembuatan tepung kacang merah dilakukan sesuai dengan metode Sulaeman (1994) dalam Ekawati (1999). Proses awal dimulai dari pengupasan kulit yang merupakan faktor yang digunakan dalam penelitian ini (F4, F5, dan F6). Kemudian, kacang merah dicuci secara berulang-ulang dan diberi perlakuan pendahuluan sebagai faktor dalam penelitian berupa perendaman 24 jam (F2 dan F5) dan perebusan 90 menit (F3 dan F6) serta kontrol tanpa perendaman (F1 dan F4). Waktu perendaman dan perebusan tersebut mengacu pada penelitian Mohamed *et al.* (2011) yang mengemukakan bahwa perendaman 24 jam dengan perbandingan kacang merah dan air 1 : 10 (b/v) dapat menurunkan kandungan asam fitat sebesar 23,9% dan perebusan 90 menit sebesar 19,1% dibandingkan tepung kacang merah tanpa perlakuan. Kacang merah hasil rebusan selanjutnya dikeringkan dalam oven bersuhu 50°C hingga kadar air mencapai 6-6,5% menggunakan *moisture tester*. Tahap akhir dari proses ini adalah penepungan dan pengayakan sebesar 80 mesh.

Analisis Sifat Kimia, Fisik, dan Fungsional

Analisis sifat kimia yang dilakukan meliputi analisis kadar air, abu, lemak, protein dan karbohidrat (*by difference*) (AOAC, 1999), dan asam fitat (Wheeler dan Ferrel, 1971), sifat kimia meliputi *total colour difference* Angulo-Bejarano *et al.* (2008) dalam Harnani (2009), densitas kamba dan padat Pinasthi (2011), waktu basah Park *et al.* (2001) dalam Marta (2011), dan kelarutan (Apriyantono dkk (1989) dalam Adriani (1997)), dan sifat fungsional meliputi

serat pangan dilakukan menurut metode Asp dan Johansson (1981).

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan metode *One-Way Analysis Of Variances* (ANOVA) dengan menggunakan software SPSS 17.0. Bila terdapat perbedaan antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikan 5 % ($p \leq 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia Tepung Kacang Merah

Kadar air merupakan komponen penting dalam menentukan suatu produk pangan. Tepung kacang merah dengan perlakuan pendahuluan berupa perendaman 24 jam memberikan tren nilai kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung yang diproses tanpa perlakuan pendahuluan, baik pada tepung kacang merah dengan kulit maupun tanpa kulit. Dalam penelitian ini, dilakukan pengeringan dengan penyeragaman kadar air menggunakan *moisture tester* hingga mencapai 6-6,5% untuk seluruh perlakuan sebelum ditepungkan. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah ditepungkan, seluruh kombinasi perlakuan ternyata menghasilkan kadar air yang berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa adanya kombinasi perlakuan dapat mempengaruhi tingkat penyerapan air bahan dari lingkungan ke dalam bahan.

Pada saat perendaman 24 jam, dinding sel akan menyerap air dan melunak, namun dengan adanya elastisitas, dinding sel akan kembali ke bentuk

semula ketika dikeringkan. Adanya perendaman dapat mempengaruhi elastisitas dinding sel setelah pengeringan, sehingga akan terjadi penyerapan air dari lingkungan ke dalam dinding sel bahan. Berbeda dengan perendaman, perlakuan perebusan 90 menit juga memberikan efek peningkatan kadar air pada tepung kacang merah, bahkan tertinggi dibandingkan perlakuan pendahuluan lainnya, terutama pada perebusan dengan kulit. Selama penepungan, tepung kacang merah dengan perlakuan perebusan dapat menyerap air dari lingkungan. Adanya perebusan dapat menyebabkan partikel menjadi lebih *porous* (berpori) sehingga meningkatkan kemampuan penyerapan air setelah pengeringan yang selanjutnya dapat meningkatkan kadar air yang terkandung dalam bahan. Pada saat penepungan, perlakuan pengupasan dapat menurunkan kadar air karena kandungan serat yang dominan pada kulit akan menyerap air lebih banyak dibandingkan pada tepung tanpa kulit.

Perlakuan perebusan 90 menit dapat menurunkan kadar abu secara signifikan pada tepung kacang merah baik dengan kulit maupun tanpa kulit. Namun, perlakuan perendaman 24 jam ternyata tidak mempengaruhi kadar abu pada tepung kacang merah secara signifikan. Berdasarkan penelitian Mubarak (2005) pada kacang hijau, perendaman menunjukkan tren penurunan kadar abu dari 3,76 menjadi 3,32 g/100 gr. Adanya reduksi kadar abu selama perendaman dapat disebabkan karena larutnya molekul-molekul mineral ke dalam media perendaman. Serupa dengan perendaman, perlakuan perebusan juga menurunkan kadar abu dari tepung kacang merah. Penelitian Nzewi dan Egbuonu (2011)

Tabel 1 Karakteristik Proksimat Tepung Kacang Merah dengan Kulit dan Tanpa Kulit pada Berbagai Variasi Perlakuan Pendahuluan

Jenis Perlakuan Pendahuluan	Perlakuan Pengupasan	Kadar Air (%bk)	Kadar Abu (%bk)	Kadar Lemak (%bk)	Kadar Protein (%bk)	Kadar Karbohidrat (%bk)
Tanpa perlakuan pendahuluan	Dengan kulit	7,26 ^a ± 0,01	5,57 ^{bc} ± 0,04	9,83 ^c ± 0,39	22,55 ^c ± 1,77	54,79 ^a ± 2,11
	Tanpa kulit	7,14 ^a ± 0,12	5,98 ^c ± 0,47	8,54 ^b ± 0,41	23,46 ^c ± 1,46	54,88 ^{ab} ± 1,52
Perendaman 24 jam	Dengan kulit	8,35 ^b ± 0,34	5,29 ^{ab} ± 0,16	8,72 ^b ± 0,23	19,48 ^b ± 1,44	58,16 ^{abc} ± 2,04
	Tanpa kulit	7,16 ^a ± 0,36	5,40 ^{abc} ± 0,17	8,13 ^b ± 0,02	20,83 ^{bc} ± 0,08	58,48 ^{bc} ± 0,58
Perebusan 90 menit	Dengan kulit	9,06 ^c ± 0,05	4,96 ^a ± 0,11	8,66 ^b ± 0,14	16,33 ^a ± 0,38	60,99 ^c ± 0,30
	Tanpa kulit	8,64 ^{bc} ± 0,08	4,94 ^a ± 0,41	6,56 ^a ± 0,21	13,98 ^a ± 0,86	65,88 ^d ± 0,94

Keterangan :

*Angka merupakan rata-rata ± standar deviasi

*Huruf notasi yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada taraf signifikansi (α) 5%

pada *asparagus bean* juga menunjukkan penurunan kadar abu pada saat perebusan dari 3,71 menjadi 2,92%. Adanya penurunan yang signifikan ini dapat terjadi karena larutnya mineral ke dalam media perendaman yang dipercepat dengan adanya pemanasan. Adanya pengupasan kulit tidak terlalu berpengaruh secara signifikan terhadap kadar abu pada tepung kacang merah dengan kulit maupun tanpa kulit. Semakin rendah kadar abu pada produk tepung akan semakin baik, karena kadar abu akan mempengaruhi tingkat kestabilan adonan tepung (Bogasari, 2006).

Kadar lemak yang terlampaui tinggi selain menjadi pertimbangan pada faktor gizi, juga dinilai kurang menguntungkan dalam proses penyimpanan tepung karena dapat menyebabkan ketengikan (Ambarsari dkk, 2009). Adanya perlakuan pendahuluan berupa perendaman dan perebusan dapat menurunkan kadar lemak secara signifikan. Berdasarkan penelitian lain, diketahui bahwa penurunan lemak pada perendaman terjadi pada *moth bean* (Mankotia dan Modgil, 2003), sedangkan pada perebusan terjadi pada kacang hijau (Mubarak, 2005) dan kacang gude (Iorgyer *et al.*, 2009). Adanya perendaman dapat mengaktifkan aktivitas enzim lipase yang dapat menghasilkan beberapa asam lemak bebas rantai pendek yang mudah larut ke dalam air pada media perendaman. Melalui hasil penelitian, diketahui bahwa pada perlakuan perebusan 90 menit dan tanpa perlakuan pendahuluan terdapat beda nyata antara tepung dengan kulit dan tanpa kulit. Dengan mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya, diketahui bahwa pengupasan kulit dapat menurunkan kadar lemak dari 5,49% menjadi 5,03% pada koro pedang (Wanjekeche *et al.*, 2010).

Tepung dengan perlakuan pendahuluan berupa perendaman dapat menurunkan kadar protein walaupun tidak signifikan terhadap tepung tanpa perlakuan pendahuluan. Hasil tersebut serupa dengan penelitian Ertas (2011) yang menyebutkan bahwa perendaman dapat menurunkan kadar protein. Dibandingkan dengan perendaman, perlakuan pendahuluan berupa perebusan 90 menit diketahui lebih banyak menurunkan kandungan protein pada tepung kacang merah baik dengan kulit maupun dengan kulit. Hasil ini serupa dengan penelitian Iorgyer *et al.* (2009) yang menunjukkan penurunan 10% kadar protein pada saat perebusan 60 menit pada kacang gude. Penurunan kandungan protein tersebut

disebabkan karena difusi substansi nitrogen yang larut ke dalam air rendaman dan air rebusan. Pengupasan kulit tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar protein pada tepung kacang merah pada berbagai perlakuan pendahuluan.

Peningkatan kadar karbohidrat terjadi pada perlakuan perendaman 24 jam dan perebusan 90 menit baik pada kacang merah dengan kulit maupun tanpa kulit. Perlakuan pengupasan kulit tidak berpengaruh signifikan pada tepung tanpa perlakuan pendahuluan dan tepung dengan perendaman 24 jam, namun berpengaruh signifikan pada tepung dengan perebusan 90 menit.

Tabel 2 Kadar Asam Fitat Tepung Kacang Merah dengan Kulit dan Tanpa Kulit pada Berbagai Variasi Perlakuan Pendahuluan

Jenis Perlakuan Pendahuluan	Perlakuan Pengupasan	Kadar Asam Fitat (mg/g bk)
Tanpa perlakuan pendahuluan	Dengan kulit	18,78 ^e ± 0,21
	Tanpa kulit	29,93 ^f ± 0,13
Perendaman 24 jam	Dengan kulit	11,76 ^c ± 0,19
	Tanpa kulit	17,51 ^d ± 0,58
Perebusan 90 menit	Dengan kulit	3,59 ^a ± 0,11
	Tanpa kulit	9,61 ^b ± 0,16

Keterangan :

*Angka merupakan rata-rata ± standar deviasi

*Huruf notasi yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada taraf signifikansi (α) 5%

Adanya perlakuan pendahuluan berupa perendaman 24 jam dan perebusan diketahui dapat menurunkan kandungan asam fitat yang secara alami terkandung dalam kacang-kacangan. Adanya penurunan ini terjadi karena asam fitat pada kacang-kacangan kering pada umumnya terdapat dalam bentuk garam larut air yang diduga merupakan kalium fitat (Crean dan Haisman, 1963 dalam Khatlab dan Arntfield, 2009). Berdasarkan hasil penelitian, tepung dengan perlakuan perebusan 90 menit memiliki kandungan asam fitat yang terendah. Adanya reduksi ini dapat disebabkan karena ion-ion fitat yang melepaskan diri ke dalam media pemasakan, degradasi yang terjadi akibat panas, atau terbentuknya kompleks tidak larut antara fitat dan komponen lain, misalnya protein dan mineral. Kadar asam fitat meningkat dengan adanya pengupasan kulit. Asam fitat terakumulasi pada kotiledon kacang-kacangan sebagai salah satu penyusun protein (Ejigui *et al.*, 2005).

Karakteristik Fisik Tepung Kacang Merah

Warna merupakan salah satu atribut penampilan pada suatu produk yang seringkali menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap produk tersebut secara keseluruhan. Penurunan tingkat kecerahan (L^*) pada perendaman terjadi karena larutnya pigmen kacang merah ke dalam media perendaman. Perlakuan pendahuluan berupa perebusan selama 90 menit dapat menurunkan tingkat kecerahan tepung akibat intensitas panas yang diterima selama proses pemanasan. Pengupasan kulit dapat meningkatkan kecerahan tepung kacang merah secara signifikan pada berbagai perlakuan pendahuluan.

Koordinat a^* merupakan salah satu parameter warna yang mengindikasikan warna merah dan hijau. Pada tepung tanpa pengupasan kulit, perlakuan perendaman 24 jam dapat menurunkan a^* karena pigmen kacang merah yang larut ke dalam media perendaman. Namun, perlakuan perebusan selama 90 menit justru meningkatkan a^* karena antosianin akan terekstrak dan menghasilkan warna yang lebih gelap pada saat perebusan. Berbeda dengan tepung tanpa pengupasan kulit, adanya perendaman 24 jam tidak menunjukkan penurunan a^* terhadap tepung yang melalui proses pengupasan kulit. Bahkan, perlakuan perebusan selama 90 menit dapat menurunkan a^* hingga ke arah negatif yang mengindikasikan warna kehijauan. Hal tersebut diduga terjadi karena perubahan senyawa polifenol yang terdapat dalam biji dan fraksi pati (Anton *et al.*, 2008). Hall (2011) mengemukakan bahwa senyawa pelargonidin 3-glukosida merupakan antosianin dominan di dalam kacang merah.

Perlakuan pendahuluan dapat memberikan tren yang berbeda terhadap koordinat b^* tepung kacang merah dengan kulit dan tanpa kulit. Pada tepung kacang merah dengan kulit, koordinat b^* akan meningkat pada saat perendaman, namun justru menurun pada saat perebusan, karena pada saat perendaman, pigmen yang terdapat pada kacang merah akan larut pada media perendaman sehingga warna yang dihasilkan menjadi lebih muda, sedangkan saat perebusan, pigmen pada tepung akan mengalami penguatan warna. Berbeda dengan tepung dengan kulit, tepung kacang merah tanpa kulit menghasilkan tren yang berbanding terbalik. Perendaman 24 jam tidak mempengaruhi koordinat b^* , sedangkan perebusan 90 menit dapat meningkatkan parameter tersebut. Pada saat perendaman, pigmen kuning yang terdapat pada kacang merah setelah pengupasan tidak terlalu banyak larut pada media perendaman, sehingga tidak mempengaruhi nilai koordinat b^* . Sedangkan pada saat perendaman, warna kuning pada kacang merah kupas akan menguat akibat pemanasan sehingga nilai parameter ini meningkat.

Derajat putih merupakan salah satu parameter fisik yang penting untuk mengidentifikasi warna tepung. Adanya perlakuan pendahuluan berupa perendaman 24 jam dapat menurunkan derajat putih karena kulit kacang merah yang banyak mengandung antosianin sebagai pigmen berwarna merah dikupas sehingga warna derajat putih yang dihasilkan berkurang. Proses pemanasan akan melarutkan beberapa komponen kimia dalam tepung dan sel pati seperti gula, amilosa, dan protein. Proses pengeringan kembali setelah pemanasan tersebut memungkinkan senyawa-senyawa terlarut seperti

Tabel 3 *Total Colour Difference* Tepung Kacang Merah dengan Kulit dan Tanpa Kulit pada Berbagai Variasi Perlakuan Pendahuluan

Jenis Perlakuan Pendahuluan	Perlakuan Pengupasan	Lightness	a	b	Derajat putih
Tanpa perlakuan pendahuluan	Dengan kulit	83,36 ^d ± 0,01	2,08 ^d ± 0,01	6,99 ^a ± 0,00	81,84 ^d ± 0,01
	Tanpa kulit	88,39 ^f ± 0,02	1,67 ^b ± 0,02	7,27 ^b ± 0,01	86,20 ^f ± 0,03
Perendaman 24 jam	Dengan kulit	80,04 ^b ± 0,02	1,80 ^c ± 0,01	9,40 ^e ± 0,01	77,87 ^b ± 0,01
	Tanpa kulit	87,42 ^c ± 0,01	1,67 ^b ± 0,02	7,27 ^b ± 0,01	85,38 ^c ± 0,02
Perebusan 90 menit	Dengan kulit	73,66 ^a ± 0,05	2,75 ^c ± 0,05	7,50 ^c ± 0,00	72,48 ^a ± 0,05
	Tanpa kulit	82,84 ^c ± 0,21	-0,14 ^a ± 0,18	8,61 ^d ± 0,03	80,80 ^c ± 0,17

Keterangan :

*Angka merupakan rata-rata ± standar deviasi

*Huruf notasi yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada taraf signifikansi (α) 5%

*Skor parameter : L (lightness) = 0 (hitam) hingga 100 (putih); a = 0 hingga +100 untuk merah dan 0 hingga -80 untuk hijau; b = 0 hingga +70 untuk kuning dan 0 hingga -70 untuk biru

Nilai derajat putih didapatkan menggunakan perhitungan sebagai berikut: Derajat Putih (DP) = $100 - [(100 - L^)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$

Tabel 4 Densitas Kamba, Densitas Padat, dan Selisih antara Densitas Padat dan Kamba Tepung Kacang Merah dengan Kulit dan Tanpa Kulit pada Berbagai Variasi Perlakuan Pendahuluan

Jenis Perlakuan Pendahuluan	Perlakuan Pengupasan	Densitas Kamba (g/ml)	Densitas Padat (g/ml)	Selisih (g/ml)	Waktu Basah (detik)	Kelarutan (%)
Tanpa perlakuan pendahuluan	Dengan kulit	0,48 ^b ± 0,01	0,56 ^a ± 0,00	0,07 ^a ± 0,00	26,90 ^c ± 0,21	22,40 ^a ± 1,52
	Tanpa kulit	0,46 ^b ± 0,01	0,53 ^a ± 0,02	0,07 ^a ± 0,03	36,52 ^c ± 0,13	22,32 ^a ± 1,57
Perendaman 24 jam	Dengan kulit	0,46 ^b ± 0,01	0,58 ^{ab} ± 0,00	0,12 ^a ± 0,00	32,18 ^d ± 0,19	23,12 ^a ± 1,46
	Tanpa kulit	0,41 ^a ± 0,03	0,57 ^a ± 0,03	0,16 ^a ± 0,05	46,92 ^f ± 0,58	29,97 ^b ± 0,48
Perebusan 90 menit	Dengan kulit	0,58 ^c ± 0,00	0,66 ^c ± 0,05	0,08 ^a ± 0,05	7,01 ^a ± 0,11	39,45 ^c ± 1,40
	Tanpa kulit	0,55 ^c ± 0,01	0,65 ^{bc} ± 0,04	0,10 ^a ± 0,03	22,76 ^b ± 0,16	39,52 ^c ± 0,32

Keterangan :

*Angka merupakan rata-rata ± standar deviasi

*Huruf notasi yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada taraf signifikansi (α) 5%

gula pereduksi dan protein bereaksi dan menghasilkan pigmen yang berwarna kecoklatan (Hapsari, 2008) sehingga dapat mengurangi derajat putih.

Densitas kamba merupakan salah satu karakteristik fisik yang seringkali digunakan untuk merencanakan volume alat pengolahan atau sarana transportasi, mengkonversikan harga satuan, dan lain sebagainya. Perlakuan perendaman 24 jam dapat menurunkan densitas kamba dibandingkan dengan tepung tanpa perlakuan pendahuluan, walaupun hanya signifikan pada tepung kacang merah tanpa kulit. Hasil penelitian ini sesuai dengan teori dari Ertas (2011) yang menyatakan bahwa dengan adanya perendaman, maka densitas kamba akan semakin menurun karena kadar air dalam biji meningkat. Berbeda dengan perendaman, perebusan 90 menit dapat meningkatkan densitas kamba pada tepung kacang merah, baik dengan kulit maupun tanpa kulit.

Densitas padat merupakan perbandingan antara berat bahan dengan volume ruang yang ditempati setelah tepung dipadatkan. Penelitian menunjukkan bahwa perendaman 24 jam tidak terlalu signifikan pengaruhnya terhadap nilai densitas padat jika dibandingkan dengan tepung tanpa perlakuan pendahuluan, baik pada tepung dengan kulit maupun tanpa kulit. Berbeda dengan perendaman, perebusan 90 menit justru berpengaruh signifikan terhadap densitas padat pada tepung kacang merah dengan kulit dan tanpa kulit.

Semakin besar selisih antara densitas padat dengan densitas kamba, maka tepung akan semakin sulit untuk menempati ruang karena memiliki bentuk partikel yang keras dan berbentuk kristal. Hal tersebut terjadi karena produk akan menjadi semakin kohesif. Semakin kohesif bahan akan menunjukkan kecenderungan bahan untuk menggumpal (Suriani,

2008). Walaupun tidak berbeda secara signifikan, diketahui bahwa adanya perlakuan pendahuluan berupa perendaman 24 jam memberikan selisih densitas yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan perebusan 90 menit pada tepung kacang merah dengan kulit dan tanpa kulit. Hal tersebut menunjukkan bahwa tepung dengan perendaman 24 jam memiliki kecenderungan untuk menggumpal.

Wettability adalah waktu yang dibutuhkan oleh sampel tepung dalam menyerap air. Perlakuan perendaman 24 jam menyebabkan peningkatan waktu basah dibandingkan dengan tepung tanpa perlakuan pendahuluan pada tepung kacang merah dengan kulit dan tanpa kulit. Meningkatnya waktu basah tepung pada perlakuan perendaman 24 jam dapat disebabkan karena hilangnya protein-protein yang bersifat hidrofilik yang diduga dapat larut dalam media perendaman. Rendahnya daya serap air dapat disebabkan karena kurangnya asam amino polar yang terdapat dalam tepung. Asam amino polar bersifat hidrofilik sehingga dapat membentuk ikatan hidrogen dengan air (Triyono, 2010). Berbeda dengan perendaman, perlakuan perebusan selama 90 menit justru dapat menurunkan waktu basah dibandingkan dengan tepung tanpa perlakuan pendahuluan pada tepung kacang merah dengan kulit dan tanpa kulit. Lemak dapat keluar dari dalam sel menuju media perendaman dan media perebusan, sehingga menyebabkan peningkatan daya basah.

Pada masing-masing perlakuan pendahuluan, diketahui bahwa terdapat beda nyata pada tepung kacang merah yang dikupas dan tidak dikupas pada seluruh jenis perlakuan pendahuluan. Menurut Akaerue dan Onwuka (2010), tepung yang diproses tanpa pengupasan kulit lebih cepat basah dibandingkan dengan tepung dengan pengupasan kulit pada tepung kacang hijau. Hasil analisis

menunjukkan adanya beda nyata pada perebusan 90 menit terhadap kelarutan tepung kacang merah dengan kulit dan beda nyata pada perendaman 24 jam dan perebusan 90 menit pada tepung kacang merah tanpa kulit.

Rendahnya kelarutan dapat disebabkan oleh rendahnya kandungan komponen-komponen yang bersifat larut air seperti gula dan tingginya kandungan komponen yang tidak larut air seperti serat pangan tidak larut dan pati resisten. Adanya lemak dalam bahan yang cukup tinggi juga akan menurunkan tingkat kelarutan bahan. Peningkatan kelarutan ini dapat disebabkan oleh lemak yang banyak keluar pada media perebusan. Perebusan juga dapat menyebabkan air masuk ke dalam molekul pati dan pati membengkak. Pembengkakan pati ini kemudian disusul oleh pengeringan dan mengakibatkan pati dapat mengikat air lebih banyak. Prinsip ini banyak digunakan sebagai metode pembuatan produk-produk instan.

Kelarutan atau dispersibilitas memiliki peranan dalam memberi dampak terhadap *mouthfeel* (kasar, halus, lembut, berpasir) adonan yang dikonsumsi. Adonan yang memiliki kelarutan yang tinggi dan daya basah yang kecil akan lebih cepat terbasahkan sehingga cepat memberikan kesan *mouthfeel* (Hartoyo dan Sunandar, 2006 dalam Lalel dkk, 2009). Tepung kacang merah dengan perlakuan perebusan 90 menit dengan kulit menghasilkan presentase kelarutan yang tinggi serta penurunan waktu daya basah yang signifikan dibandingkan dengan tepung dengan kombinasi perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa tepung dengan kombinasi perlakuan tersebut lebih cepat

Karakteristik Fungsional Tepung Kacang Merah

Adanya kombinasi perlakuan pendahuluan dan pengupasan kulit dapat mempengaruhi kadar serat pangan tidak larut dalam tepung kacang merah. Pada tepung dengan kulit, diketahui bahwa adanya perlakuan pendahuluan yang berbeda tidak mempengaruhi kadar serat pangan tidak larut secara signifikan. Namun, tepung yang dibuat melalui proses pengupasan kulit menunjukkan perbedaan secara signifikan pada saat perebusan dibandingkan dengan tanpa perlakuan pendahuluan. Menurut Nisviaty (2006), serat yang tidak larut air dapat berupa selulosa, lignin, sebagian besar hemiselulosa, kitin, dan lilin tanaman.

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa adanya perlakuan pendahuluan yang berbeda tidak berpengaruh signifikan terhadap serat pangan larut pada tepung kacang merah dengan kulit. Berbeda halnya dengan tepung dengan kulit, tepung kacang merah tanpa kulit menunjukkan penurunan yang signifikan pada saat perebusan. Penurunan serat pangan larut ini dapat terjadi karena larutnya serat pangan larut air ke dalam media perebusan yang dipercepat oleh adanya lisis yang menyebabkan sel mengalami kerusakan, sehingga menyebabkan serat lebih cepat larut ke dalam media perebusan. Menurut Nisviaty (2006), serat yang larut air dapat berupa gum, pektin, dan beberapa hemiselulosa larut air. Senyawa pektin dapat mengalami degradasi eliminasi β dan deesterifikasi pada perebusan dengan kondisi netral (Yuanita, 2009).

Hasil total serat pangan pada tepung kacang merah dengan kulit menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada jenis

Tabel 5 Kadar Serat Pangan (%bk) Tepung Kacang Merah dengan Kulit dan Tanpa Kulit pada Berbagai Variasi Perlakuan Pendahuluan

Jenis Perlakuan Pendahuluan	Perlakuan Pengupasan	Serat Pangan Tidak Larut (%bk)	Serat Pangan Larut (%bk)	Total Serat Pangan (%bk)
Tanpa perlakuan pendahuluan	Dengan kulit	0,83 ^{bc} ± 0,05	2,70 ^{ab} ± 0,06	3,53 ^{ab} ± 0,11
	Tanpa kulit	0,89 ^c ± 0,00	2,92 ^b ± 0,01	3,81 ^b ± 0,01
Perendaman 24 jam	Dengan kulit	0,76 ^{ab} ± 0,02	2,62 ^a ± 0,07	3,38 ^a ± 0,09
	Tanpa kulit	0,82 ^{abc} ± 0,02	2,94 ^b ± 0,01	3,76 ^b ± 0,01
Perebusan 90 menit	Dengan kulit	0,74 ^{ab} ± 0,06	2,49 ^a ± 0,20	3,22 ^a ± 0,26
	Tanpa kulit	0,71 ^a ± 0,07	2,64 ^a ± 0,09	3,35 ^a ± 0,16

Keterangan :

*Angka merupakan rata-rata ± standar deviasi

*Huruf notasi yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada taraf signifikansi (α) 5%

memberikan kesan *mouthfeel* pada konsumen.

perlakuan perendaman 24 jam jika dibandingkan dengan tanpa perlakuan pendahuluan. Walaupun

tidak signifikan, perendaman dapat melarutkan senyawa oligosakarida yang tergolong sebagai serat pangan larut ke dalam media perendaman serta dapat menyebabkan terjadinya fermentasi spontan yang menyebabkan terjadinya degradasi serat pangan.

Hasil analisis menunjukkan adanya tren peningkatan kadar serat pangan tidak larut, larut, maupun total pada tepung kacang merah tanpa kulit dibandingkan dengan tepung kacang merah dengan kulit, walaupun hanya signifikan pada saat perendaman. Pada umumnya, kacang-kacangan mengandung serat pangan tidak larut yang lebih besar dibandingkan dengan serat pangan larut (Khan *et al.*, 2007). Namun, penelitian ini tidak menunjukkan hasil yang serupa. Beberapa alasan dapat menjadi penyebab kontradiksi ini. Profil kacang-kacangan dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, sehingga akan sulit untuk menentukan standar gizi pada kacang-kacangan yang ditanam pada wilayah yang berbeda. Selain itu, penggunaan metode Asp dan Johansson (1981) dalam penelitian ini memiliki perbedaan dengan metode yang dipakai pada umumnya yaitu AOAC (AOAC *Official Methods* 985.29; 993.19; dan 991.42). Dalam metode Asp dan Johansson dilakukan dua tahapan hidrolisis protein, sedangkan pada metode AOAC hanya dilakukan satu tahapan. Akibatnya, kadar serat pangan yang terukur dengan metode Asp dan Johansson lebih rendah dibandingkan dengan metode AOAC. Hasil analisis menunjukkan peningkatan yang signifikan pada kacang merah dengan kulit terhadap kacang merah tanpa kulit pada saat perendaman. Hal tersebut dapat terjadi karena kacang merah tanpa kulit cenderung lebih cepat mendistribusikan molekul-molekul nonserat ke dalam media perendaman atau perebusan. Menurut Lintas dan Cappeloni (1988) dalam Muchtadi (2001), kacang-kacangan rentan kehilangan komponen-komponen yang dapat larut seperti gula, protein larut, mineral, dan substansi pektat ke dalam air dan berakibat pada penurunan kadar bahan kering, sehingga akan meningkatkan kadar serat pangan. Sedangkan, kacang merah dengan kulit tidak terlalu banyak kehilangan komponen-komponen tersebut karena dilindungi oleh kulit kacang.

KESIMPULAN

Berdasarkan sifat kimianya, kombinasi perlakuan perendaman 24 jam dan perebusan 90 menit baik dengan kulit maupun tanpa kulit dapat

meningkatkan kadar air, namun dapat menurunkan kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan kadar asam fitat dibandingkan dengan tepung tanpa perlakuan pendahuluan. Pengupasan kulit pada kacang merah dengan berbagai perlakuan pendahuluan dapat meningkatkan kadar asam fitat, namun dapat menurunkan kadar air dan kadar lemak pada tepung kacang merah.

Berdasarkan sifat fisik, kombinasi perlakuan pendahuluan perendaman 24 jam dan perebusan 90 menit baik dengan kulit maupun tanpa kulit dapat meningkatkan densitas kamba dan padat serta kelarutan, menurunkan kecerahan, derajat putih, dan waktu basah. Pengupasan kacang merah dapat meningkatkan kecerahan, derajat putih, dan waktu basah, sekaligus menurunkan densitas kamba dan padat pada tepung kacang merah dengan berbagai perlakuan pendahuluan. Seluruh kombinasi perlakuan menghasilkan nilai kelarutan tepung kacang merah yang relatif rendah dibandingkan dengan tepung-tepungan lain. Berdasarkan sifat fungsional, kombinasi perlakuan pendahuluan perendaman 24 jam dan perebusan 90 menit baik dengan kulit maupun tanpa kulit dapat menurunkan kadar serat pangan, namun pengupasan dapat meningkatkan kadar serat pangan.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang perbaikan dari sifat fisik untuk menghasilkan tepung kacang merah yang lebih baik dan aplikasi penggunaan tepung kacang merah yang sesuai dengan karakteristik produk yang direkomendasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarsari, I., Sarjana, dan A. Choliq. 2009. *Rekomendasi Penetapan Standar Mutu Tepung Ubi Jalar*. Jurnal Standardisasi Vol. 11 No. 3 Tahun 2009: 212-219.
- Angulo-Bejarano, P.I., N.M. Vergudo-Montoya, E.O. Cuevas-Rodriguez, J.Milan-Carrilo, R. Mora-Escobedo, J.A. Lopez-Valenzuela, J.A. Garzon-Tiznado, dan C. Reyes-Moreno. 2008. *Tempeh Flour from Chickpea (Cicer arietinum L.) Nutritional and Physicochemical Properties*. Food Chemistry Vol 107, 106-112.
- Dalam Harnani, S. 2009. *Studi Karakteristik Fisikokimia dan Kapasitas Antioksidan Tepung Tempe Kacang Komak (Lablab purpureus (L.)*

- Sweet). Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anton, A.A., K.A. Ross, T. Beta, R.G. Fulcher, dan S.D. Arntfield. 2008. *Effect of Pre-Dehulling Treatments on Some Nutritional and Physical Properties of Navy and Pinto Beans (Phaseolus vulgaris L.)*. LWT 41 (2008): 771-778. Elsevier.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N.L. Puspitasari, dan S. Budianto. 1989. *Petunjuk Analisa Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Dalam Adriani. 1997. *Pengkayaan Biskuit dengan Tepung Daging Ikan*. Skripsi Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Asp, N.G., C.G. Johansson, H. Hallmer, dan M. Siljestrom. 1981. *Rapid Enzymatic Assay of Insoluble and Soluble Dietary Fiber*. J. Agric. Food Chem. 31:476.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1999. *Official Methods of Analysis*. AOAC. Washington DC.
- Astawan, M. 2009. *Sehat dengan Hidangan Kacang & Biji-Bijian*. Penerbit Swadaya. Depok.
- Badan Pusat Statistik. 2011. *Produksi Sayuran di Indonesia*. http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=55¬ab=20. Diakses pada tanggal 8 Mei 2012.
- Bogasari. 2006. *Referensi Terigu*. <http://www.bogasari.com/refillourhtm>. Diakses pada tanggal 8 Mei 2012.
- Cahyani, K.D. 2012. *Kajian Kacang Merah (Phaseolus vulgaris) sebagai Bahan Pengikat dan Pengisi pada Sosis Ikan Lele*. http://digilib.uns.ac.id/pengguna.php?mn=detail&d_id=19032. Diakses pada tanggal 8 Mei 2012.
- Crean, D.E.C. dan D.R. Haisman. 1963. *The Interaction Between Phytic Acid and Divalent Cations During the Cooking of Dried Peas*. Journal of the Food Science of Food & Agriculture, 14, 824-833. Dalam Khattab, R.Y. dan S.D. Arntfield. 2009. *Nutritional Quality of Legume Seeds as Affected by Some Physical Treatments: 2. Antinutritional Factors*. LWT Food Science and Technology 42 (2009): 1113-1118. Elsevier.
- Ejigui, J., L. Savoie, J. M., dan T. Desrosiers. 2005. *Influence of Traditional Processing Methods on the Nutritional Composition and Antinutritional Factors of Red Peanuts (Arachis hypogea) and Small Red Kidney Bean (Phaseolus vulgaris)*. Journal of Biological Sciences 5(5): 597-605, 2005. ISSN 1727-3048.
- Ekawati. D. 1999. *Pembuatan Cookies dari Tepung Kacang Merah (Phaseolus vulgaris L.) sebagai Makanan Pendamping ASI (MP-ASI)*. Skripsi Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ertas, N. 2011. *The Effects of Aqueous Processing on Some Physical and Nutritional Properties of Common Bean (Phaseolus vulgaris L.)*. International Journal of Health and Nutrition 2011 2(1); 21-27.
- Hall, C. 2010. *Phenolic Compound*. Diakses dari <http://beaninstitute.com/beans-101/health-promoting-bioactives/>. 27 Agustus 2012.
- Hapsari, T.P. 2008. *Pengaruh Pregelatinisasi terhadap Karakteristik Tepung Singkong*. Primordia Volume 4, Nomor 2, Juli 2008.
- Hartoyo, A. Dan F.H. Sunandar. 2006. *Pemanfaatan Tepung Komposit Ubi Jalar Putih (Ipomoea batatas L.), Kecambah Kedelai (Glycine max Merr.) dan Kecambah Kacang Hijau (Vigna radiata L.) sebagai Substituen Parsial Terigu dalam Produk Pangan Alternatif Biskuit Kaya Energi Protein*. J. Teknol. dan Industri Pangan, 17(1):51-58. Dalam Lalel, H.J.D., Z. Abidin, dan L. Jutomo. 2009. *Sifat Fisiko Kimia Beras Merah Gogo Lokal Ende*. J. Teknol. dan Industri Pangan, Vol. XX No. 2 Th. 2009.
- Iorgyer, M.I., I.A. Adeka, N.D. Ikondo, dan J.J. Okoh. 2009. *The Impact of Boiling Periods on the Proximate Composition and Level of Some Anti-Nutritional Factors in Pigeon Pea (Cajanus cajan) Seeds*. PAT 2009; 5(1): 92-102 ISSN: 0794-5213.
- Khan, A.R., S. Alam, S. Ali, S. Bibi, dan I. A. Khalil. 2007. *Dietary Fiber Profile of Food Legumes*. Sarhad J. Agric. Vol. 23, No. 3, 2007.
- Lintas, C. dan M. Cappeloni. 1988. *Content and Composition of Dietary Fiber in Raw and Cooked Vegetables*. Hum. Nutr.: Food Sci. Nutr., 42:117-124. Dalam Muchtadi, D. 2001. *Sayuran sebagai Sumber Serat Pangan untuk*

- Mencegah Timbulnya Penyakit Degeneratif.* Jurnal Teknol. dan Industri Pangan, Vol. XII, No.1 Th. 2001.
- Mankotia, K. dan R. Modgil. 2003. *Effect of Soaking, Sprouting, and Cooking on Physicochemical Properties of Moth Bean (Vigna aconitifolia).* J. Hum. Ecol., 14(4): 297-299.
- Mohamed, R., E.A. Abou-Arab, A.Y. Gibriel, N.M.H. Rasmy, F.M. Abu Salem. 2011. *Effect of Legume Processing Treatments Individually or In Combination on Their Phytic Acid Content.* African Journal of Food Science and Technology (ISSN:2141-5455) Vol. 2(2) pp. 036-046, February, 2011.
- Mubarak, A.E. 2005. *Nutritional Composition and Nutritional Factors of Mung Bean Seeds (Phaseolus aureus) As Affected by Some Home Traditional Processes.* Food Chemistry 89 (2005): 489-495.
- Nisviaty, A. 2006. *Pemanfaatan Tepung Ubi Jalar (Ipomoea batatas L.) Klon BB00105.10 sebagai Bahan Dasar Produk Olahan Kukus serta Evaluasi Mutu Gizi dan Indeks Glisemiknya.* Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nzewi, D. dan A.C.C. Anthony. 2011. *Effect of Boiling and Roasting on the Proximate Properties of Asparagus Bean (Vigna sesquipedalis).* African Journal of Biotechnology Vol. 10(54), pp. 11239-11244.
- Park, D.J., Imm J.Y. Ku K.H. 2001. *Improved Dispersibility of Green Tea Powder by Microparticulation and Formulation.* J. Food Sci 66(6): 793-798. Dalam Marta, H. 2011. *Sifat Fungsional dan Reologi Tepung Jagung Nikstamal serta Aplikasinya pada Pembuatan Makanan Pendamping ASI.* Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pinasthi, W. 2011. *Pengaruh Modifikasi Heat Moisture Treatment (HMT) dengan Radiasi Microwave terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Fungsional Tapioka dan Maizena.* Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. 2011.
- Suhanda, I. 2007. *Sehat dengan Makanan Berkhasiat.* Penerbit Buku Kompas. Jakarta.
- Suriani, A.I. 2008. *Mempelajari Pengaruh Pemanasan dan Pendinginan Berulang terhadap Karakteristik Fisik dan Fungsional Pati Garut (Marantha arundinacea) Termodifikasi.* Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sulaeman. 1994. *Makanan Balita dan Prinsip Pengembangannya.* Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga. Fakultas Pertanian IPB. Bogor. Dalam Ekawati, D. 1999. *Pembuatan Cookies dari Tepung Kacang Merah (Phaseolus vulgaris) sebagai Makanan Pendamping ASI (MP-ASI).* Skripsi Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Triyono, A. 2010. *Mempelajari Pengaruh Penambahan Beberapa Asam pada Proses Isolasi Protein terhadap Tepung Protein Isolat Kacang Hijau (Phaseolus radiatus L.).* Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, 4-5 Agustus 2010. ISSN: 1411-4216.
- Wanjekeche, E., J.K. Imungi, dan E.G. Karuri. 2003. *Effect of Soaking on the Cookability and Nutritional Quality of Mucuna Bean.* 12th KARI Scientific Conference Proceedings 2010.
- Wheeler, E.L. dan R.E. Ferrel. 1971. *A Method of Phytic Acid Determination in Wheat and Wheat Fractions.* Cereal Chem., 48: 312-320.
- Yaumi, N. 2011. *Penambahan Tepung Kacang Merah dalam Pembuatan Donat dan Daya Terimanya.* <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/21874>. Diakses pada tanggal 8 Mei 2012.
- Yodatama, K.K. 2011. *Perencanaan Unit Pengolahan "Brownies" Kacang Merah (Phaseolus vulgaris L.) Skala Industri Kecil.* Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Yuanita, L. 2009. *Analisis Monomer Sakarida dan Gugus Fungsi Kompleks Fe-Serat Pangan pada Perebusan Kondisi Asam.* Jurnal ILMU DASAR Vol. 10 No. 1. 2009: 49-55.