

Evaluasi Mutu Protein Tepung Tempe dan Tepung Kedelai Rebus Pada Tikus Percobaan

Evaluation of Protein Nutritional Quality of Tempe and Boiled Soybean Flours by Rats

Made Astawan¹, Tutik Wresdiyati², Armando M Saragih¹

¹Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

²Departemen Anatomi, Fisiologi dan Farmasi, Fakultas Kedokteran Hewan, IPB

Abstract. Soybean is a strategic commodity in Indonesia and it is the main raw material for food processing such as tempe, tofu, and soy sauce. Tempe is a traditional food that has been known in Indonesia, which is made by fermentation process using *Rhizopus sp.* The main weakness of fresh tempe is the short shelf-life at room temperature, only last two days. Processing tempe into tempe flour is one of efforts to extend the shelf life. This research aims to evaluate protein nutritional quality of tempe flour and soybean flour, compared to casein as a standard by using rats as animal model. Weight gain of each group of rats was increased during 28 days of experiment. The protein nutritional quality of tempe flour was significantly higher ($p < 0.05$) than that of boiled soy flour in the value of feed conversion efficiency and true protein digestibility; highly significantly higher ($p < 0.01$) in the value of protein efficiency ratio and net protein ratio; and not significantly different ($p > 0.05$) in the value of biological value and net protein utilization. From the results of protein nutritional quality evaluation, it could be concluded that tempe flour had better nutritional quality than boiled soy flour, and even better than casein.

Keywords: protein nutritional quality, tempe, soybean

Abstrak. Kedelai merupakan komoditas strategis di Indonesia dan merupakan bahan baku utama dalam pengolahan pangan, seperti tempe, tahu dan kecap. Tempe merupakan bahan pangan tradisional yang telah dikenal di Indonesia, yang dibuat melalui proses fermentasi menggunakan kapang *Rhizopus sp.* Kelemahan utama tempe segar adalah masa simpannya yang singkat, yaitu hanya dua hari pada suhu ruang. Pengolahan tempe menjadi tepung tempe merupakan salah satu upaya untuk memperpanjang umur simpannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi mutu gizi protein tepung tempe dan tepung kedelai rebus, dibandingkan dengan kasein sebagai standar dengan menggunakan tikus percobaan sebagai model. Berat badan setiap kelompok tikus percobaan meningkat selama 28 hari percobaan. Mutu gizi protein tepung tempe dibandingkan tepung kedelai rebus adalah nyata lebih tinggi ($p < 0.05$) pada nilai *feed conversion efficiency* dan *true protein digestibility*; sangat nyata lebih tinggi ($p < 0.01$) pada nilai *protein efficiency ratio* dan *net protein ratio*; dan tidak berbeda nyata ($p > 0.05$) pada nilai *biological value* dan net protein utilization. Dari hasil evaluasi mutu protein yang diperoleh, dapat disimpulkan tepung tempe memiliki mutu gizi lebih baik dibandingkan tepung kedelai rebus, bahkan juga lebih baik dibandingkan kasein.

Kata kunci: kedelai, kualitas gizi protein, tempe

Aplikasi Praktis: Penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti ilmiah kepada masyarakat tentang mutu protein tepung tempe dan tepung kedelai, dibandingkan kasein sebagai standar. Hasil penelitian juga diharapkan dapat meningkatkan minat masyarakat dalam berkreasi membuat olahan pangan dari tepung tempe dan tepung kedelai.

PENDAHULUAN

Dari segi gizi, protein hewani memiliki komposisi protein lebih lengkap dibandingkan protein nabati, namun di Indonesia terutama bagi masyarakat yang mempunyai daya beli rendah, konsumsi protein hewani masih tergolong sedikit karena harganya yang lebih mahal dari protein nabati. Sumber protein nabati dapat diperoleh

dari kacang-kacangan, seperti kacang kedelai, kacang komak, kacang koro, dan produk olahannya (Astawan 2009). Kedelai mengandung 40–50% protein (Ledesma *et al.* 2009). Selain itu, kedelai juga merupakan sumber serat pangan dan oligosakarida yang terbukti dapat mencegah penyakit degeneratif seperti kanker, diabetes, osteoporosis, dan penyakit ginjal (Li dan Manfred 2010).

Dewasa ini kebutuhan kedelai nasional rata-rata mencapai 2.2 juta ton per tahun (Astawan *et al.* 2013).

Korespondensi: mastawan@yahoo.com

Sebesar 50 % atau sekitar 1.3 juta ton dari kebutuhan kedelai nasional digunakan sebagai bahan baku tempe, yang merupakan sumber protein murah bagi masyarakat Indonesia (Astawan *et al.* 2014). Tempe merupakan pangan olahan hasil fermentasi kedelai oleh kapang *Rhizopus* sp. Proses fermentasi akan mengubah kedelai menjadi tempe yang memiliki aroma, citarasa, tekstur, penampilan, nilai gizi, dan daya cerna yang lebih baik (Nout dan Kiers 2005; Astawan 2008). Selain mengandung protein yang tinggi, tempe juga mengandung isoflavon yang dapat menangkal radikal bebas (Shimakage *et al.* 2006, Watanabe *et al.* 2007, Astawan 2013).

Permasalahan dalam pemanfaatan tempe segar sebagai bahan pangan adalah sifatnya yang mudah rusak. Hal ini disebabkan oleh proses fermentasi lanjut akan menyebabkan protein terdegradasi membentuk amoniak, penyebab aroma busuk (Bastian *et al.* 2013). Pengolahan tempe segar menjadi tepung tempe antara lain dimaksudkan untuk memperpanjang masa simpannya. Tepung memiliki sifat kering sehingga mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan reaksi-reaksi kimia. Tepung tempe antara lain telah dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan makanan pendamping ASI (Tampubolon *et al.* 2014) dan sebagai bahan substitusi tepung terigu dalam pembuatan roti manis (Kurniawati dan Ayustaningwarno 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi mutu protein tepung tempe dan tepung kedelai rebus dengan menggunakan tikus percobaan sebagai model. Sebagai pembanding digunakan kasein.

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah kedelai varietas Grobogan sebagai bahan pembuat tempe dan kedelai rebus, tikus putih jantan galur Sprague-Dawley umur 28 hari yang diperoleh dari BPOM Jakarta, serta ransum tikus yang terdiri atas pati jagung, campuran mineral, campuran vitamin, minyak jagung, *carboximethylcellulose* (CMC), kasein (protein standar), tepung kedelai rebus, dan tepung tempe. Peralatan yang digunakan meliputi kandang metabolik, wadah minum, wadah pakan, botol kaca, timbangan tikus, timbangan analitik, serta alat bedah.

Pembuatan Tepung Kedelai Rebus

Pembuatan tepung kedelai rebus dimulai dari pembersihan atau penyortiran kedelai, perendaman selama 6 jam, perebusan selama 30 menit, pengupasan kulit ari kedelai, penirisan, pengeringan dengan oven pada suhu 60°C, penepungan dengan disc mill, dan penyaringan dengan ayakan 60 mesh.

Pembuatan Tempe

Proses pembuatan tempe dimulai dengan pembersihan kedelai, perendaman dengan air selama 1 jam,

perebusan selama 30 menit, perendaman dalam air perebus selama 12 jam (hingga pH sekitar 4.0-4.5), pemisahan kulit ari, pencucian hingga bersih, penirisan, penambahan ragi, pengemasan, dan fermentasi selama 40 jam.

Pembuatan Tepung Tempe

Pembuatan tepung tempe dilakukan dengan cara pengirisan tempe menggunakan *slicer*, pemblansiran dengan uap panas (tekanan 1 bar selama 2 menit), pengeringan oven dengan suhu 60°C selama 8 jam, penggilingan dengan *disc mill*, dan pengayakan dengan saringan 60 mesh.

Pembuatan Ransum

Pembuatan ransum tikus percobaan dibedakan berdasarkan sumber protein, yaitu tepung kedelai rebus, tepung tempe, dan kasein sebagai kontrol. Jumlah ransum yang diberikan disesuaikan dengan kebutuhan harian tikus dan komposisinya disesuaikan dengan standar AOAC (2012). Komposisi ransum terdiri dari: protein 10%, lemak 8%, air 5%, serat 1%, vitamin 1%, mineral 5% dan karbohidrat 70% (Tabel 2).

Analisis Proksimat Sampel

Analisis proksimat dilakukan pada kasein, tepung kedelai rebus, dan tepung tempe. Hasil analisis akan menjadi acuan dalam formulasi ransum tikus percobaan. Analisis proksimat terdiri dari analisis kadar air (metode oven, AOAC 2012), analisis kadar abu (metode pengabuan kering, AOAC 2012), analisis kadar lemak (metode Soxhlet, AOAC 2012), analisis kadar protein kasar (metode Kjeldhal, AOAC 2012), analisis kadar serat kasar (metode asam-basa kuat, AOAC 2012). Kadar karbohidrat dihitung secara *by difference*.

Masa Adaptasi Tikus Percobaan

Penelitian ini menggunakan tikus percobaan sebagai model yang telah mendapatkan *Ethical Approval* dari Ketua Komisi Etik Hewan IPB (ACUC No: 06-2013 IPB). Tikus dibagi ke dalam tiga kelompok, masing-masing terdiri dari lima ekor. Tikus ditempatkan dalam kandang secara individual dengan kondisi cahaya dan ventilasi yang cukup pada suhu ruang (sekitar 20-25°C). Masa adaptasi selama tiga hari bertujuan untuk membiaskan tikus terhadap lingkungan percobaan.

Seleksi Tikus dan Kelompok Perlakuan

Setelah menjalani masa adaptasi, tikus percobaan dibagi ke dalam empat kelompok perlakuan, masing-masing terdiri dari lima ekor tikus. Klasifikasi tersebut berdasarkan perbedaan sumber protein ransum, yaitu tikus yang diberi ransum kasein (standar), ransum tepung tempe, ransum tepung kedelai rebus, dan ransum non-protein. Variasi berat badan antar tikus dalam satu kelompok tidak melebihi 10 gram dan variasi rata-rata berat antar kelompok tidak melebihi 5 gram (Astawan dan Muchtadi 2009).

Masa Percobaan

Selama 28 hari masa percobaan, tikus diberikan ransum sesuai dengan kelompok perlakuannya dan air minum secara *ad libitum*. Tikus dikandangkan secara individual dalam kandang metabolik untuk memperoleh urin dan feses secara terpisah. Selama masa percobaan, dilakukan pengamatan konsumsi ransum setiap hari, penimbangan berat badan setiap dua hari sekali, serta pengumpulan feses dan urin pada tujuh hari terakhir masa percobaan.

Analisis Nitrogen Feses dan Urin

Pada akhir masa percobaan, dilakukan pengukuran bobot feses kering dan volume urin. Analisis kadar nitrogen feses dan urin dilakukan dengan metode Kjeldahl (AOAC 2012). Jumlah nitrogen feses diperoleh dengan mengalikan angka kadar nitrogen feses dengan angka bobot feses. Begitu pula jumlah nitrogen urin diperoleh dengan mengalikan angka kadar nitrogen urin dengan angka volume urin.

Analisis Mutu Protein

Analisis mutu protein dilakukan berdasarkan metode pertumbuhan dan metode keseimbangan nitrogen. Analisis mutu protein berdasarkan metode pertumbuhan memerlukan data berat badan (BB), total konsumsi ransum, dan total konsumsi protein yang dilakukan selama 28 hari. Parameter FCE, PER, dan NPR dihitung dengan persamaan berikut (Astawan dan Muchtadi, 2009):

Feed Conversion Efficiency (FCE)

$$FCE = \frac{\text{Kenaikan Berat Badan}}{\sum \text{konsumsi ransum}} \times 100 \%$$

Protein Efficiency Ratio (PER)

$$PER = \frac{\text{Kenaikan Berat Badan}}{\sum \text{konsumsi protein}}$$

Net Protein Ratio (NPR)

$$NPR = \frac{\Delta BB \text{ protein uji} + \Delta BB \text{ non protein}}{\sum \text{konsumsi protein}}$$

Analisis mutu protein berdasarkan metode keseimbangan nitrogen memerlukan data jumlah dan kadar nitrogen urin dan feses masing-masing kelompok percobaan selama 10 hari. Parameter TPD, BV, dan NPU dihitung dengan persamaan berikut:

True Protein Digestibility (TPD)

$$TPD = \frac{N \text{ konsumsi} - (N \text{ feses} - N \text{ metabolik})}{N \text{ konsumsi}} \times 100 \%$$

Biological Value (BV)

$$BV = \frac{N_{\text{kon}} - (N_{\text{fes}} - N_{\text{met}}) - (N_{\text{ur}} - N_{\text{end}})}{N_{\text{kon}} - (N_{\text{fes}} - N_{\text{met}})} \times 100 \%$$

N_{kon} = N konsumsi; N_{met} = N metabolik, N_{fes} = N feses, N_{ur} = N urin, N_{end} = N endogen

Net Protein Utilization (NPU)

$$NPU = \frac{N_{\text{kon}} - (N_{\text{fes}} - N_{\text{met}}) - (N_{\text{ur}} - N_{\text{end}})}{N_{\text{kon}}} \times 100 \%$$

N metabolik = kadar N feses non-protein

N endogen = Kadar N urin non-protein

Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak lima kali. Data parameter kualitas protein (FCE, PER, NPR, TD, BV dan NPU) yang diperoleh kemudian diolah dengan analisis one way ANOVA untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diuji. Jika terdapat perbedaan nyata ($p < 0.05$) atau sangat nyata ($p < 0.01$), dilakukan uji lanjut menggunakan uji jarak Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Proksimat Sampel

Analisis proksimat dilakukan terhadap sampel percobaan, yaitu kasein, tepung tempe, dan tepung kedelai rebus (Tabel 1). Hasil analisis proksimat dijadikan dasar perhitungan formulasi ransum tikus yang akan digunakan dalam percobaan. Kasein memiliki kadar protein yang paling tinggi, namun kadar abu, lemak dan serat kasar jauh lebih rendah dibandingkan tepung tempe dan tepung kedelai rebus. Hal tersebut wajar karena kasein merupakan sampel protein murni, sedangkan tepung tempe dan tepung kedelai rebus merupakan produk nabati sumber protein dan lemak.

Formulasi Ransum

Berdasarkan analisis proksimat sampel, kemudian disusun komposisi ransum yang akan diberikan kepada tikus percobaan. Penyusunan komposisi ransum dapat dilihat pada Tabel 2. Ransum dibuat dengan cara mencampurkan semua bahan sampai homogen. Pencampuran bahan dilakukan dengan menuangkan bahan kering yang paling kecil beratnya sampai yang paling besar beratnya, kemudian menuangkan bahan cair berupa air dan minyak jagung. Bahan diaduk merata sampai semua bahan tercampur. Untuk ransum kelompok tepung tempe dan tepung kedelai rebus tidak ditambahkan CMC (*carboxymethylcellulose*) karena kandungan serat dalam sampel sudah memenuhi kebutuhan asupan untuk ransum tikus percobaan.

Perkembangan Berat Badan

Jumlah konsumsi ransum tikus selama 28 hari percobaan disajikan pada Tabel 3. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan sumber protein berpengaruh sangat nyata ($p < 0.01$) terhadap jumlah konsumsi ransum. Hasil uji beda lanjut Duncan menunjukkan bahwa konsumsi ransum tikus kelompok tepung tempe tidak berbeda nyata dengan tikus kelompok tepung

Tabel 1. Hasil analisis proksimat kasein, tepung tempe dan tepung kedelai rebus

Sampel	Kadar (% bk)			
	Abu	Protein	Lemak	Serat kasar
Kasein	0.59 ± 0.02	89.44 ± 0.05	0.30 ± 0.01	0.52 ± 0.02
Tepung Tempe	1.80 ± 0.05	51.73 ± 0.07	25.36 ± 0.15	6.46 ± 0.16
Tepung Kedelai Rebus	2.62 ± 0.01	51.06 ± 0.08	25.26 ± 0.13	7.65 ± 0.23

Tabel 2. Komposisi ransum tikus percobaan sesuai kelompok perlakuan

Kelompok Perlakuan	Komponen penyusun (g)						
	Sampel protein	Minyak jagung	Mineral mix	Vitamin mix	CMC	Air	Pati jagung
Kasein	112	80	49	10	9	39	701
Tepung Tempe	193	31	46	10	0	42	678
Tepung Kedelai Rebus	196	30	45	10	0	39	680

Tabel 3. Jumlah konsumsi ransum dan kenaikan berat badan selama percobaan

Parameter	Kelompok Perlakuan		
	Kasein	Tepung Tempe	Tepung Kedelai Rebus
Konsumsi Ransum (g)	612.67 ± 38.40 ^b	489.72 ± 43.88 ^a	526.98 ± 9.57 ^a
Kenaikan Berat Badan (g)	113.8 ± 39.5 ^a	104.2 ± 33.4 ^a	94.8 ± 30.4 ^a

Nilai yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan uji jarak Duncan.

kedelai rebus, namun sangat nyata lebih rendah dibandingkan tikus kelompok ransum kasein.

Tabel 3 menunjukkan konsumsi ransum terbanyak terdapat pada tikus kelompok ransum kasein. Konsumsi ransum yang banyak seharusnya memberikan kenaikan berat badan yang besar juga. Akan tetapi, hasil yang diperoleh pada Tabel 3 tidak menunjukkan hal tersebut. Tikus kelompok ransum kasein memiliki jumlah konsumsi ransum terbesar, tetapi mengalami kenaikan berat badan yang tidak berbeda dengan kelompok lainnya. Hal ini sejalan dengan penelitian *Watanabe et al.* (2006) yang menggunakan sampel perlakuan berupa kasein, kedelai, dan tempe-GABA (Gama-aminobutyric acid) pada tikus percobaan selama enam minggu. Hasil yang diperoleh menunjukkan walaupun tikus kelompok kasein memiliki jumlah konsumsi ransum lebih besar dibandingkan tikus kelompok tempe-GABA, namun kenaikan berat badannya tidak berbeda nyata. Hal tersebut dapat terjadi karena kedelai dan tempe mengandung serat pangan yang cukup tinggi dibandingkan dengan kasein (Tabel 1), sehingga membuat lebih cepat kenyang.

Hasil dari penelitian *Astawan et al.* (2013) menunjukkan kadar serat pangan dalam tempe dari lima jenis kedelai (GMO, Non-GMO, Grobogan, Anjasmara, dan Agromulyo) berkisar 6.21-6.77 % (bb). Hasil penelitian yang dilakukan *Sereewat et al.* (2015) menunjukkan kadar serat pangan dari tepung kedelai sebesar 5.0 ± 0.72 %, lebih tinggi dibandingkan dengan tepung beras (0.6 ± 0.23 %). Selain itu, kedelai dan tempe memiliki indeks glikemik yang rendah sehingga dapat mempertahankan glukosa darah stabil dan membuat tikus menjadi tidak mudah lapar.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) terhadap kenaikan berat badan tikus percobaan. Kenaikan berat badan tikus kelompok sampel tepung tempe tidak berbeda nyata dengan tikus kelompok tepung kedelai rebus dan kelompok kasein. Terjadinya peningkatan berat badan tikus disebabkan ransum mengandung protein tinggi dan mudah dicerna. Hal ini didukung oleh hasil penelitian *Mursyid et al.* (2014) yang melaporkan kualitas protein tempe setara dengan protein kasein.

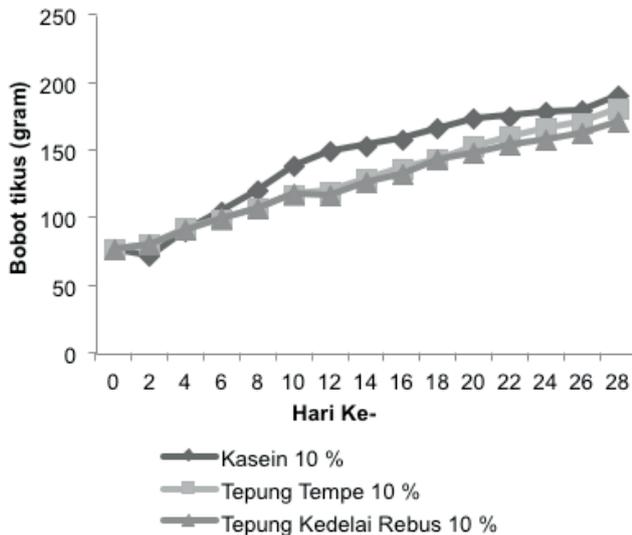
Hasil pengamatan perkembangan berat badan tikus percobaan selama 28 hari masa percobaan tersaji pada Gambar 1. Profil perkembangan berat badan tikus hampir sama untuk ketiga kelompok perlakuan, sesuai dengan data kenaikan berat badan yang tidak berbeda nyata satu sama lain (Tabel 3).

Kualitas Protein Berdasarkan Metode Pertumbuhan

Nilai *feed conversion efficiency* (FCE) menerangkan korelasi antara pertambahan berat badan tikus terhadap jumlah ransum yang dikonsumsi selama percobaan. Tabel 4 menampilkan nilai FCE dari masing masing perlakuan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan jenis ransum berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap nilai FCE. Hasil uji beda lanjut Duncan menunjukkan nilai FCE kelompok tepung kedelai rebus tidak berbeda nyata dengan kelompok kasein, tetapi keduanya nyata lebih rendah dibandingkan tepung tempe.

Metode yang digunakan untuk melihat hubungan antara kenaikan berat badan dengan konsumsi protein adalah *protein efficiency ratio* (PER). *Astawan dan Muchtadi* (2009) menjelaskan bahwa PER digunakan untuk mengetahui seberapa efektif protein yang terdapat

dalam bahan pangan mempengaruhi pertumbuhan hewan percobaan. Perhitungan PER hampir sama dengan perhitungan FCE, yang membedakan keduanya adalah pada pembagiannya. Pembagi dalam PER adalah jumlah protein yang dikonsumsi, sedangkan pada FCE pembagiannya adalah jumlah ransum yang dikonsumsi. Angka jumlah protein diperoleh dari 10% angka jumlah ransum.



Gambar 1. Perkembangan berat badan tikus percobaan selama percobaan

Tabel 4 menampilkan nilai PER dari masing-masing perlakuan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis ransum yang diberikan berpengaruh sangat nyata ($p < 0.01$) terhadap nilai PER. Hasil uji beda lanjut Duncan menunjukkan bahwa nilai PER kelompok tepung kedelai rebus (1.9) tidak berbeda dengan kelompok kasein (2.3), dan PER kelompok kasein tidak berbeda nyata dengan kelompok tepung tempe (2.6). Akan tetapi, nilai PER kelompok tepung tempe sangat nyata lebih tinggi dibandingkan kelompok tepung kedelai rebus. Nilai PER menunjukkan protein digunakan untuk pertumbuhan tubuh (Babji *et al.* 2010). Dari ketiga kelompok perlakuan, diperoleh nilai PER yang positif, menandakan protein dari setiap kelompok perlakuan cukup untuk pertumbuhan tubuh tikus.

Analisis kualitas protein dengan metode PER memiliki kelemahan. Metode *Net protein ratio* (NPR) dikembangkan untuk menjawab kelemahan yang terdapat pada metode PER. Dalam PER, semua protein yang dikonsumsi dianggap hanya digunakan untuk pertumbuhan, padahal protein yang dikonsumsi tersebut sebagian ada yang digunakan untuk pemeliharaan (*maintenance*) tubuh (Astawan dan Muchtadi 2009). Pada penentuan parameter NPR diperlukan data penurunan berat badan yang dihitung sebagai rata-rata dari kelompok tikus yang menerima ransum non-protein. NPR dihitung untuk tiap kelompok. Rataan penurunan berat badan kelompok non-protein pada penelitian ini sebesar 12.8 g.

Tabel 4 menampilkan nilai NPR dari masing-masing perlakuan. Hasil analisis ragam menunjukkan jenis ransum yang diberikan berpengaruh sangat nyata ($p < 0.01$) terhadap kenaikan nilai NPR. Hasil uji beda lanjut Duncan menunjukkan bahwa nilai NPR tepung tempe (2.9) sangat nyata lebih tinggi dibandingkan kelompok kasein (2.5) dan kelompok tepung kedelai rebus (2.2). Hasil tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan protein pada tepung tempe lebih baik untuk pemeliharaan tubuh dibandingkan dengan kasein dan tepung kedelai rebus. Berdasarkan nilai PER dan NPR, dapat diketahui bahwa asupan protein yang terdapat dalam ransum tersebut dapat digunakan dan dimanfaatkan dengan baik oleh tikus percobaan, baik untuk pertumbuhan maupun untuk pemeliharaan tubuh.

Tabel 4. Kualitas protein tepung tempe dan kedelai rebus berdasarkan metode pertumbuhan

Perlakuan	FCE (%) ¹	PER ²	NPR ²
Kasein	18.5 ± 1.8 ^a	2.3 ± 0.2 ^{ab}	2.5 ± 0.2 ^b
Tepung Tempe	21.2 ± 1.6 ^b	2.6 ± 0.2 ^b	2.9 ± 0.2 ^c
Tepung Kedelai Rebus	17.9 ± 1.7 ^a	1.9 ± 0.2 ^a	2.2 ± 0.2 ^a

- 1 Nilai yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$) dengan uji jarak Duncan.
- 2 Nilai yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($p < 0.01$) dengan uji jarak Duncan.

Kualitas Protein Berdasarkan Metode Keseimbangan Nitrogen

Pengukuran nilai gizi protein dengan metode keseimbangan nitrogen dapat dilakukan dengan parameter *true digestibility* (TD), *biological value* (BV), dan net protein utilization (NPU). Nilai-nilai tersebut diperoleh dengan mempertimbangkan volume urin, dan berat feses (yang telah dikeringkan) dari masing-masing kelompok tikus percobaan yang dikumpulkan selama tujuh hari terakhir.

Daya cerna protein adalah jumlah fraksi nitrogen dari bahan pangan yang dapat diserap oleh tubuh. Tidak semua protein dapat dihidrolisis oleh enzim pencernaan menjadi asam-asam amino. Daya cerna akan menentukan ketersediaan asam amino secara biologis. Daya cerna ini berarti kemampuan suatu protein untuk dihidrolisis menjadi asam-asam amino oleh enzim-enzim protease (Astawan dan Muchtadi 2009).

Tabel 5 menampilkan nilai daya cerna protein dari masing-masing perlakuan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis ransum yang diberikan berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap nilai daya cerna protein. Hasil uji beda lanjut Duncan menunjukkan bahwa nilai daya cerna protein kelompok tepung tempe (99.25%) tidak berbeda nyata dengan kelompok kasein (99.25%), namun nyata lebih tinggi dibandingkan kelompok tepung kedelai rebus (99.16%). Ketiga kelompok tersebut memiliki nilai daya cerna protein lebih dari 99%. Hal tersebut menunjukkan lebih dari 99% protein pada masing-masing sampel dapat dicerna oleh tubuh, atau tidak terbuang bersama feses.

Tabel 5. Nilai gizi protein berdasarkan metode keseimbangan nitrogen

Perlakuan	TD (%)	BV (%)	NPU (%)
Kasein	99.25 ± 0.01 ^b	99.25 ± 0.25 ^a	98.44 ± 0.15 ^a
Tepung Tempe	99.25 ± 0.01 ^b	99.25 ± 0.19 ^a	98.67 ± 0.19 ^a
Tepung Kedelai Rebus	99.16 ± 0.01 ^a	99.16 ± 0.27 ^a	98.68 ± 0.31 ^a

Nilai yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan uji jarak Duncan.

Nilai biologis (BV) adalah nilai untuk menentukan jumlah berat nitrogen tubuh yang terbentuk dari setiap 100 bagian nitrogen yang telah diserap dari bahan pangan yang dikonsumsi. Nilai biologis dapat didefinisikan sebagai presentase protein terabsorpsi yang diubah menjadi protein tubuh. Semakin banyak protein yang ditahan di dalam tubuh, semakin tinggi nilai biologisnya. Sejumlah protein yang telah dicerna dan diserap oleh usus tidak semua dapat dimanfaatkan oleh tubuh sehingga daya cerna yang tinggi tidak menjamin nilai biologis akan tinggi pula.

Hasil perhitungan nilai BV dari masing-masing perlakuan tersaji pada Tabel 5. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis ransum yang diberikan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap nilai BV ketiga sumber protein (tepung tempe, tepung kedelai rebus, dan kasein). Secara verbal, nilai BV dari ketiga kelompok lebih dari 99% memiliki arti sejumlah 99% nitrogen terabsorpsi oleh tubuh atau tidak terbuang bersama urin. Bahan pangan dengan nilai BV lebih dari 65% dapat dikatakan baik. Semakin besar nilai BV, maka semakin kecil jumlah protein yang diubah menjadi urea (melalui proses deaminasi). Seandainya urea berlebihan dalam darah, harus dibuang melalui ginjal dalam bentuk urin. Hal ini mengakibatkan makin keras kerja ginjal untuk membuang urea tersebut dan membahayakan kesehatan (Astawan dan Muchtadi, 2009).

Untuk mengukur kualitas protein yang juga memperhitungkan pencernaan protein digunakan parameter *Net Protein Utilization* (NPU). Nilai NPU adalah presentase protein dalam susunan makanan yang diubah menjadi protein tubuh. Hasil perhitungan nilai NPU dari masing-masing perlakuan tersaji pada Tabel 5. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa jenis ransum yang diberikan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap nilai NPU sumber protein (tepung tempe, tepung kedelai rebus, dan kasein). Dari ketiga kelompok diperoleh nilai NPU lebih dari 98%. Hal tersebut menunjukkan lebih dari 98% nitrogen dari makanan yang dapat tertahan dalam tubuh, atau tidak terbuang bersama feses dan urin. Besarnya nilai NPU dari ketiga kelompok disebabkan oleh daya cerna protein yang besar, dimana nilai NPU sendiri merupakan perkalian dari nilai TD dengan nilai BV.

KESIMPULAN

Nilai mutu protein kelompok tepung tempe dibandingkan kelompok tepung kedelai rebus adalah nyata lebih tinggi ($p < 0,05$) pada nilai *feed conversion efficiency* dan daya cerna protein; sangat nyata lebih tinggi ($p < 0,01$) pada nilai *protein efficiency ratio* dan *net protein ratio*; dan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) pada *biological value* dan *net protein utilization*. Dari hasil evaluasi mutu protein secara keseluruhan, diketahui tepung tempe memiliki mutu protein lebih baik dibandingkan tepung kedelai rebus, bahkan juga lebih baik dibandingkan kasein yang merupakan standard dalam penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi, melalui skema “Hibah Kompetensi” 2015 dan “Ipteks bagi Masyarakat” 2015 atas nama Made Astawan.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemistry. 2012. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemistry, Maryland, USA.
- Astawan M. 2008. Sehat Dengan Tempe. Dian Rakyat, Jakarta. ISBN:979-523-932-5.
- Astawan M. 2009. Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-bijian. Penebar Swadaya, Jakarta. ISBN 979-002-353-7
- Astawan M, Dedy M. 2009. Evaluasi Nilai Gizi Pangan. Universitas Terbuka, Jakarta. ISBN: 979-011-392-3.
- Astawan M. 2013. Soy story. Food Review VIII: 46-51
- Astawan M, Wresdiyati T, Widowati S, Bintari SH, Ichsan N. 2013. Karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional tempe yang dihasilkan dari berbagai varietas kedelai. Jurnal Pangan 22: 241-251
- Astawan M, Adiningsih NR, Palupi NS. 2014. Evaluasi kualitas nugget tempe dari berbagai varietas kedelai. Jurnal Pangan 23: 244-255
- Astawan M. 2015. Rumah Tempe Indonesia: a center of excellence for tempe industry. Conference Handbook: International Conference on Tempe. Yogyakarta, February 15-17th 2015.
- Babji AS, Fatimah S, Abolhassani Y, Ghassem M. 2010. Nutritional quality and properties of protein and lipid in processed meat products – a perspective. Int Food Res J 17: 35-44.
- Bastian F, Ishak E, Tawali AB, Bilang M. 2013. Daya terima dan kandungan zat gizi formula tepung tempe dengan penambahan semi refined carrageenan (SRC) dan bubuk kakao. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan II(1): 5-8.
- Kurniawati, Ayustaningwarno F. 2012. Pengaruh substitusi tepung terigu dengan tepung tempe dan tepung ubi jalar kuning terhadap kadar protein, kadar b-karoten,

- dan mutu organoleptik roti manis. *Journal of Nutrition College I*(1): 344-351.
- Ledesma BH, Chia CH, de Lumen BO. 2009. Lunasin and Bowman-Birk protease inhibitor (BBI) in US commercial soy foods. *J of Food Chem* 115: 574–580. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.12.054.
- Li YD, Manfred P. 2010. The impact of soy oligosaccharides on digestion and intestinal health in weaning piglets. *Livestock Sci* 13: 187–189. DOI:10.1016/j.livsci.2010.06.137.
- Mursyid, Astawan M, Muchtadi D, Wresdiyati T, Widowati S, Bintari SH, Suwarno M. 2014. Evaluasi nilai gizi protein tepung tempe yang terbuat dari varietas kedelai impor dan lokal. *Jurnal Pangan* 23: 33-41
- Sereewat P, Chankavee S, Sirirat S, Chureerat P, Dudsadee U, Vilai R. 2015. Cooking properties and sensory acceptability of spaghetti made from rice flour and defatted soy flour. *LWT-Food Sci Technol* 60:1061-1067. DOI:10.1016/j.lwt.2014.10.001.
- Shimakage A, Shinbo M, Yamada S, Ito H. 2006. Changes in isoflavone content in soybeans during the manufacturing processes of tubu–natto and hikiwari–natto. *J Jpn Soc Food Sci*53: 185–188. DOI: 10.3136/nskkk.53.185.
- Tampubolon NL, Terip K, Ridwansyah. 2014. Formulasi bubur bayi instan dengan substitusi tepung tempe dan tepung labu kuning sebagai alternatif makanan pendamping ASI. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian II*(2): 78-83.
- Watanabe N, Yasushi E, Kenshiro F, and Hideyuki A. 2006. Tempeh-like fermented soybean (GABA-tempeh) has an effective influence on lipid metabolism in rats. *J Oleo Sci*55(8): 391-396. DOI: 10.5650/jos. 55.391.
- Watanabe N, Fujimoto K, Aoki H. 2007. Antioxidant activities of the water soluble fraction in tempeh-like fermented soybean (GABA-tempeh). *Int J Food Sci Nutr*58:577-587. DOI:10.1080/09637480701343846.

JMP-02-15-002 - Naskah diterima untuk ditelaah pada 27 Februari 2015.
 Revisi makalah disetujui untuk dipublikasi pada 19 Maret 2015. Versi Online:
<http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmp>