

# Perbandingan Karakteristik Fisikokimia dan Komposisi Asam Amino Tepung Tempe Larut Air dengan Isolat Protein Kedelai Komersial

## *Comparison of Physicochemical Characteristics and Amino Acid Composition of Water-Soluble Tempe Flour and Commercial Soybean Protein Isolate*

Ananda Putri Cahyani<sup>1</sup>, Leonita Maulidyanti<sup>1</sup>, Tutik Wresdiyati<sup>2</sup>, dan Made Astawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

<sup>2</sup>Departemen Anatomi, Fisiologi dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680  
E-mail: tutikwr@gmail.com

Diterima: 7 November 2019

Revisi : 22 Januari 2020

Disetujui : 27 April 2020

### ABSTRAK

Ekstraksi alkali-presipitasi isoelektrik yang dilakukan pada tepung tempe konvensional dan tepung tempe kecambah kedelai menghasilkan tepung tempe larut air. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan karakteristik fisikokimia dan komposisi asam amino tepung tempe konvensional larut air (TKLA), tepung tempe kecambah kedelai larut air (TKKLA), dan isolat protein kedelai komersial (IPK). Tepung tempe konvensional dan tempe kecambah kedelai dihilangkan lemaknya kemudian diekstrak menggunakan ekstraksi alkali-presipitasi isoelektrik. Hasil penelitian menunjukkan kadar proksimat terhadap kadar air, abu, lemak, protein, dan karbohidrat pada TKLA dan TKKLA nyata lebih rendah ( $p < 0,05$ ) dibanding IPK. Kadar asam amino esensial pada TKLA dan TKKLA berturut-turut sebesar 20,4 persen; 20,0 persen, lebih rendah dari IPK sebesar 29,6 persen. Analisis sifat fisik dan fungsional terhadap nilai L, derajat putih, dan daya serap minyak menunjukkan TKLA dan TKKLA nyata lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dibandingkan IPK. Proses ekstraksi pada TKLA dan TKKLA masih dapat dioptimalkan untuk memperoleh kadar proksimat utamanya protein yang lebih baik.

kata kunci: asam amino, isolat protein kedelai, kecambah kedelai, tempe, tepung larut air

### ABSTRACT

*Isoelectric alkali-precipitation extraction carried out on conventional tempeh flour and soybean sprouts tempeh flour produces water-soluble tempeh flour. This study aims to compare the physicochemical characteristics and amino acid composition of water-soluble flour from conventional tempeh (TKLA), germinated-soybean tempeh (TKKLA), and commercial soy protein isolate (IPK). Conventional tempeh and germinated-soybean tempeh flour were removed fat then extracted using isoelectric alkali-precipitation extraction. The results showed that proximate levels for water, ash, fat, protein and carbohydrate content in TKLA and TKKLA were significantly lower ( $p < 0.05$ ) compared to IPK. The levels of essential amino acids in TKLA and TKKLA were 20.4 percent, 20.0 percent, lower than the IPK 29.6 percent. Analysis of physical and functional properties of the L value, white degree, and oil absorption showed TKLA and TKKLA significantly higher ( $p < 0.05$ ) compared to IPK. Isoelectric alkali-precipitation extraction still could be optimized to produces water-soluble flour with better physical characteristics than IPK, especially for better protein levels.*

*keyword: amino acid, soy protein isolate, germinated soybean, tempeh, water-soluble flour*

## I. PENDAHULUAN

Tepung pada umumnya mempunyai keterbatasan dalam hal variasi pengolahan, rasa khas yang terkadang tidak disukai oleh sebagian orang, mudah rusak serta umur simpan yang relatif singkat karena kadar air yang cukup tinggi (55–65 persen), serta adanya mikroba

(kapang) yang terus tumbuh dan berkembang biak yang menyebabkan degradasi protein dan membentuk amoniak (Astawan, dkk., 2016; Mursyid, dkk., 2014; Subagio, dkk., 2002). Oleh karena itu perlu dilakukan diversifikasi pada pengolahan tempe sehingga dapat meningkatkan nilai tambah dari tempe itu sendiri. Salah satu

---

upaya diversifikasi pengolahan tempe yang dapat dilakukan adalah membuat produk alternatif tepung tempe larut air. Produk alternatif tersebut diharapkan memiliki kandungan zat gizi optimum dan dapat meningkatkan umur simpan.

Pengolahan tempe menjadi tepung sudah banyak dilakukan dan diteliti antara lain tentang daya terima dan kandungan zat gizi tepung tempe dengan penambahan *semi refined carrageenan* (Bastian, dkk., 2013), karakterisasi fisikokimia tepung tempe kecambah kedelai (Astawan, dkk., 2016), dan tepung tempe yang dihasilkan dari tiga spesies *Rhizopus* yang berbeda (Omosebi dan Otunola, 2013). Tepung tempe pada umumnya memiliki kelarutan yang rendah, sangat sulit larut dalam air sehingga akan mengendap jika dibiarkan dalam air (Bastian, dkk., 2013). Oleh karena itu, tepung tempe diolah lebih lanjut dengan metode tertentu untuk menghasilkan tepung tempe larut air.

Saat ini industri di Indonesia banyak menggunakan isolat protein sebagai bahan baku produknya, sehingga diharapkan tepung tempe larut air dapat menjadi bahan substitusi isolat protein, khususnya di industri minuman. Isolat protein mempunyai peran yang sangat penting dalam memberikan karakteristik fungsional dari suatu produk pangan dan berbagai olahan pangan lainnya (Ziyong, dkk., 2015). Kecambah kedelai sudah lazim dikonsumsi dalam bentuk kecambah segar atau sebagai campuran sayur, meskipun tidak sebanyak kecambah kacang lainnya. Nilai dan mutu gizi kacang kedelai menjadi lebih baik setelah dikecambahkan (Yagoub dan Abdalla, 2007). Selama perkecambahan biji akan terjadi mobilisasi cadangan makanan karena adanya peningkatan aktivitas enzim serta terjadi penurunan komponen antigizi (inhibitor tripsin, asam fitat, pentosan, tannin) dan setelah pengecambahan terbentuk komponen fitokimia (glukosinolat) yang berperan untuk kesehatan, meningkatkan protein, serta penyerapan zat besi (Marto, 2010; Omosebi dan Otunola, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan tepung tempe larut air dari kacang kedelai dan kecambah kedelai, serta membandingkan karakteristik fisikokimia dan komposisi asam aminonya dengan isolat protein kedelai komersial, serta mengidentifikasi potensi aplikasinya.

## II. METODOLOGI

### 2.1. Pembuatan Kecambah Kedelai dan Tempe

Pembuatan tepung tempe larut air yang akan dikarakterisasi pada penelitian ini berasal dari tepung tempe konvensional (TK) dan tempe kecambah kedelai (TKK). Tahap pertama dilakukan pengecambahan kedelai *Glycine max* var. Grobogan yang diperoleh dari Grobogan, Jawa Tengah merujuk pada Astawan dan Hazmi (2016) dengan modifikasi. Kedelai direndam dalam air (1:5 b/v) pada suhu ruang selama tiga jam, selanjutnya ditiriskan. Kedelai kemudian dihamparkan dalam suatu wadah tanpa cahaya, disiram tiap tiga jam selama  $\pm$  20 jam atau hingga muncul radikula sepanjang 0,5 cm. Tahap kedua adalah pembuatan tempe dari kedelai dan kecambah kedelai dilakukan di Rumah Tempe Indonesia, Bogor.

### 2.2. Proses *Defatting* Tepung Tempe

Pembuatan tepung tempe konvensional dan tempe kecambah kedelai larut air dilakukan dengan dua tahapan, yaitu pembuatan tepung dan proses penurunan kadar lemak (*defatting*). Pembuatan tepung dilakukan dengan pengecilan ukuran tempe menggunakan slicer (R 6–7 Swedia) dengan ketebalan 0.5 cm, lalu diblansir dengan uap panas (1 bar; 2 menit), pengeringan dengan *cabinet dryer* pada suhu 60°C; selama 8 jam (6072 Dreieich, West Germany), digiling dengan *disc mill* (Alexanderwerk inc., Germany) selama 10–15 menit dan diayak dengan ayakan 80 mesh.

Modifikasi Liu, dkk. (2008) adalah berupa pengadukan tepung TK dan TKK yang dilarutkan dalam heksan (1:3 b/v) selama satu jam pada suhu ruang ( $\pm$ 28°C). Supernatan dipisahkan dan endapan diekstrak kembali untuk kedua kalinya dengan heksan. Sisa hasil ekstraksi kedua kemudian difiltrasi dengan kertas saring dan dicuci dengan pelarut baru. Tepung yang telah diekstraksi selanjutnya dibiarkan di lemari asam hingga pelarutnya menguap.

### 2.3. Pembuatan Tepung Tempe Larut Air

Tepung hasil *defatting* diolah menjadi tepung tempe larut air dengan metode ekstraksi alkali–presipitasi isoelektrik untuk meningkatkan kadar protein. Tepung hasil *defatting* dilarutkan

dalam air (1:10 b/v) dan diatur pada pH  $9 \pm 0,1$  dengan 2 N NaOH, lalu diaduk selama 45 menit menggunakan *magnetic stirrer* (*Thermolyne Cimarec 3 Thermo Scientific, USA*) pada suhu  $55^{\circ}\text{C}$ . Larutan kemudian disentrifugasi dengan centrifuge (*BECKMAN J2-MC USA*), selama 30 menit (720 g;  $4^{\circ}\text{C}$ ). Supernatan yang didapat kemudian diatur ke pH  $4,2 \pm 0,1$  dengan 2 N HCl dan diaduk selama 45 menit pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$ . Selanjutnya dilakukan sentrifugasi kembali selama 15 menit (720 g;  $4^{\circ}\text{C}$ ). Supernatan dikeringkan dengan *vacuum freeze dryer* (*EYELA FD-550 Tokyo Rikakikai Co.Ltd., Japan*). Hasil pengeringan supernatan dinyatakan sebagai fraksi tepung tempe konvensional larut air (TKLA) dan tepung tempe kecambah kedelai larut air (TKKLA) (Budijanto, dkk., 2011).

#### 2.4. Analisis Rendemen dan Proksimat

Rendemen tepung tempe konvensional larut air (TKLA) dan tepung tempe kecambah kedelai larut air (TKKLA) dihitung berdasarkan jumlah tempe yang digunakan terhadap tepung yang dihasilkan yang dinyatakan dalam satuan persen. Analisis proksimat tepung tempe konvensional larut air (TKLA) dan tepung tempe kecambah kedelai larut air (TKKLA) diukur berdasarkan metode AOAC (2012), meliputi kadar air (AOAC 925.09), abu (AOAC 923.03), protein (AOAC 955.04D), dan lemak (AOAC 922.06). Penentuan kadar karbohidrat dilakukan secara *by difference*. Analisis serat kasar dilakukan menggunakan metode asam basa kuat (AOAC 962.09).

#### 2.5. Komposisi Asam Amino

Komposisi asam amino dianalisis menggunakan metode AOAC (2005). Komposisi asam amino diuji menggunakan dua tahapan yaitu hidrolisis asam dan derivatisasi. Proses hidrolisis asam dilakukan dengan menggunakan HCl 6N (Merck, Germany) kemudian diuapkan dengan *rotary evaporator*. Proses derivatisasi menggunakan pereaksi OPA yang terdiri dari 25  $\mu\text{L}$  merkaptopetanol, 50  $\mu\text{L}$  brij-30 30 persen, dan 1 mL buffer borat, kemudian direaksikan selama 1 menit. Sampel hasil derivatisasi diinjeksikan ke dalam HPLC (Shimadzu CT-20A) dengan kolom Hypersil ODS-2 C-18  $4,0 \times 125$  mm. Detektor fluoresensi diatur pada panjang gelombang eksitasi 350 nm dan panjang gelombang emisi 450 nm. Puncak (*peak*) asam amino sampel

kemudian dicocokkan dengan peak asam amino standar standar asam amino HPLC grade (Merck, Germany).

#### 2.6. Karakteristik Fisik dan Sifat Fungsional Protein

Karakteristik fisik yang dilakukan pada TKLA, TTKLA, dan IPK meliputi analisis warna menggunakan chromameter (Konica Minolta CR-300 Tokyo, Jepang). Pengujian warna mengacu pada Mugendi, dkk. (2010), tepung maupun isolat dilakukan menggunakan chromameter dengan sistem Hunter Lab (Andarwulan, dkk., 2011). Notasi L menyatakan tingkat kecerahan (*lightness*) dengan nilai dari 0 (hitam) sampai 100 (putih). Pengujian densitas kamba (Adeleke dan Odedeji, 2010),  $a_w$  menggunakan Shibaura  $a_w$  meter WA-360 (*Fukushima Shibaura Electronics co. Ltd.*, Jepang), derajat putih dengan KETT *Digital Whitenessmeter Model C-100* (KETT *Electric Laboratory Tokyo*, Jepang). Sifat fungsional protein ketiga tepung meliputi derajat putih (Hartoyo dan Sunandar, 2006) dan daya serap air (Adeleke dan Odedeji, 2010).

#### 2.7. Pengolahan Data

Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 kali ulangan. Data yang diperoleh meliputi karakteristik kimia serta fisik dari TKLA, TKKLA dan IPK dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf 95 persen ( $\alpha = 0,05$ ) dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test*.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Rendemen dan Proksimat

Tempe konvensional dan tempe berbahan baku kecambah kedelai memiliki potensi untuk diolah menjadi tepung larut air karena kedelai sebagai bahan dasarnya memiliki mutu protein yang diketahui lebih baik dibanding sumber protein nabati lainnya. Selain itu, kecambah kedelai (*germinated-soybean*) memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibanding kedelai yang belum berkecambah (Astawan, dkk., 2016).

Rendemen untuk tempe, tepung tempe, tepung tempe rendah lemak, dan tepung tempe larut air (TKLA dan TKKLA) menunjukkan tidak berbeda nyata (Tabel 1). Nilai rendemen pada

**Tabel 1.** Perbandingan Rendemen Tempe dan Berbagai Jenis Tepung Tempe

Rendemen	Jenis Tempe	
	TKLA	TKKLA
Tempe (% bk)	159,0±12,7 <sup>a</sup>	158,3±11,8 <sup>a</sup>
Tepung (% bk)	68,0±41,9 <sup>a</sup>	69,2±40,7 <sup>a</sup>
Defatted flour (% bk)	54,7±33,0 <sup>a</sup>	55,5±40,8 <sup>a</sup>
Tepung larut air (% bk)	1,2±0,9 <sup>a</sup>	1,3±1,1 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata ( $p < 0.05$ ) dengan uji *Paired T-test*.

setiap produk menunjukkan penurunan akibat proses perendaman, pengeringan, penepungan, *defatting*, serta ekstraksi hingga menjadi tepung tempe larut air (Aminah, 2010).

Komposisi proksimat tepung tempe larut air (TKLA dan TKKLA) dan isolat protein kedelai komersial (IPK) menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada kadar air ketiga sampel tersebut (Tabel 2). Kadar abu, protein, lemak, karbohidrat, dan serat kasar pada TKLA dan TKKLA menunjukkan perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap IPK. Kadar abu pada IPK nyata lebih rendah dibandingkan TKLA dan TKKLA ( $p < 0,05$ ). Kadar abu dari suatu bahan pangan menunjukkan total mineral yang terkandung dalam bahan (Faridah, dkk., 2008). Semakin tinggi nilai kadar abu maka semakin banyak kandungan bahan anorganik di dalam produk tersebut. Abu dapat terlarut dalam air selama proses ekstraksi sehingga menghasilkan tepung tempe larut air dengan kadar abu yang lebih tinggi dibandingkan dengan isolat protein kedelai komersial (Puteri, dkk., 2017a).

Kadar lemak pada TKLA dan TKKLA nyata lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dibandingkan IPK. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses *defatting* pada TKLA dan TKKLA masih kurang sempurna sehingga kadar lemaknya lebih tinggi dibandingkan IPK. Lemak pada tepung tempe konvensional dan tepung tempe kecambah kedelai larut air berturut-turut sebesar 8 dan 7 persen (Puteri, dkk., 2017a). Hal tersebut menunjukkan bahwa TKLA dan TKKLA memiliki kadar lemak yang lebih rendah dibandingkan tepung tempe konvensional dan tepung tempe kecambah kedelai. Tepung rendah lemak baik digunakan sebagai salah satu bahan pangan sumber protein (Damayanti dan Listyorini,

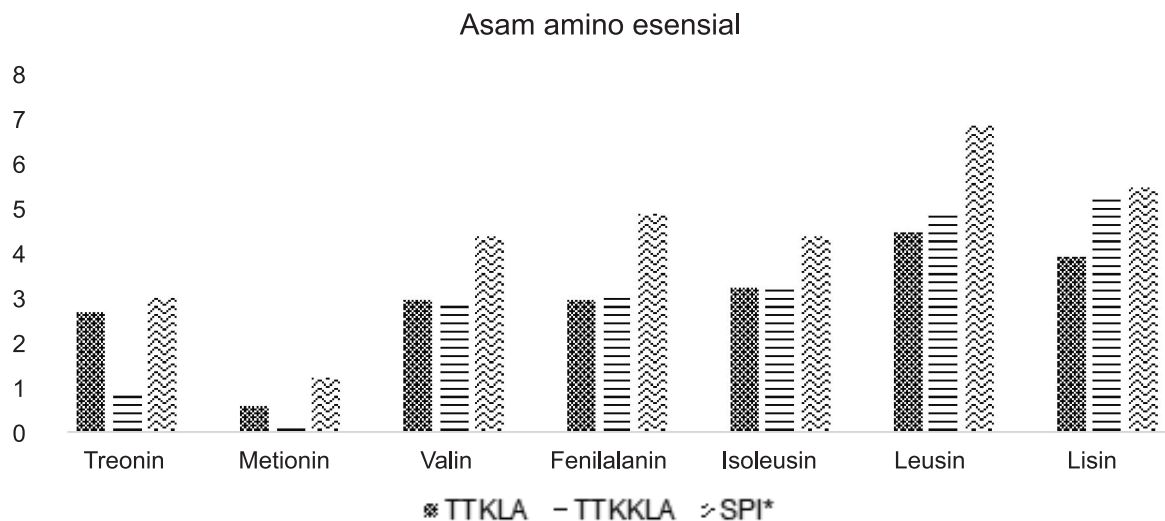
**Tabel 2.** Perbandingan Proksimat Tepung Tempe dan Isolat Protein Kedelai

Parameter	Jenis Tempe		
	TKLA	TKKLA	IPK
Air (%bk)	6,6±0,8 <sup>a</sup>	6,2±0,6 <sup>a</sup>	7,1±0,0 <sup>a</sup>
Abu (%bk)	7,1±0,1 <sup>b</sup>	6,3±0,0 <sup>b</sup>	6,0±0,1 <sup>a</sup>
Protein (%bk)	62,4±1,0 <sup>a</sup>	61,5±0,2 <sup>a</sup>	84,7±0,1 <sup>b</sup>
Lemak (%bk)	2,7±0,1 <sup>b</sup>	3,3±0,1 <sup>c</sup>	1,4±0,0 <sup>a</sup>
Karbohidrat (%bk)	20,7±2,0 <sup>b</sup>	22,3±0,9 <sup>b</sup>	0,3±0,1 <sup>a</sup>
Serat kasar (%bk)	0,7±0,0 <sup>ab</sup>	0,6±0,1 <sup>a</sup>	0,9±0,1 <sup>b</sup>

Keterangan: TKLA: tepung tempe konvensional larut air; TKKLA: tepung tempe kecambah kedelai larut air; IPK: isolat protein kedelai komersial. Huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan uji *One Way ANOVA*

2006). Puteri, dkk. (2017b) menyebutkan bahwa kadar protein tepung tempe adalah sebesar 47 persen. Proses pembuatan tepung tempe larut air (TKLA dan TKKLA) mampu menaikkan kadar protein tepung tempe (hingga 15 persen per bk). Namun demikian kadar protein TKLA dan TKKLA nyata lebih rendah ( $p < 0,05$ ) dibandingkan protein IPK (84,7 persen bk). Perbedaan ini disebabkan oleh berbedanya kedua jenis bahan yaitu tepung dan isolat. Isolat protein kedelai merupakan bentuk protein kedelai yang paling murni dengan kadar protein mencapai 90 persen (Kempka, dkk., 2014).

Menurut Astawan, dkk. (2016), perkecambahan seharusnya meningkatkan kadar protein yang disebabkan oleh penurunan kadar komponen lain, tetapi hasil yang didapatkan antara TKLA tidak berbeda nyata dengan TKKLA. Peningkatan kadar protein juga disebabkan oleh menurunnya beberapa komponen seperti abu, lemak dan karbohidrat (Bavia, dkk., 2012). Tempe dipilih karena memiliki mutu gizi yang baik, sehingga berpotensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan utamanya berbentuk tepung karena memiliki ketahanan yang cukup baik. Selain tempe berbahan kedelai, tempe berbahan kecambah kedelai juga diketahui memiliki mutu protein yang lebih baik dibandingkan dengan kedelai yang tidak dikecambahkan (Meisara dan Nurhidajah, 2012).



**Gambar 1.** Asam Amino Esensial Tepung Tempe Larut Air

Kandungan karbohidrat *by difference* pada uji proksimat sangat dipengaruhi oleh kandungan zat-zat gizi lainnya. Kadar karbohidrat TKLA dan TTKLA nyata lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dibandingkan IPK. Hal ini disebabkan oleh proses pemisahan komponen lain, terutama karbohidrat masih kurang maksimal sehingga tidak terbawa pada proses pembilasan endapan protein melalui proses asidifikasi (Lee, dkk., 2015). Karbohidrat umumnya relatif mudah terekstraksi karena letaknya yang berada pada permukaan dinding sel. Karbohidrat yang terukur pada TKLA dan TTKLA ini diduga berupa karbohidrat yang terikat dengan komponen lain seperti glukoprotein (Kasai dan Ikehara, 2005).

Kadar serat kasar pada IPK nyata lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dibandingkan dengan TTKLA. Serat kasar adalah residu dari bahan pangan yang telah diperlakukan dengan asam dan alkali mendidih, terdiri dari selulosa dengan sedikit lignin, serta pentosa (Andarwulan, dkk., 2011). Serat kasar (crude fiber) merupakan bagian dari serat pangan. Konsumsi serat pangan sangat baik bagi kesehatan tubuh. FAO menyarankan konsumsi serat pangan sebanyak 25 g per hari untuk memperpanjang waktu transit dalam usus serta mengontrol obesitas (Vital, dkk., 2018).

### 3.2. Komposisi Asam Amino

Total asam amino pada TKLA dan TTKLA cenderung lebih rendah dibandingkan IPK (Tabel 3). Adapun perbandingan komposisi asam amino esensial TKLA, TTKLA, dan IPK terdapat pada Gambar 1. Proses perkecambahan pada kedelai

**Tabel 3.** Perbandingan Komposisi Asam Amino Tepung Tempe Larut Air dan Isolat Protein Kedelai Komersial

Asam amino (%bk)	Jenis Tempe		
	TKLA	TKKLA	IPK*
Asam aspartat	6,8	7,1	9,6
Asam glutamat	14,3	14,7	17,4
Serin	2,6	2,5	4,1
Histidin	1,4	0,3	2,0
Glisin	2,8	2,7	3,3
Treonin	2,6	0,9	2,9
Arginin	4,6	4,4	6,8
Alanin	2,8	3,0	3,6
Tirosin	2,0	1,6	3,3
Metionin	0,5	0,1	1,2
Valin	2,9	2,9	4,3
Fenilalanin	2,9	3,1	4,8
Isoleusin	3,2	3,1	4,3
Leusin	4,4	4,8	6,7
Lisin	3,8	5,2	5,4
Total asam amino (%bk)	57,7	56,4	79,6
Total asam amino esensial (%bk)	20,4	20,0	29,6

Keterangan: Data disajikan simplo. TKLA: tepung tempe konvensional larut air; TTKLA: tepung tempe kecambah kedelai larut air, IPK\*: isolat protein kedelai komersial (Puteri, dkk., 2017)

dapat meningkatkan kadar lisin tepungnya (TKKLA) hampir dua kali lipat dibandingkan tepung dari kedelai tidak dikecambahkan (TKLA). Lisin, metionin, dan treonin merupakan asam amino pembatas pada kedelai (Bujang dan Taib, 2014).

Zuwariah, dkk. (2018) menyatakan perkecambahan dan proses termal nyata

meningkatkan komposisi asam amino pada biji-bijian. Peningkatan aktivitas proteolitik pada proses perkecambahan mengakibatkan naiknya kandungan lisin akibat hidrolisis prolamin serta konversi asam amino asam glutamat dan prolin. Ketiga sampel mengandung asam amino glutamat paling tinggi dibandingkan asam amino lainnya. Glutamat merupakan asam amino yang berperan dalam membentuk citarasa makanan, terutama dalam bentuk monosodium glutamat (MSG). Keberadaannya dalam makanan menyebabkan rasa makanan menjadi gurih (Nurrahman, 2015).

### 3.3. Karakteristik Fisik

Nilai L pada Tabel 4 menunjukkan tingkat kecerahan TKLA dan TKKLA nyata lebih tinggi dibandingkan dengan IPK ( $p < 0,05$ ). Tempe memiliki tingkat kecerahan yang lebih tinggi karena permukaan tempe tersusun atas miselium *Rhizopus spp.* Miselium tersebut tersusun dari hifa yang mengandung lapisan fosfolipid, melanin, glikoprotein, dan kitin yang memunculkan warna putih pada tempe (Kustyawati, dkk., 2013).

Notasi a (+) menyatakan bahwa tingkat warna merah pada sampel lebih tinggi dibandingkan standar. TKLA dan TKKLA memiliki nilai a nyata lebih rendah ( $p < 0,05$ ) dibandingkan IPK, sehingga dapat dikatakan bahwa IPK memiliki warna yang lebih gelap dibandingkan TKLA dan TKKLA. Notasi b (+) pada IPK lebih tinggi dibandingkan dengan TKLA dan TKKLA

( $p < 0,05$ ). Perbedaan nilai parameter tersebut disebabkan oleh faktor suhu serta ketebalan suatu bahan. Variasi suhu pengolahan serta kandungan protein yang tinggi dapat memicu timbulnya reaksi browning non enzimatis yang akan menyebabkan warna bahan cenderung lebih gelap (Jiang, dkk., 2018).

Nilai derajat putih pada TKLA dan TKKLA berbedanyata dibandingkan dengan IPK ( $p < 0,05$ ) (Tabel 4). Hal ini disebabkan oleh nilai derajat putih yang berbanding lurus dengan tingkat kecerahan pada kromameter. Kandungan air dalam bahan pangan akan memengaruhi daya tahan bahan tersebut terhadap reaksi biologis atau kimiawi. Hubungan antara kadar air dengan daya tahan suatu bahan pangan dinyatakan sebagai aktivitas air ( $a_w$ ). Nilai  $a_w$  paling umum digunakan untuk menentukan keamanan dan kualitas produk pangan. Nilai  $a_w$  TKKLA nyata lebih rendah ( $p < 0,05$ ) dibandingkan IPK.

Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan kadar air pada bahan. Nilai  $a_w$  TKLA dan TKKLA berada di bawah nilai  $a_w$  umum untuk tepung, yaitu 0,72 (Kusnandar, 2010). Nilai  $a_w$  pada bahan dapat dipengaruhi oleh komposisi bahan, perlakuan pada saat pengolahan, suhu dan kelembapan relatif (RH). Kandungan protein pada tepung memiliki sifat higroskopis sehingga lebih rentan ditumbuhi mikroorganisme apabila penyimpanannya kurang tepat (Famurewa, dkk., 2008).

Densitas kamba merupakan sifat fisik yang menunjukkan jumlah ruang yang kosong di antara partikel suatu bahan atau perbandingan berat bahan terhadap volumenya. Suatu bahan dinyatakan kamba apabila nilai densitas kambanya kecil. Proses perendaman air dalam perkecambahan kedelai menyebabkan penurunan densitas kamba karena kadar air dalam biji meningkat (Ertas, 2011). TKLA dan TKKLA memiliki densitas kamba nyata lebih kecil ( $p < 0,05$ ) dibandingkan dengan IPK. Suatu bahan dapat disebut kamba apabila nilai densitas kambanya kecil, sehingga bobot bahan yang ringan membutuhkan ruang yang besar. Densitas kamba yang lebih besar membantu efisiensi penggunaan bahan pengemas (Aremu, dkk., 2007; Kumalasari, dkk., 2015).

**Tabel 4.** Perbandingan Analisis Fisik

Parameter	Jenis Tempe		
	TKLA	TKKLA	IPK
Warna			
L	76,3±0,1 <sup>b</sup>	75,5±0,6 <sup>b</sup>	70,8±0,0 <sup>a</sup>
a (+)	0,2±0,3 <sup>a</sup>	0,6±0,1 <sup>a</sup>	1,1±0,0 <sup>b</sup>
b (+)	10,6±0,4 <sup>a</sup>	10,8±0,3 <sup>a</sup>	12,6±0,1 <sup>b</sup>
$a_w$	0,5±0,0 <sup>ab</sup>	0,4±0,1 <sup>a</sup>	0,6±0,1 <sup>b</sup>
Derajat putih (%)	96,1±1,3 <sup>b</sup>	95,3±1,9 <sup>b</sup>	75,5±0,2 <sup>a</sup>
Densitas kamba (g/ml)	0,3±0,0 <sup>a</sup>	0,3±0,1 <sup>a</sup>	0,4±0,1 <sup>b</sup>

Keterangan: TKLA: tepung tempe konvensional larut air; TKKLA: tepung tempe kecampah kedelai larut air; IPK: isolat protein kedelai komersial. Huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan uji *One Way ANOVA*

### 3.4. Sifat Fungsional

Daya serap air pada TKLA dan TKKLA nyata lebih rendah ( $p < 0,05$ ) dibandingkan IPK (Tabel 5). Daya serap air yang tinggi pada IPK menunjukkan protein pada IPK mampu menyerap air lebih banyak. Kandungan protein yang tinggi pada IPK juga dapat memengaruhi daya serap air karena tingginya gugus hidrofilik (Astawan dan Hazmi, 2016). Kadar lemak yang tinggi pada tepung akan menutupi permukaan partikel sehingga menyebabkan rendahnya absorpsi air (Suarni, dkk., 2013).

**Tabel 5.** Perbandingan Daya Serap Air dan Minyak

Parameter	Jenis Tempe		
	TKLA	TKKLA	IPK
Daya serap air (g/g)	2,2±0,3 <sup>a</sup>	1,6±0,6 <sup>a</sup>	5,9±0,1 <sup>b</sup>
Daya serap minyak (ml/g)	2,0±0,1 <sup>b</sup>	1,6±0,1 <sup>ab</sup>	1,5±0,2 <sup>a</sup>

Keterangan: TKLA: tepung tempe konvensional larut air; TKKLA: tepung tempe kecambah kedelai larut air; IPK: isolat protein kedelai komersial. Huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan uji *One Way ANOVA*

Daya serap minyak adalah sifat yang dapat menunjukkan adanya interaksi suatu bahan terhadap minyak (Brishti, dkk., 2017). Daya serap minyak pada tepung berkaitan dengan kadar lemak dan kadar protein. Daya serap minyak TKLA dan TKKLA nyata lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dibandingkan IPK. Hal ini sesuai dengan penelitian Rohmah (2012) yang menyebutkan semakin besar kadar lemak pada suatu bahan, maka akan semakin besar daya serap minyak. Hal ini menunjukkan bahwa TKLA dapat digunakan untuk campuran produk pangan yang memerlukan daya serap minyak yang baik.

### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian penggunaan tempe kedelai dan tempe kecambah kedelai sebagai bahan baku tepung larut air (TKLA;TKKLA) secara umum memiliki kadar proksimat, densitas kamba, dan daya serap air yang lebih rendah dari IPK. TKLA dan TKKLA memiliki nilai warna, derajat putih, dan daya

serap air yang lebih baik dibandingkan IPK. TKLA dan TKKLA belum dapat menggantikan IPK, namun bahan tersebut dapat diaplikasikan pada produk pangan yang membutuhkan daya serap minyak yang lebih tinggi seperti produk bakery dan daging olahan. Untuk mencapai karakteristik fisikokimia tepung tempe larut air yang diinginkan, perlu adanya modifikasi terhadap proses ekstraksi yang dilakukan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pemberi dana penelitian yaitu PT Kalbe Farma Tbk. melalui program RISTEKDIKTI-KALBE SCIENCE AWARDS 2018 atas nama Made Astawan dengan SPK Nomor. 1539/KF-Legal/RKSA/XI/2018.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adeleke, R.O., and J.O. Odedeji 2010. Functional properties of wheat and sweet potato flour blends. *Pakistan Journal of Nutrition*. 9(6): 535–538. DOI: 10.3923/pjn.2010.535.538.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemistry. 2005. *Official methods analysis of the association of official analytical chemists*. Arlington. Virginia (US): Published by the Association of Official Analytical Chemist. Inc.
- Association of Official Analytical Chemistry. 2012. *Official Method of Analysis*. Association of Official Analytical Chemistry 19th Edition. Gaithersburg (US): AOAC.
- Aminah, S. 2010. Potensi campuran kecambah beras cokelat dan kecambah kedelai sebagai minuman fungsional tinggi serat dan protein. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 1 (2): 27–32.
- Andarwulan, N., F. Kusnandar, D. dan Herawati 2011. Analisis Pangan. Jakarta (ID): Dian Rakyat.
- Aremu M.O., O. Olaofe, and E.T. Akintayo. 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., T. Wresdiyati, J. Sirait 2015. Pengaruh konsumsi tempe kedelai grobogan terhadap profil serum. hematologi. dan antioksidan tikus. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 26 (2):155–162.
- Astawan M., Hazmi K. 2016. Karakteristik fisikokimia tepung kecambah kedelai. *Jurnal Pangan*. 25 (2):105–112. DOI: 10.33964/jp.v25i2.326.
- Astawan M., T. Wresdiyati, dan M.Ichsan. 2016. Karakteristik fisikokimia tepung tempe kecambah kedelai. *Jurnal Gizi Pangan*. 11(1):35–42.
- Bastian, F., E. Ishak, A.B. Tawali, M. Bilang. 2013.

- Daya terima dan kandungan zat gizi formula tepung tempe dengan penambahan semi refined carragenan (SCR) dan bubuk kakao. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2(1):5–8.
- Bavia, A.C., C.E. Silva., M.P. Ferreira., R.S. Leite, J.M. Mandarino, M.C. Carrao-Panizzi. 2012. Chemical composition of tempeh from soybeans cultivars specially developed for human consumption. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 32, pp.613-620. DOI: 10.1590/S0101-20612012005000085.
- Brishti, F.H, M. Zarei., Muhammad S.K., F.M. Ismail, R. Shukri, N. Saari. 2017. Evaluation of the functional properties of mung bean protein isolate for development of textured vegetable protein. *International Food Research Journal*. 24(4):1595–1605.
- Budijanto, S., A.B. Sitanggang, W. Murdiati. 2011. Karakterisasi sifat fisiko-kimia dan fungsional isolat protein biji kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus L.*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 22(2):130–136.
- Bujang, A., and N.A. Taib 2014. Changes on amino acids content in soybean, garbanzo bean and groundnut during Pre-treatments and tempeh making. *Sains Malaysiana*. 43(4): 551–557.
- Damayanti, E., dan D.I. Listyorini. 2006. Pemanfaatan tepung bekatul rendah lemak pada pembuatan keripik simulasi. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 1(2):34–44.
- Ertas, N. 2011. The effects of aqueous processing on some physical and nutritional properties of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*). *International J of Health and Nutrition*. 2(1):21–27.
- Faridah, DN, F. Kusnandar, D. Herawati, H.D. Kusumaningrum, N. Wulandari, dan D. Indrasti D. 2008. *Analisis Pangan*. Bogor.
- Famurewa, J.A., M.O. Oluwamukomi., and M.A. Sogbade 2008. Moisture sorption characteristics of soy flour at room temperature. *Biotechnology an Indian Journal*. 2(3):170–173.
- Hartoyo, A., dan F.H. Sunandar 2006. Pemanfaatan tepung komposit ubi jalar putih (*Ipomoea batatas L.*) kecambah kedelai (*Glycine max Merr.*) dan kecambah biji 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.
- Jiang, H., N.S. Hettiarachchy, and R. Horax . 2018. Physical properties and estimated glycemic index of protein-enriched sorghum based chips. *Jurnal Food Science Technology*. 55(3), pp.891–898. DOI: 10.1007/s13197-017-2993-x.
- Kasai, N., and H. Ikehara 2005. Stepwise extraction of proteins and carbohydrates from soybean seed. *Jurnal Agriculture and Food Chemistry*. 53(10), :4245-4252. DOI: 10.1021/jf048337y.
- Kempka A.P., T.C. Honaiser, E. Fagundes, and R.C. Prestes. 2014. Functional properties of soy protein isolate of crude and enzymatically hydrolysed at different times. *International Food Research Journal*. 21(6):2229–2236.
- Kumalasari, R., F.Setyoningrum, R. Ekafitri. 2015. Karakteristik fisik dan sifat fungsional beras jagung instan akibat penambahan jenis serat dan lama pembekuan. *Pangan*. 24(1):37–48. DOI: 10.33964/jp.v24i1.41.
- Kusnandar, F. 2010. *Komponen Makro Kimia Pangan*. Dian Rakyat. Jakarta.
- Kustyawati, M.E., F. Pratama, D. Saputra D., dan A. Wijaya. 2014. Modifikasi warna, tekstur dan aroma tempe setelah diproses dengan karbon dioksida superkritik. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 25(2):168–175.
- Lee Y., Choi H., Eun J.B. 2015. Protein extraction and purification of soybean flakes and meals using a lime treatment followed by ultrafiltration. *International Journal of Modern Engineering Research*. 5(3): 7–15. ISSN: 2249–6645.
- Liu C., X. Wang , H. Ma, Z. Zhang, W. Gao, L. Xiao. 2008. Functional properties of protein isolates from soybean stored under various conditions. *Food Chemistry*. 111(1): .29-37. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.03.040.
- Marto, Z.M. 2010. The role of sprouts in human nutrition a review. *Acta University Sapientiae Alimentaria*. 3:81–117.
- Meisara, R., dan Nurhidajah. 2012. Aktivitas antioksidan, karakteristik kimia, dan organoleptik tepung kecambah kedelai (*Glycine max*) dengan berbagai variasi pengolahan. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 3(6):1–8.
- Mugendi, J.B., E.M. Njagi, E.N. Kuria, M.A. Mwasaru, J.G. Mureithi, and Z. Apostolides. 2010. Nutritional quality and physicochemical properties of mucuna bean (*Mucuna pruriens L.*) protein isolates. *International Food Research Journal*. 17(1):357–366.
- Mursyid, M. Astawan, D. Mughtadi, T. Wresdiyati, S. Widowati, S.H. Bintari, dan M. Suwarno. 2014. Evaluasi nilai gizi protein tepung tempe yang terbuat dari varietas kedelai impor dan lokal. *Jurnal Pangan*. 23(1):33–42. DOI: 10.33964/jp.v23i1.48
- Nurrahman. 2015. Evaluasi komposisi zat gizi dan senyawa antioksidan kedelai hitam dan kedelai kuning. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 4(3):89–93.
- Omosebi, N.O., and E.T. Otunola. 2013. Preliminary studies on tempeh flour produced from three



- different *Rhizopus* species. *International Journal of Biotechnology and Food Science*. 1(5):90–96.
- Puteri, N.E., M. Astawan, dan N.S. Palupi N.S. 2017. Karakteristik tepung tempe larut air. *Jurnal Pangan*. 26(2):117–126. DOI: 10.33964/jp.v26i2.351.
- Puteri, N.E., M. Astawan, N.S. Palupi, T. Wresdiyati, and Y. Takagi. 2017. Characterization of biochemical and functional properties of water-soluble tempeh flour. *Food Science and Technology*. 38(1):147–153. DOI: 10.1590/fst.13017.
- Rohmah, M. 2012. Karakterisasi sifat fisikokimia tepung dan pati pisang kapas (*Musa comuculata*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 8(1):20–24.
- Suarni, I.U., Firmansyah, dan M. Aqli. 2013. Keragaman mutu pati beberapa varietas jagung. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 32(1):50–56.
- Subagio, A., W.S. Windrati, Y. Witono. 2002. Protein Albumin dan Globulin dari Beberapa Jenis Koro-koroan di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional PATPI*. Kelompok Gizi dan Keamanan Pangan. Bogor.
- Vital, R.J., P.Z. Bassinello, Q.A. Cruz, R.N. Carvalho, J.C. de Paiva, A.O. Colombo. 2018. Production, quality, and acceptance of tempeh and white bean tempeh burgers. *Foods*. 7(136):1–9. DOI:10.3390/foods7090136.
- Yagoub, A.A., A.A. Abdalla. 2007. Effect of domestic processing methods on chemical. in vitro digestibility of protein and starch and functional properties of bambara groundnut (*Voandzeia subterranea*) seed. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 3:24–34.
- ZZhiyong, He., L. Weiwei, G. Fengxian, L. Weiyao, Z. Maomao, C. Jie. 2015. Foaming characteristics of commercial soy protein isolate as influenced by heat-induced aggregation. *International Journal of Food Properties*. 18: 1817–1828. DOI: 10.1080/10942912.2014.946046.
- Zuwariah, I., F. Noor, M.B. Hadijah, R. Rodhiah. 2018. Comparison of amino acid and chemical composition of jackfruit seed flour treatment. *Food Research*. 2(6):539–545.

#### BIODATA PENULIS :

**Ananda Putri Cahyani** dilahirkan di Medan, 19 Oktober 1994. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Teknologi Hasil Perikanan di Universitas Brawijaya pada tahun 2016 dan saat ini sedang menempuh pendidikan S2 Ilmu Pangan di Institut Pertanian Bogor.

**Made Astawan** dilahirkan di Bali, 2 Februari 1962. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Gizi Masyarakat di Institut Pertanian Bogor tahun 1985, pendidikan S2 Ilmu Pangan di Institut Pertanian Bogor tahun 1990, serta pendidikan S3 Biokimia Pangan Gizi di Tokyo *University of Agriculture* di Jepang pada tahun 1995.

**Tutik Wresdiyati** dilahirkan di Yogyakarta, 9 September 1964. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Kedokteran Hewan di Institut Pertanian Bogor pada tahun 1987, pendidikan profesi Kedokteran Hewan pada tahun 1988, serta S3 di *Yamaguchi University* di Jepang tahun 1998.

---

Halaman ini sengaja dikosongkan