

Karakteristik Fisikokimia Tepung Kecambah Kedelai

Physicochemical Characteristics of Germinated Soybean Flour

Made Astawan dan Khaidar Hazmi

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian,
Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680
E-mail: mastawan@yahoo.com

Diterima : 27 Mei 2016

Revisi : 13 Juni 2016

Disetujui : 18 Juli 2016

ABSTRAK

Di Indonesia, kedelai merupakan komoditi strategis karena merupakan salah satu tanaman penting setelah beras dan jagung. Penduduk Indonesia gemar mengonsumsi produk olahan kedelai karena beberapa alasan, yaitu harganya relatif murah dan gizinya tinggi. Salah satu proses yang dapat meningkatkan mutu gizi kedelai adalah melalui perkecambahan. Pada penelitian ini, dipelajari perbandingan karakteristik fisikokimia tepung kecabah kedelai (TKK) dan tepung kedelai (TK). Kedelai dan kecabah kedelai dikeringkan dengan *freeze drier*, dikecilkan ukurannya menggunakan blender dan diayak dengan ayakan 100 mesh. Pada TKK dan TK yang dihasilkan dilakukan analisis karakteristik kimia, fisik dan fungsional. Proses perkecambahan terbukti mempengaruhi karakteristik kimia tepung kedelai, yaitu meningkatkan kadar abu, kadar protein, dan kapasitas antioksidan, serta menurunkan kadar lemak. TKK secara nyata memiliki densitas kamba yang lebih tinggi dari TK. Karakteristik fungsional protein TKK juga lebih baik dalam hal kapasitas buih dan kapasitas emulsi yang nyata lebih tinggi ($p < 0,05$) dibandingkan TK.

kata kunci: karakteristik kimia, karakteristik fisik, kecabah kedelai, tepung kedelai

ABSTRACT

Soybean is a strategic commodity in Indonesia because it is one of the most important crops after rice and maize. Indonesian people like to consume processed soybean products due to several reasons, such as their relatively inexpensive price and highly nutritional content. One of the processes is that can improve the quality of soy nutrition is germination process. In this study, comparative physicochemical characteristics of germinated soybean flour (TKK) and soybean flour (TK) is investigated. First, soybean and germinated soybean are dried using a freeze dryer, then their sizes are reduced using a blender and finally they are sieved using a 100 mesh sieve. TKK and TK products are analyzed based on not only their chemical and physical characteristics but also their functional properties. It is proven that germination process can improve the chemical characteristics of soybean flour, such as increasing the contents of ash, protein, and antioxidant capacity, but decreasing the fat content. TKK is significantly higher than TK on bulk density. Protein functional characteristics of TKK are also better on foam capacity and emulsion capacity as compared to TK.

keywords : chemical characteristics, physical characteristics, germinated soybean, soybean flour

I. PENDAHULUAN

Kedelai merupakan komoditi pangan utama di Indonesia setelah padi dan jagung. Indonesia merupakan pasar kedelai terbesar di Asia (Astawan, 2013). Sebesar 1,8 juta ton kedelai dialokasikan melalui Koperasi Produsen Tahu Tempe Indonesia (KOPTI) untuk memenuhi kebutuhan industri tahu dan tempe. Konsumsi kedelai di Indonesia mencapai 1,2 juta ton/tahun (Rosalina, 2011), sedangkan produksi kedelai Indonesia hanya mencapai 779.740 ton atau

29 persen dari total kebutuhan nasional (BPS, 2012). Akibatnya, setiap tahun Indonesia harus mengimpor kedelai sebanyak 2.087.986 ton untuk memenuhi 71 persen kebutuhan kedelai dalam negeri.

Konsumsi kedelai yang terus meningkat pesat setiap tahunnya juga sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk Indonesia (BPS, 2006). Dewasa ini kedelai digunakan sebagai sumber protein. Astawan (2008) menyatakan kedelai memiliki kadar protein yang

tinggi, yaitu rata-rata 35 persen, bahkan pada varietas unggul dapat mencapai 40–44 persen. Protein kedelai memiliki susunan asam amino esensial yang lengkap. Produk olahan kedelai seperti, tempe, tahu, kecap, dan sari kedelai merupakan menu penting dalam pola konsumsi masyarakat Indonesia, terutama sebagai sumber protein yang relatif murah. Dewasa ini, citra tempe secara bertahap semakin membaik, terutama sejak ditemukannya manfaat, dari segi gizi maupun khasiat medis. Tempe akhirnya dapat diterima oleh semua lapisan masyarakat, menembus sekat sosial dan ekonomi (Astawan, 2008).

Krisdiana (2005) menyatakan sekitar 93 persen pengrajin tempe memilih kedelai yang berkulit kuning dan berbiji besar untuk menghasilkan tempe dengan warna cerah dan volume besar. Penelitian Astawan (2013) menyatakan bahwa terdapat varietas kedelai lokal unggul grobogan yang memiliki biji besar dan berwarna kuning. Kedelai lokal ini memiliki potensi baik untuk dikembangkan. Salah satu inovasi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan mutu gizi dari kedelai tersebut adalah dengan memodifikasi kedelai melalui proses perkecambahan. Proses perkecambahan dipilih karena mudah dilakukan, dan biayanya yang relatif terjangkau untuk meningkatkan mutu gizi dari biji-bijian dan kacang-kacangan.

Selama perkecambahan terjadi banyak perubahan komponen zat gizi, menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana yang mudah dicerna (Astawan, 2009), dan peningkatan kapasitas antioksidan (Huang, dkk., 2014). Selain itu, kedelai juga dapat dimodifikasi dalam bentuk tepung. Tepung kedelai dipilih karena memiliki keunggulan, yaitu kandungan protein yang lebih tinggi (50 persen) dibanding produk segarnya (Winarsi, 2010), menghilangkan karakteristik cita rasa langu (Erlita, 2002), dan meningkatkan keawetan (Kusnandar, 2010). Oleh karena itu, pembuatan tepung merupakan alternatif pengolahan untuk memperpanjang daya tahan simpan dan daya guna tepung kedelai.

Penelitian ini bertujuan menguji dan membandingkan karakteristik tepung kedelai lokal grobogan yang dikecambahkan dan tanpa dikecambahkan. Hasil dari penelitian ini

diharapkan mampu membantu para pemangku kebijakan dalam bidang pertanian di Indonesia serta dapat mengedukasi masyarakat, khususnya para pengrajin pangan olahan dengan bahan baku kedelai.

II. METODOLOGI

2.1 Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah kedelai varietas lokal grobogan yang diperoleh dari Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah. Bahan lain yang dibutuhkan adalah kapur tohor, air dan bahan kimia untuk analisis. Alat yang digunakan adalah ember, ayakan besar, bak perendam, *freeze dryer*, blender, ayakan 100 mesh, peralatan untuk analisis proksimat, *centifuge* LMC-4200R, a_w meter, dan spektrofotometer UV-Vis.

2.2. Metode Analisis

Penelitian ini terdiri dari dua bagian yaitu persiapan dan analisis sampel. Persiapan sampel terdiri dari proses penyortiran kedelai dari pengotor dan kedelai yang tidak layak. Selanjutnya kedelai dipisahkan menjadi dua perlakuan, yaitu pengecambahan dan tanpa pengecambahan. Pembuatan kecambah kedelai mengacu pada standar operasional pembuatan tauge di Desa Girimulya Kabupaten Bogor. Kedelai tanpa pengecambahan menggunakan kedelai pecah kulit yang direndam dalam air selama enam jam. Selanjutnya kedua jenis kedelai diproses menjadi tepung. Kedua jenis tepung kedelai dianalisis karakteristik kimia (kadar air, abu, lemak, protein, karbohidrat, dan kapasitas antioksidan), analisis karakteristik fisik (warna, a_w , densitas kamba), dan sifat fungsional protein (daya serap air, daya serap minyak, kapasitas dan stabilitas buih, kapasitas dan stabilitas emulsi).

2.2.1. Pengecambahan Kedelai

Proses pengecambahan kedelai diawali dengan proses penyortiran basah untuk memisahkan kedelai tak layak pakai dan pengotor non kedelai. Kedelai hasil sortasi selanjutnya direndam dalam air selama enam jam, kemudian ditiriskan. Kedelai selanjutnya dimasukkan ke dalam ember yang bagian bawahnya dilubangi dan disiram larutan kapur tohor. Ember kemudian ditutup untuk mencegah

masuknya cahaya matahari. Pengecambahan dilakukan pada suhu ruang selama 28 jam. Selama proses pengecambahan tersebut, kedelai disiram air setiap selang waktu tiga jam.

2.2.2. Pembuatan Tepung Kedelai

Kedua jenis kedelai dikeringkan dengan metode pengeringan beku (*freeze drying*) untuk membuatnya homogen dan menjaga kualitas komposisi kimianya. Sampel yang sudah kering selanjutnya digiling dengan *blender* kecepatan rendah selama 1 menit. Tepung kedelai hasil penggilingan *blender* selanjutnya diayak hingga 100 mesh dan digunakan untuk analisis fisik, kimia, dan sifat fungsional protein.

2.2.2.1. Analisis Fisik dan Kimia

Kedua jenis tepung kedelai dianalisis secara fisik dan kimia. Analisis fisik meliputi densitas kamba (Adeleke dan Odejeji, 2010), warna (Mugendi, dkk., 2010), dan aktivitas air. Sedangkan analisis kimia yang dilakukan meliputi proksimat (AOAC, 2012) dan kapasitas antioksidan (Fayed, 2009).

2.2.2.2. Analisis Sifat Fungsional Protein

Kedua jenis tepung kedelai dianalisis sifat fungsional proteinnya, yaitu daya serap air (modifikasi Adeleke dan Odejeji, 2010), daya serap minyak (Adeleke dan Odejeji, 2010), kapasitas dan stabilitas buih (Adeleke dan Odejeji 2010; Huda, dkk., 2012), kapasitas dan stabilitas emulsi (modifikasi Huda, dkk., 2012; Kumar, dkk., 2014; Franzen dan Kinsella, 1976).

2.2.3. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan berupa cara pembuatan tepung kedelai, yaitu tepung kecambah kedelai dan tepung kedelai tanpa dikecambahkan. Data diolah menggunakan software SPSS 20 dengan uji *paired samples t-test* dengan taraf nyata 0.05.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Kimia

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa kadar air tepung kecambah kedelai (TKK) dan tepung kedelai (TK) tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Kadar abu dari TKK (5,06 persen) nyata lebih tinggi ($p < 0,05$) dibandingkan TK (1,99 persen).

Kadar abu berhubungan dengan mineral suatu bahan, semakin tinggi kadar abu maka semakin tinggi pula mineral suatu bahan. Hasil penelitian Ozcan dan Juhaimi (2014) menyatakan bahwa umumnya kadar mineral Ca, Mg, dan P pada kecambah kedelai ditemukan lebih tinggi dibandingkan kedelai tanpa dikecambahkan. Kadar lemak TKK (23,36 persen) nyata lebih rendah ($p < 0,05$) dibandingkan TK (38,65 persen). Degradasi kadar lemak ini dipengaruhi oleh meningkatnya kadar protein (Moraes, dkk., 2006). Hal ini terjadi karena lemak diubah menjadi energi selama proses perkecambahan (Astawan, 2009). TKK memiliki kadar protein yang sedikit lebih tinggi (54,67 persen) dibanding TK (46,10 persen), namun tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) berdasarkan *paired sample t-test*. Kadar Karbohidrat pada TKK dan TK juga tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).

Aktivitas antioksidan ekstrak TKK (184 mg AEAC/100 g bk) nyata lebih tinggi ($p < 0,05$) dibandingkan TK (155 mg AEAC/100 g bk). Hal ini terjadi karena peningkatan kandungan senyawa fenol dan vitamin E selama proses perkecambahan (Cevallos-Casels dan Cisneros-Zevallos 2010, Plaza, dkk., 2003). Kandungan vitamin E (α -tokoferol) dan senyawa fenol (isoflavon) merupakan senyawa fitokimia pada kedelai yang memiliki aktivitas biologis (Astawan, 2013). Salah satu aktivitas biologis α -tokoferol dan senyawa fenol adalah sebagai antioksidan (Yongsan, 2005; Pujimulyani, dkk., 2010). Hasil penelitian Huang, dkk., (2014) menyebutkan bahwa kadar aglikon kedelai meningkat 84 persen dalam satu hari perkecambahan dibandingkan sebelum dikecambahkan.

3.2. Karakteristik Fisik

Jenis tepung kedelai tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai kecerahan (L). Dari Tabel 2 diketahui bahwa kecerahan (L) TKK (82,55) dan TK (82,43) pada skala 100. Hal ini menunjukkan kecerahan kedua jenis tepung cukup tinggi. Pada nilai kromatik warna (b) menunjukkan bahwa TKK (+22,45) memiliki nilai nyata lebih rendah dibandingkan TK (+31,39). TK memiliki intensitas warna kuning lebih tinggi dibandingkan TKK. Hal ini diduga disebabkan oleh proses perendaman pada TKK yang lebih lama sehingga pigmen menjadi terlarut. Nilai kromatik (a) kedua jenis tepung berbeda nyata

Tabel 1. Karakteristik Kimia Tepung Kecambah Kedelai dibandingkan Tepung Kedelai

Parameter	Jenis Tepung	
	Tepung Kecambah Kedelai (TKK)	Tepung Kedelai (TK)
Kadar air (% bb)	6,36 ± 0,39 ^a	6,71 ± 0,73 ^a
Kadar abu (% bk)	5,06 ± 0,38 ^b	1,99 ± 0,04 ^a
Lemak (% bk)	23,36 ± 0,13 ^a	38,65 ± 3,69 ^b
Protein (% bk)	54,67 ± 5,50 ^a	46,10 ± 3,50 ^a
Karbohidrat (% bk)	16,91 ± 4,87 ^a	13,26 ± 5,26 ^a
Kapasitas antioksidan (mg AEAC/100 g bk)	184 ± 0,11 ^b	155 ± 0,05 ^a

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)

Tabel 2. Karakteristik Fisik Tepung Kecambah Kedelai dibandingkan Tepung Kedelai

Parameter	Jenis Tepung	
	Tepung Kecambah Kedelai (TKK)	Tepung Kedelai (TK)
L	82,55 ± 0,11 ^a	82,43 ± 1,01 ^a
a	-0,39 ± 0,03 ^a	0,47 ± 0,22 ^b
B	22,45 ± 0,24 ^a	31,39 ± 2,74 ^b
a_w	0,68 ± 0,01	0,60 ± 0,07 ^a
Densitas	0,43 ± 0,07 ^b	0,39 ± 0,05 ^a
Kamba (g/ml)	82,55 ± 0,11 ^a	82,43 ± 1,01 ^a

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)

($p < 0,05$). TKK memiliki intensitas kromatik (a) yang negatif, artinya kromatik (a) TKK berwarna hijau; sedangkan TK memiliki intensitas kromatik (a) positif, artinya berwarna merah. Perbedaan warna kromatik (a) pada kedua jenis tepung tersebut diduga dipengaruhi oleh proses perkecambahan pada TKK yang menyebabkan terjadinya sintesis pigmen klorofil.

Aktivitas air pada bahan tepung umumnya adalah 0,72 (Kusnandar, 2010). Pada Tabel 2 diketahui bahwa aktivitas air pada TKK (0,68) nyata lebih tinggi dibandingkan TK (0,60). Adanya proses imbibisi air yang besar ke dalam biji saat proses perendaman menyebabkan TKK memiliki a_w lebih besar dibanding TK. Aktivitas

Tabel 3. Karakteristik Sifat Fungsional Protein Kecambah Kedelai dibandingkan Tepung Kedelai

Parameter	Jenis Tepung	
	Tepung Kecambah Kedelai (TKK)	Tepung Kedelai (TK)
Daya serap air (g air/g sampel)	1,27 ± 0,99 ^a	2,24 ± 0,20 ^b
Daya serap minyak (ml/g)	1,00 ± 0,47 ^a	0,95 ± 0,19 ^a
Kapasitas buih (%)	19,49 ± 4,24 ^b	7,50 ± 2,51 ^a
Kapasitas emulsi (%)	12,50 ± 2,89 ^b	1,25 ± 0,50 ^a

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)

air di antara 0,60–0,65 menunjukkan bahwa TKK dan TK rentan terhadap pertumbuhan khamir osmofilik (Kusnandar, 2010).

Densitas kamba menunjukkan keringkasan suatu bahan dalam menempati volume. Semakin tinggi densitas kamba menunjukkan bahwa produk semakin padat (Anita, 2009). Densitas kamba kedua jenis tepung berbeda nyata ($p < 0,05$). Proses perkecambahan menyebabkan peningkatan densitas kamba pada TKK. Peningkatan ini disebabkan proses perkecambahan memicu sistem enzim untuk

bekerja memecah molekul kompleks seperti protein, karbohidrat, dan lemak, menjadi bentuk yang lebih sederhana. Densitas kamba tepung yang lebih tinggi menyebabkan tepung lebih efisien dalam penempatannya di dalam kemasan. Densitas kamba pada isolat protein kedelai komersial sebesar 0,24–0,43 g/ml (Aremu, dkk., 2007), sedangkan pada bahan tepung umumnya sebesar 0,40–0,75 g/ml (Schubert, 1987).

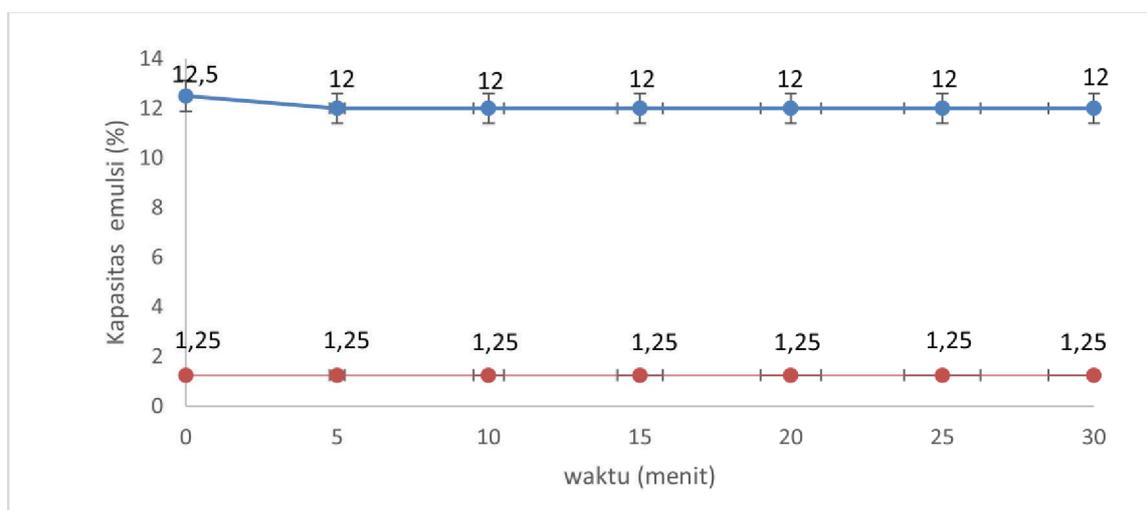
3.3. Karakteristik Fungsional Protein

Kemampuan bahan pangan untuk mengikat air tidak terlepas dari keterlibatan protein. Kemampuan protein untuk mengikat air disebabkan oleh adanya gugus yang bersifat hidrofilik (mudah menyerap air). Menurut Makmoer (2006), daya serap air tergantung dari mutu protein dan jumlah kandungan asam amino polar dalam protein tepung. Dari Tabel 3 diketahui bahwa daya serap air kedua jenis tepung berbeda nyata ($p < 0,05$), di mana TKK memiliki nilai lebih rendah dibandingkan TK. Kinsella (1979) menyatakan komposisi asam amino protein turut mempengaruhi sifat daya serap air. Diduga TK lebih banyak mengandung asam amino ionik seperti asam glutamat, asam aspartat dan lisin, sehingga dapat meningkatkan kemampuan daya serap air. Daya serap air tepung kedelai 2,24 g air/g terbilang tinggi menyamai daya serap air konsentrat protein kedelai, yaitu 2,20 g air/g (Kinsella, 1979). Semakin besar jumlah air yang diikat, semakin baik pula kualitas tekstur dan *mouthfeel* bahan pangan yang dihasilkan.

Daya serap minyak merupakan bagian dari sifat fungsional yang modulus tindakannya mengikat minyak bebas. Pada Tabel 3 diketahui daya serap minyak kedua jenis tepung tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Nilai daya serap minyak pada kedua jenis tepung ini lebih rendah dibandingkan kisaran daya serap minyak konsentrat dan isolat protein kedelai (1,33–1,54 ml minyak/g solid) yang dilaporkan oleh Kinsella (1979). Kemampuan pengikatan minyak pada produk berupa bubuk dipengaruhi oleh ukuran pertikelnya.

Emulsi terdiri dari dua cairan yang bercampur, yang dapat diklasifikasikan sesuai dengan distribusi minyak dan air. Sebuah sistem dimana minyak tersebar di fase berair disebut emulsi O/W. Sistem pangan seperti ini contohnya adalah mayonaisse, susu, krim, sup, dan saus. Kebalikan dari O/W adalah emulsi air dalam minyak (W/O). Contohnya adalah margarin dan mentega.

Kapasitas emulsi yang baik adalah bila bahan dapat menyerap air dan minyak secara seimbang. Kapasitas emulsi protein bergantung pada keseimbangan ikatan hidrofilik dan lipofilik (Chalamaiah, dkk., 2011). Pada Tabel 3 diketahui bahwa kapasitas emulsi TKK (12,5 persen) signifikan meningkat ($p < 0,05$) dibanding kapasitas emulsi TK (1,25 persen). Perbandingan jumlah asam amino lipofilik-hidrofilik yang seimbang mempengaruhi daya emulsi (Zayas, 1997). Keseimbangan ini akan menurunkan tegangan permukaan dan interfasial. Sifat lipofilik dan hidrofilik ini berperan



Gambar 1. Stabilitas Emulsi TK (%) dan TTK (%)

dalam orientasi protein dimana gugus lipofilik akan menghadap ke minyak dan gugus hidrofilik menghadap ke air (Zayas, 1997). Kapasitas emulsi rat emulsi erat kaitannya dengan produk-produk daging giling, seperti sosis, bologna, dan produk sejenisnya. Sifat ini dibutuhkan untuk pembentukan emulsi lemak.

Stabilitas emulsi ditunjukkan pada Gambar 1, kedua jenis tepung memiliki stabilitas emulsi yang relatif stabil, tetapi TKK memiliki presentase kapasitas emulsi yang jauh lebih tinggi dibanding TK. Jika dibandingkan dengan isolat protein yang memiliki kapasitas emulsi di atas 70 persen, maka dapat disimpulkan bahwa kedua jenis tepung kedelai dalam penelitian ini tidak memiliki sifat emulsi yang baik untuk diaplikasikan pada produk-produk pangan beremulsi (Budijanto, dkk., 2011).

Kapasitas daya buih pada Tabel 3 menunjukkan TKK memiliki nilai nyata lebih tinggi (19,49 persen) dibandingkan TK (7,5 persen). Hal ini berhubungan dengan kekuatan protein dalam memerangkap gas, menjadi faktor utama yang menentukan karakteristik buih yang dihasilkan. Chamalaiah, dkk., (2011) menyatakan bahwa kapasitas buih bergantung pada fleksibilitas molekul dan sifat fisikokimia protein.

Stabilitas buih ditunjukkan pada Gambar 2, kedua jenis tepung kedelai memiliki stabilitas buih yang relatif stabil, tetapi presentase kapasitas buih TKK (19,49 persen) lebih tinggi dibandingkan presentase kapasitas buih TK (7,5 persen). Hal ini menunjukkan bahwa kedua

jenis tepung memiliki protein terabsorpsi pada permukaan dan membentuk film yang stabil mengelilingi buih dan membentuk busa yang baik (Kusnandar, 2010).

IV. KESIMPULAN

Proses perkecambahan memiliki manfaat positif terhadap karakteristik kimia, fisik dan fungsional protein tepung kedelai yang dihasilkan. Dibandingkan tepung kedelai biasa maka tepung kecambah kedelai memiliki nilai lebih tinggi dalam hal: kadar abu, kadar protein, kapasitas antioksidan, densitas kamba, kapasitas buih dan kapasitas emulsi.

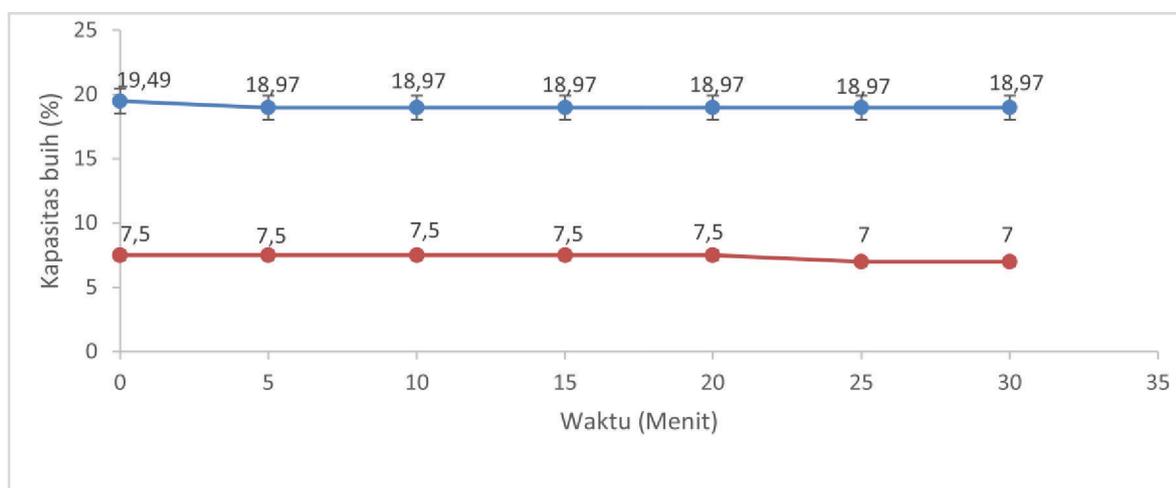
UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini melalui skema "Hibah Kompetensi" 2015 atas nama Made Astawan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeleke, R.O., Odedeji J.O. 2010. Functional properties of wheat and sweet potato flour blends. *Pakistan Journal Nutrition* 9(6): 535-538. doi: 10.3923/pjn.2010.535.538.
- Anita, S. 2009. Studi sifat fisikokimia sifat fungsional karbohidrat dan aktivitas antioksidan tepung kecambah kacang komak (*Lablab purpureus (L) sweet*) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

[AOAC] Association of Official Analytical Chemistry.



Gambar 2. Stabilitas Buih TK (%) dan TKK (%)

2012. *Official Method of Analysis*. Association of Official Analytical Chemistry 19th Edition. Marryland (US): AOAC.
- Aremu, M.O., Olaofe O., Akintayo E.T. 2007. Functional properties of some Nigerian varieties of legume seed flours and flour concentration effect on foaming and gelation properties. *Journal of Food Technology*. 5(2): 109-115.
- Astawan, M. 2013. Soy story. *Food Review*. 8(10): 46-51.
- Astawan, M. 2008. *Sehat dengan Tempe, Panduan Lengkap Menjaga Kesehatan dengan Tempe*. Jakarta (ID): Dian Rakyat.
- Astawan, M, Wresdiyati T, Widowati S, Bintari SH, Ichsan N. 2013. Karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional tempe yang dihasilkan dari berbagai varietas kedelai. *Pangan: Media Informasi dan Komunikasi*. 22 (3): 241-252.
- Astawan M. 2009. *Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-bijian*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2006. Angka tetap tahun 2005 dan angka ramalan II tahun 2006 produksi tanaman pangan. Jakarta (ID): BPS.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2012. Kedelai. Jakarta (ID): BPS.
- Budijanto, S., Sitanggang AB, Murdiyati W. 2011. Karakteristik sifat fisikokimia dan fungsional isolate protein biji kecipir (*Pshopocarpus tetragonolobus* L). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 22(3): 130-136.
- Chalamaiah, M., Balaswamy K., Rao G.N., Rao P.G., Jyothirmayi T. 2011. Chemical composition and functional properties of mrigal (*Cirrhinus mrigala*) egg protein concentrates and their application in pasta. *Food Science Technology*. doi 10.1007/s13197-011-0357-5.
- Elkhalifa, A.E.O., Bernhardt R. 2010. Influence of grain germination on functional properties of sorghum flour. *Food Chemistry*. 121: 387-392. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.12.041.
- Erlita R. 2002. Suplementasi Tepung Kedelai Lemak Penuh (*Full Fat Soy Flour*) Hasil Pengeringan Silinder pada Formula Roti Manis [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Fayed, S.A. 2009. Antioxidant and anticancer activities of *Citrus reticulata* (Petitgrain Mandarin) and *Pelargonium graveolens* (Geranium) Essential Oils. *Research Journal Agriculture & Biological Sciences*. 5(5): 740-747.
- Franzen, K.L., Kinsella J.E. 1976. Functional properties of succinylated and acetylated soy protein. *Food Chemistry*. 24: 788-795. doi: 10.1021/jf60206a036.
- Hartoyo, A., Sunandar F.H. 2006. Pemanfaatan tepung komposit ubi jalar putih (*Ipomoea batatas* L), kecambah kedelai (*Glycine max* Merr.) dan kecambah kacang hijau (*Virginia radiata* L) sebagai substituen parsial terigu dalam produk pangan alternatif biskuit kaya energi protein. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 17(1): 50-57.
- Huang, X., Cai W., Xu B. 2014. Kinetic changes of nutrient and antioxidant capacities of germinated soybean (*Glycine max* L) and mung bean (*Vigna radiata* L) with germination time. *Food Chemistry*. 143: 268-276. doi:10.1016/j.foodchem.2013.07.080.
- Huda, N., Santana P., Abdullah R., Yang T.A. 2012. Effect of different dryoprotectant on functional properties of threadfin bream surimi powder. *Journal of Fisheries Aquatic Sciences*. 7(3): 215-223. doi: 10.3923/jfas.2012.215.223.
- Kayembe, N.C., Rensburg J.V. 2013. Germination as a processing technique for soybeans in small-scale farming. *South African Animal Sciences*. 43 (2): 168-173. doi: 10.4314/sajas.v43i2.7.
- Kinsella, J.E. 1979. Functional properties of soybean protein. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 56: 242-257.
- Krisdiana, R. 2005. Preferensi tahu dan tempe dalam menggunakan bahan baku kedelai di Jawa Timur. *Di dalam: Varietas unggul kedelai untuk bahan baku industri pangan*. Erliana G, Sri SA, Sri W. *Jurnal Litbang Pertanian*. 28(3) 2009 hlm. 80.
- Kumar, K.S., Ganesan K., Selvaraj K., Subba Rao P.V. 2014. Studies on the functional properties of protein concentrate of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty – An edible seaweed. *Food Chemistry*. 153: 353-360. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.12.058.
- Kusnandar, F. 2010. *Komponen Makro Kimia Pangan*. Jakarta (ID): Dian Rakyat.
- Makmoer, H. (2006). Serba-serbi kue kering. [internet]. Bogor (ID); <http://www.republika.com>. [Diakses 21 Agustus 2015].
- Moraes, R.M.A., Jose I.C., Ramos F.G., Barros E.G.,

- Moreira MA. 2006. Biochemical characteristics of soybean's protein. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. Vol 41: 725-729.
- Mugendi, J.B., Njagi E.M., Kuria E.N., Mwasaru M.A., Mureithi J.G., Apostolides Z. 2010. Nutritional quality and physicochemical properties of mucuna bean (*Mucuna pruriens* L.) protein isolates. *International Food Research Journal*.17(1): 357-366.
- Ozcan, M.M., Juhaimi F.A. 2014. Effect of sprouting and roasting processes on some physicochemical properties and mineral contents of soybean seed and oils. *Journal Food Science*. 53(2): 450-454.
- Plaza, I., Ancos B., Cano M.P. 2003. Nutritional and health-related compounds in sprouts and seeds of soybean (*Glycine max*), wheat (*Triticum aestivum* L) and alfalfa (*Medicago sativa*) treated by a new drying method. *European Food and Research Technology*. 216:138-144.
- Pujimulyani, D., Sri R., Marsono Y., Umar S. 2010. Aktivitas antioksidan dan kadar senyawa fenolik pada kunir putih (*Curcuma manga Val*) segar dan setelah *blanching*. *Jurnal Agritech*. 30(2): 68-69.
- Rosalina. 2011. Swasembada kedelai terancam gagal. Bogor (ID). <http://www.tempo.co/read/news>. [diakses 25 Agustus 2015].
- Schubert. 1987. Food article technology. Part 1: Properties of particle and particulate food system. *Journal of Food Engineering*. 6: 1-32.
- Umphress, S.T., Murphy S.P., Franke A.A., Custer L.J., Blitz C.L. 2005. Isoflavone content of food with soy additives. *Journal of Food Composition and analysis*. 18: 533-550.
- Winarsi, H. 2010. *Protein Kedelai dan Kecambah Manfaatnya bagi Kesehatan*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Zayas, J.F. 1997. *Functionality of Proteins in Food*. New York (US): Springer.

BIODATA PENULIS :

Made Astawan dilahirkan di Singaraja-Bali, 2 Februari 1962. Menyelesaikan pendidikan S1 Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga di Institut Pertanian Bogor tahun 1985, pendidikan S2 Ilmu Pangan juga di universitas yang sama tahun 1990, dan pendidikan S3 Biokimia Pangan dan Gizi di Tokyo University of Agriculture, Jepang tahun 1995.

Khaidar Hazmi dilahirkan di Bandar Lampung, 5 Juni 1993. Menyelesaikan pendidikan S1 tahun 2016 pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian IPB, di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Made Astawan, MS