

Evaluasi Nilai Gizi Protein Tepung Tempe yang Terbuat dari Varietas Kedelai Impor dan Lokal

Evaluation on Protein Nutritional Value of Tempe Flour Made from Imported and Local Soybean Varieties

Mursyid^a, Made Astawan^a, Deddy Muchtadi^a, Tutik Wresdiyati^b, Sri Widowati^c, Siti Harnina Bintari^d, Maryani Suwarno^a

^aDepartemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

^bDepartemen Anatomi, Fisiologi dan Farmasi, Fakultas Kedokteran Hewan, IPB

^cBalai Besar Pascapanen, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian RI

^dJurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang

E-mail: mastawan@yahoo.com

Diterima : 6 Nopember 2013

Revisi : 11 Nopember 2013

Disetujui : 14 Maret 2014

ABSTRAK

Tempe merupakan produk olahan fermentasi kedelai asli Indonesia. Telah diketahui bahwa kandungan gizi tempe lebih baik dibandingkan kedelai yang tidak difermentasi. Masalah utama tempe adalah umur simpan yang relatif rendah. Salah satu alternatif pengolahan tempe adalah tepung tempe. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kualitas protein tepung tempe yang terbuat dari kedelai impor dan lokal. Penelitian ini menggunakan tikus putih *Sprague-Dawley* sebagai hewan model. Tikus dibagi 4 kelompok berdasarkan sumber protein dalam ransum, yaitu tepung tempe kedelai impor *Genetically Modified Organism* (GMO)/hasil rekayasa genetika, tepung tempe kedelai impor non-GMO, tepung tempe kedelai lokal Grobogan, dan kasein sebagai kontrol. Parameter kualitas protein diukur berdasarkan metode pertumbuhan dan metode keseimbangan nitrogen. Hasil analisis menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata pada nilai *food conversion efficiency* (FCE), *protein efficiency ratio* (PER), dan *net protein ratio* (NPR) dari semua jenis tepung tempe. Nilai *true protein digestibility* (TPD) tepung tempe kedelai grobogan dan non-GMO tidak berbeda nyata, namun nyata lebih tinggi dari tepung tempe kedelai GMO, dan lebih rendah dari kasein. Tidak terdapat perbedaan yang nyata pada nilai *biological value* (BV) dan *net protein utilization* (NPU) semua sampel. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa secara umum nilai gizi protein tepung tempe kedelai lokal Grobogan tidak berbeda dengan tepung tempe kedelai impor non-GMO.

kata kunci: kedelai lokal, kedelai impor, tepung tempe, kualitas gizi protein.

ABSTRACT

Tempe is a fermented soybean product from Indonesia. It has been known that nutritional values of tempe are better than unfermented soybean. The main problem of tempe product is its short shelf life. An alternative way to solve this problem is tempe flour. The objective of this research was to evaluate the protein nutritional quality of tempe flours made from imported and local soybeans. This research used albino Sprague-Dawley rats as an animal model. The rats were divided into 4 groups based on protein source of the diet, namely: tempe flour of imported Genetically Modified Organism (GMO) soybean, tempe flour of imported non-GMO soybean, tempe flour of local Grobogan soybean, and casein as a control. Protein nutritional parameters were observed based on growth of rats and nitrogen balance methods. The results showed that there were no significant different of food conversion efficiency (FCE), protein efficiency ratio (PER), and net protein ratio (NPR) values from all of tempe flours. True protein digestibility (TPD) value of Grobogan and non-GMO tempe flours was not different, but higher than GMO

soybean tempe flour, and lower than casein. There were no significant different of biological value (BV) and net protein utilization (NPU) values from all samples. This research concluded that generally the nutritional quality of protein of tempe flour from local Grobogan soybean tempe flour was not different from the protein quality of import non-GMOZT.

keywords: local soybean, import soybean, tempe flour, protein nutritional quality

I. PENDAHULUAN

Tempe merupakan pangan olahan kedelai yang berasal dari Indonesia. Secara umum, tempe diartikan sebagai bahan pangan yang dihasilkan melalui proses fermentasi kedelai rebus, dalam waktu tertentu menggunakan kapang (jamur) *Rhizopus sp.* Pada proses pertumbuhannya, kapang tersebut menghasilkan beberapa enzim yang mampu menghidrolisis senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga lebih mudah dicerna dan diserap tubuh (Kiers, dkk., 2003). Telah diketahui bahwa nilai gizi protein kedelai mentah sangat rendah, hal ini disebabkan oleh adanya komponen non-gizi seperti *trypsin inhibitor*, *kimotrypsin*, asam fitat, *saponin*, dan *hemagglutinin* (Chen, dkk., 2010; Yoo, dkk., 2009).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedelai yang diolah melalui proses fermentasi memiliki nilai gizi lebih tinggi akibat adanya aktivitas berbagai enzim yang dihasilkan oleh kapang tempe. Aktivitas enzim - enzim tersebut menyebabkan karbohidrat dan protein dipecah menjadi fragmen-fragmen yang lebih mudah dicerna dan diserap oleh usus dibandingkan dengan kedelai yang tidak difermentasi (Astuti, dkk., 2000; Muchtadi 2010; Bastian, dkk., 2013). Masalah utama yang dihadapi pada tempe adalah umur simpannya yang relatif rendah 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. Amoniak yang terbentuk menyebabkan munculnya aroma busuk (Astawan 2008; Bastian, dkk., 2013). Oleh karena itu, pembuatan tepung merupakan alternatif pengolahan untuk memperpanjang daya tahan simpan dan daya guna tempe.

Tempe merupakan bahan pangan sumber protein yang kaya akan asam amino esensial dan sering dianggap sebagai bahan pangan

pengganti daging atau unggas (Babu, dkk., 2009). Peran terpenting protein adalah sebagai komponen utama otot dan jaringan tubuh. Protein dapat pula digunakan untuk memproduksi hormon, enzim dan hemoglobin (Hoffman dan Falvo 2004). Kualitas protein suatu bahan pangan tergantung pada kandungan asam amino esensial dan kemampuannya dicerna oleh organ pencernaan (Schaffsma 2000). Metode yang paling sering digunakan untuk mengevaluasi kualitas protein adalah metode pertumbuhan dan metode keseimbangan nitrogen (Hoffman dan Falvo 2004; Rodriguez, dkk., 2006; Milward, dkk., 2008; Muchtadi 2010). Beberapa parameter mutu protein adalah *protein efficiency ratio* (PER), *net protein ratio* (NPR), *true protein digestibility* (TPD), *biological value* (BV), dan *net protein utilization* (NPU). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi nilai gizi protein tepung tempe yang terbuat dari kedelai lokal grobogan, kedelai impor GMO dan kedelai impor non-GMO. Kedelai varietas grobogan merupakan kedelai lokal yang banyak ditanam di daerah Grobogan Jawa Tengah. Kedelai GMO dan non-GMO merupakan kedelai impor dari Amerika Serikat. Kedelai GMO (genetically modified organism) adalah kedelai hasil rekayasa genetika yang saat ini banyak digunakan oleh pengrajin tempe di Indonesia, karena harganya yang jauh lebih murah dibandingkan yang non-GMO.

II. METODOLOGI

2.1. Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan tikus putih galur *Sprague Dawley* jantan lepas sapih umur 4 minggu yang diperoleh dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) RI, tepung tempe dari berbagai varietas kedelai dan kasein. Varietas kedelai yang digunakan adalah kedelai lokal (grobogan) serta impor (GMO dan non-GMO) yang diperoleh dari KOPTI Bogor. Komposisi penyusun ransum tikus terdiri atas pati jagung, campuran mineral, campuran vitamin (merk 'Fitkom'), minyak jagung, *carboximethylcellulose*

(CMC), kasein, dan beberapa sampel protein uji yaitu tepung tempe.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat alat pembuatan tempe, pembuatan tepung tempe, kandang metabolik, dan alat analisis nitrogen metode Kjeldahl (AOAC 1995).

2.2. Pembuatan Tempe

Proses pembuatan tempe dilakukan berdasarkan prosedur pembuatan tempe di Rumah Tempe Indonesia (RTI) Bogor, Jawa Barat. Kedelai pertama kali dibersihkan dalam kondisi masih kering. Setelah itu kedelai dicuci dengan air hingga bersih. Kedelai direbus dalam air mendidih bersuhu 100°C selama 120 menit. Setelah direbus, kedelai direndam dengan air perebusnya hingga mendingin, kemudian dibiarkan pada suhu ruang selama 20 - 22 jam. Selanjutnya kedelai dikupas menggunakan mesin pengupas. Kedelai tanpa kulit direbus kembali selama 30 menit. Butir-butir kedelai ditiriskan dan didinginkan hingga mencapai suhu kamar (25 - 27°C). Biji kedelai dicampur dengan ragi tempe (inokulum). Kedelai yang telah dicampur dengan inokulum dibungkus dengan kantong plastik PE (polietilen) yang telah diberi lubang. Pemeraman (inkubasi) dilakukan di ruang inkubasi pada suhu sekitar 30 - 37°C dan kelembaban relatif (RH) 70 - 85 persen, selama 46 - 48 jam hingga seluruh permukaan tempe tertutupi oleh miselium berwarna putih.

2.3. Pembuatan Tepung Tempe

Proses pembuatan tepung tempe dilakukan berdasarkan metode Inayati (1999). Tempe segar dipotong-potong membentuk dadu, dikukus selama 10 menit pada suhu 80°C. Setelah dikukus, dikeringkan dengan oven selama 6 jam pada suhu 60°C, digiling dengan *pin disc mill* dan diayak dengan *vibrating screen* ukuran 60 mesh.

2.4. Formulasi Ransum

Komposisi ransum yang diberikan pada tikus adalah *isonitrogen* dan *isokalori* dengan perhitungan berdasarkan standar AOAC (1995). Formulasi ransum dibuat berdasarkan kadar protein 10 persen. Komposisi ransum dibuat berdasarkan hasil analisis proksimat bahan uji.

2.5. Masa Pemeliharaan Tikus Berdasarkan Jenis Diet

Penelitian ini menggunakan tikus percobaan sebagai model dengan masa pemeliharaan selama 28 hari. Sebanyak 25 ekor tikus dibagi menjadi lima kelompok, yaitu kelompok non-protein, kasein, tepung tempe kedelai grobogan, tepung tempe kedelai GMO, dan tepung tempe kedelai non-GMO. Tikus ditempatkan dalam kandang metabolik untuk memperoleh feses dan urin secara terpisah. Pengumpulan feses dan urin dilakukan selama 10 (sepuluh) hari terakhir. Pengerjaan ini dilakukan dengan teliti sehingga diyakini tidak ada feses atau urin yang terbuang. Botol penampung urin diberi ± 1 ml larutan H₂SO₄ 5 persen untuk mencegah penguapan amoniak. Selain itu, setiap hari dilakukan pengumpulan dan penimbangan sisa makanan, serta setiap dua hari dilakukan penimbangan berat badan. Pada akhir percobaan, dilakukan analisis kadar nitrogen dalam feses dan urin dengan menggunakan metode Kjeldahl (AOAC 1995).

2.6. Pengukuran Nilai Gizi Protein

2.6.1. Metode Pertumbuhan

Pengukuran nilai gizi protein berdasarkan metode pertumbuhan memerlukan data berat badan, total konsumsi ransum dan protein yang dilakukan selama 28 (dua puluh delapan) hari. Parameter FCE, PER, dan NPR dihitung dengan persamaan berikut :

1. Feed Conversion Efficiency (FCE)

$$FCE = \frac{\Delta BB}{\sum \text{konsumsi ransum}} \times 100 \%$$

2. Protein Efficiency Ratio (PER)

$$PER = \frac{\Delta BB}{\sum \text{konsumsi protein}}$$

3. Net Protein Ratio (NPR)

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

2.6.2. Metode Keseimbangan Nitrogen.

Pengukuran nilai gizi protein berdasarkan metode keseimbangan nitrogen memerlukan data jumlah dan kadar nitrogen urin dan feses masing-masing kelompok percobaan selama 10 (sepuluh) hari. Parameter TPD, BV, dan NPU

dihitung dengan persamaan berikut :

1. *True Protein Digestibility* (TPD)

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

2. *Biological Value* (BV)

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

3. *Net Protein Utilization* (NPU)

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

N metabolik = kadar N feses non-protein.

N endogen = Kadar N urin non-protein.

2.7. Analisis statistik

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 (lima) kali. Data berbagai parameter (FCE, PER, NPR, TD, BV, dan NPU) yang diperoleh kemudian diolah dengan Analisis *One-Way ANOVA* menggunakan program SPSS 16 untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diuji. Jika terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$) atau sangat nyata ($p < 0,01$), dilakukan uji lanjut yaitu menggunakan uji jarak Duncan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Total Konsumsi dan Kenaikan Berat Badan.

Tabel 1 menunjukkan total konsumsi ransum dan total protein *intake* oleh tikus selama 28 (dua puluh delapan) hari percobaan. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa jenis perlakuan

berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap total konsumsi ransum dan total protein *intake*. Hasil uji lanjut dengan uji jarak Duncan menunjukkan bahwa total konsumsi ransum maupun total protein *intake* kelompok non-protein sangat nyata lebih rendah dibandingkan kelompok tepung tempe kedelai grobogan, GMO, non-GMO dan kasein. Total konsumsi ransum dan total protein *intake* kelompok tepung tempe grobogan tidak berbeda nyata dengan kelompok tepung tempe kedelai non-GMO dan kasein, namun berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok tepung tempe GMO. Lindemann, dkk., (2002); Kurihara (2009); Kusnandar (2010) menjelaskan bahwa protein sebagai salah satu komponen penyusun bahan pangan memiliki fungsi sebagai pemberi rasa gurih pada bahan pangan. Adanya kandungan asam glutamat dan asam aspartat pada bahan pangan memberikan rasa gurih pada bahan pangan tersebut sehingga lebih enak untuk dikonsumsi. Tepung tempe mengandung asam glutamat yang jauh lebih tinggi dibandingkan asam amino non-esensial lainnya.

Tabel 2 menampilkan kenaikan berat badan tikus selama 28 (dua puluh delapan) hari perlakuan. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa jenis perlakuan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kenaikan berat badan. Hasil uji lanjut dengan uji jarak Duncan menunjukkan bahwa kenaikan berat badan kelompok non-protein sangat nyata lebih rendah dibandingkan kelompok tepung tempe kedelai grobogan, GMO, non-GMO dan kasein. Kenaikan berat badan kelompok tepung tempe kedelai grobogan tidak berbeda nyata dengan tepung tempe kedelai GMO dan non-GMO,

Tabel 1. Jumlah Konsumsi Ransum Berdasarkan Kelompok Perlakuan

Perlakuan	Total Konsumsi Ransum (g/28 hari)	Total Protein Intake (g/28 hari)
Non Protein	106,01 ± 12,68 ^c	10,6 ± 1,27 ^c
Kasein	305,18 ± 31,02 ^a	30,5 ± 3,07 ^a
Tepung tempe GMO	277,05 ± 24,55 ^{ab}	27,7 ± 2,45 ^{ab}
Tepung tempe non-GMO	302,69 ± 20,04 ^{ab}	30,26 ± 2,0 ^{ab}
Tepung tempe grobogan	331,90 ± 25,38 ^b	33,19 ± 2,53 ^b

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda sangat sangat nyata ($p < 0,01$)

namun sangat nyata lebih rendah dibandingkan kelompok kasein.

Gambar 1 menunjukkan kenaikan berat badan selama masa perlakuan. Kenaikan berat badan kelompok kasein lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok tepung tempe. Hal ini mungkin disebabkan oleh komposisi asam amino esensial dan kandungan mineral kalsium dan fosfor yang terdapat pada kasein

Duncan menunjukkan bahwa kelompok tepung tempe kedelai grobogan (20,10 persen) tidak berbeda nyata dengan kelompok tepung tempe kedelai GMO (21,21 persen) dan non-GMO (20,04 persen), namun sangat nyata lebih rendah dibandingkan dengan kelompok kasein (24,69 persen).

Tingginya persentase FCE kelompok kasein disebabkan oleh kenaikan berat badan

Tabel 2. Kenaikan Berat Badan Berdasarkan Kelompok Perlakuan

Perlakuan	Berat Badan (g)		
	Sebelum Percobaan	Setelah Percobaan (28 hari)	Perubahan Berat Badan
Non-Protein	39 ± 1,41	26,8 ± 1,64 ^c	-12,2 ± 2,77 ^a
Kasein	38,4 ± 2,88	113,6 ± 7,16 ^a	75,2 ± 5,76 ^b
Tepung tempe GMO	43 ± 2,55	105,2 ± 4,08 ^{ab}	62,2 ± 5,84 ^c
Tepung tempe non-GMO	43,8 ± 6,01	104,4 ± 7,86 ^b	60,6 ± 2,88 ^c
Tepung tempe grobogan	45,6 ± 4,76	111,2 ± 7,59 ^{ab}	65,6 ± 3,43 ^c

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($p < 0,01$)

lebih tinggi dibandingkan dengan tepung tempe (Hoffman dan Falvo 2004 ; Waelen, dkk., 2009).

Selain proporsi antara protein, lemak dan karbohidrat, yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tubuh adalah kualitas protein yang terdapat pada bahan pangan tersebut. Kualitas protein merupakan gambaran bagaimana protein yang terkandung dalam bahan pangan tersebut akan mempengaruhi pertumbuhan dilihat dari komposisi asam amino esensial, kemampuan tubuh untuk mencerna, serta bioavailabilitas asam amino yang dikandungnya (Schaafsma 2000; Hoffman dan Falvo 2004).

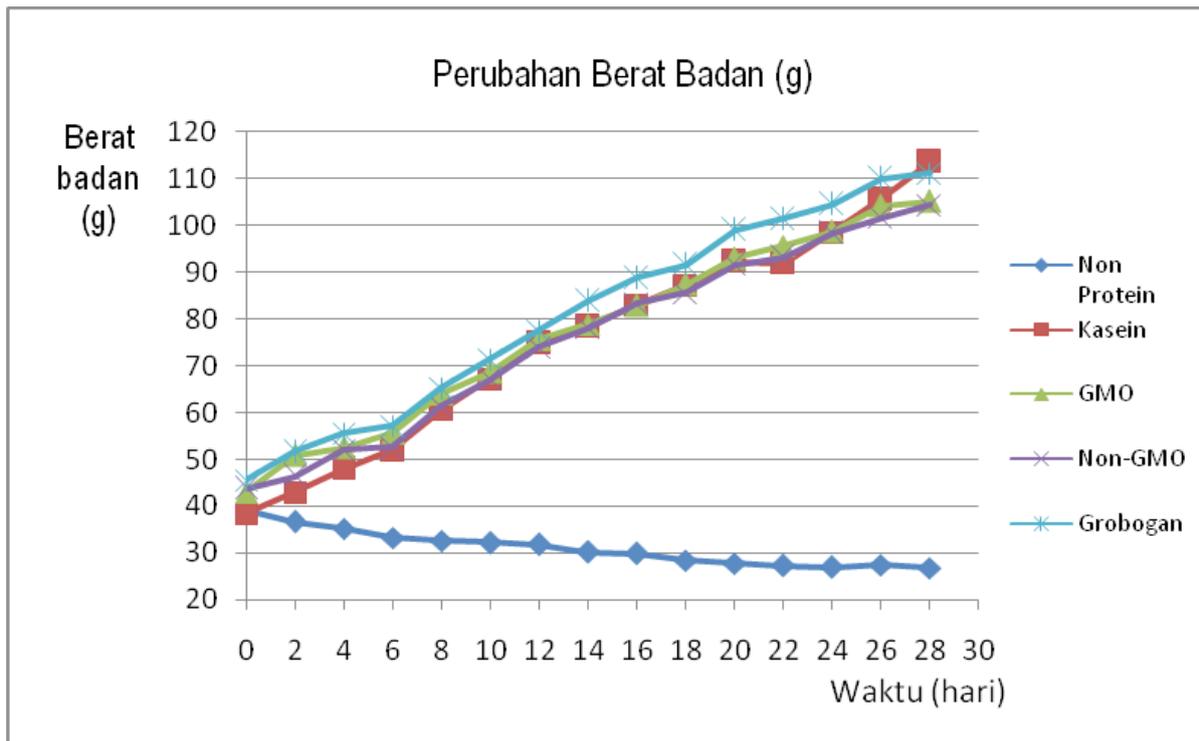
3.2. Nilai Gizi Protein Berdasarkan Metode Pertumbuhan

Penetapan nilai gizi protein dengan metode pertumbuhan menghubungkan secara kualitatif antara laju pertumbuhan hewan percobaan dengan jumlah konsumsi protein.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa jenis perlakuan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai FCE. Hasil uji lanjut dengan uji jarak

kelompok kasein pada akhir penelitian yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok tepung tempe. Meskipun nilai FCE ketiga jenis tepung tempe lebih rendah dibandingkan FCE kasein, namun masih lebih tinggi dibandingkan nilai FCE kedelai mentah. Kiers, dkk., (2003) menjelaskan bahwa kedelai yang difermentasi dengan menggunakan *Rhizopus sp* mengalami peningkatan FCE sebesar 3 persen.

Metode yang digunakan untuk melihat hubungan antara kenaikan berat badan dengan konsumsi protein adalah metode *protein efficiency ratio* (PER). PER merupakan parameter mutu gizi protein yang paling banyak digunakan. Hoffman dan Falvo (2004) menjelaskan bahwa PER digunakan untuk mengetahui seberapa efektif protein yang terdapat dalam bahan pangan mempengaruhi pertumbuhan hewan coba. Nilai PER sampel protein uji kemudian dibandingkan dengan nilai PER standar, yaitu PER kasein. Kasein digunakan sebagai standar dikarenakan kandungan asam amino esensial yang terdapat pada kasein tersebut cukup lengkap untuk pertumbuhan hewan coba.



Gambar 1. Kurva Pertumbuhan Berat Badan Tikus Selama 28 Hari Percobaan

Terdapatnya perbedaan kualitas protein dalam ransum menyebabkan perbedaan nilai PER yang diperoleh seperti dilaporkan oleh Astuti (1999).

Pada hakikatnya, perhitungan PER hampir mirip dengan perhitungan FCE, yang membedakan adalah pembagiannya. Pembagi pada PER adalah total protein yang dikonsumsi, sedangkan FCE pembagiannya adalah total ransum yang dikonsumsi. Berdasarkan nilai PER pada Tabel 3, terlihat bahwa jenis perlakuan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai PER. Hasil uji lanjut dengan uji jarak Duncan menunjukkan bahwa nilai PER kelompok tepung tempe kedelai grobogan (2,01) tidak berbeda nyata dibandingkan kelompok tepung tempe kedelai GMO (2,12) dan non-GMO (2,0), namun sangat nyata lebih rendah

dibandingkan kelompok kasein (2,47).

Sumber protein hewani memiliki nilai PER lebih tinggi dibandingkan dengan sumber protein nabati. Nilai PER ketiga jenis tepung tempe tersebut lebih rendah dibandingkan dengan nilai PER dari sumber hewani seperti telur (3,9), susu (2,5) dan daging sapi (2,9) seperti yang dilaporkan oleh Hoffman dan Falvo (2004). Analisis kualitas protein dengan menggunakan metode PER memiliki kelemahan, yaitu adanya asumsi bahwa seluruh protein yang dikonsumsi digunakan untuk pertumbuhan, sementara untuk pemeliharaan jaringan tubuh tidak diperhitungkan (Muchtadi, 2010).

Mengatasi permasalahan tersebut, digunakan metode *net protein ratio* (NPR)

Tabel 3. Perbandingan Nilai FCE, PER, dan NPR Tepung Tempe dan Kasein

Perlakuan	FCE (%)	PER	NPR
Kasein	24,69 ^a	2,47 ^a	3,67 ^a
Tepung tempe GMO	21,21 ^b	2,12 ^b	2,96 ^a
Tepung tempe non-GMO	20,04 ^b	2,00 ^b	2,96 ^a
Tepung tempe grobogan	20,10 ^b	2,01 ^b	2,48 ^a

dengan menambahkan satu kelompok non-protein. Pada penentuan parameter NPR diperlukan data penurunan berat badan yang dihitung sebagai rata-rata dari kelompok tikus yang memperoleh ransum non-protein. NPR dihitung untuk tiap ekor tikus dan nilainya dirata-ratakan untuk tiap kelompok. Berdasarkan hasil NPR pada Tabel 3, dapat diketahui bahwa jenis perlakuan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kenaikan nilai NPR. Hasil uji lanjut dengan uji jarak Duncan menunjukkan bahwa tepung tempe kedelai grobogan (2,47) tidak berbeda nyata dengan kelompok tepung tempe kedelai GMO (2,96) dan non-GMO (2,96), namun nyata lebih rendah dibandingkan dengan kelompok kasein (3,67). 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.

3.3. Nilai Gizi Protein Berdasarkan Metode Keseimbangan Nitrogen

Pengukuran kualitas protein dengan metode keseimbangan nitrogen dapat dilakukan dengan parameter *true protein digestibility* (TPD), *biological value* (BV), serta *net protein utilization* (NPU). Berdasarkan hasil yang terdapat pada Tabel 4, diketahui bahwa jenis perlakuan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai TPD. Hasil uji lanjut dengan uji jarak Duncan menunjukkan bahwa nilai TPD kelompok tepung tempe kedelai grobogan (84 persen) tidak berbeda nyata dibandingkan dengan kelompok tepung tempe kedelai non-GMO (82,23 persen), namun sangat nyata lebih tinggi dibandingkan kelompok tepung tempe GMO

(80,27 persen) dan sangat nyata lebih rendah dibandingkan kelompok kasein (87,3 persen). Nilai TPD kelompok tepung tempe kedelai non-GMO tidak berbeda nyata dengan kelompok tepung tempe kedelai GMO. Perbedaan nilai TPD dari ketiga jenis tepung tempe mungkin disebabkan oleh perbedaan kandungan faktor anti gizi seperti tripsin inhibitor dan lectin yang terdapat pada ketiga jenis kedelai. Gu, dkk., (2010) menyebutkan perbedaan jenis kedelai berpengaruh secara signifikan terhadap kandungan *trypsin inhibitor* dan *lectin*, yang aktivitas senyawa tersebut dapat menurunkan daya cerna protein. Semakin tinggi kandungan faktor anti gizi yang terdapat pada kedelai, kemampuan tubuh untuk mencerna protein juga akan semakin menurun.

Daya cerna ketiga jenis tepung tempe tersebut lebih rendah dibandingkan dengan kasein. Hal ini mungkin disebabkan oleh bahan pangan nabati mengandung serat yang tinggi dibandingkan dengan sumber pangan hewani. Berdasarkan hasil analisis proksimat, diketahui bahwa kasein tidak mengandung serat kasar. Kandungan serat kasar tepung tempe cukup tinggi, yaitu 4,69 g/100 g pada tepung tempe kedelai GMO, 5,08 g/100 g pada tepung tempe kedelai non-GMO dan 5,38 g/100g pada tepung tempe kedelai grobogan. Astuti (1999) melaporkan bahwa bahan pangan yang banyak mengandung serat mempunyai daya cerna lebih rendah dibandingkan dengan bahan pangan yang mengandung sedikit serat. Hal ini disebabkan oleh serat dapat mempengaruhi aktivitas enzim *protease*. Interaksi antara serat pangan dengan enzim *protease* dapat menyebabkan penurunan aktivitas enzim *protease* yang diproduksi oleh pankreas.

Tabel 4. Perbandingan Nilai TPD, BV, dan NPU Tepung Tempe dan Kasein

Perlakuan	True Protein Digestibility (%)	Biological Value (%)	Net Protein Utilization (%)
Kasein	87,33 ^a	86,34	75,42
Tepung tempe GMO	80,27 ^{bc}	88,78	71,28
Tepung tempe non-GMO	81,23 ^{bc}	91,70	74,57
Tepung tempe grobogan	84,00 ^c	91,53	76,93

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($p < 0,01$)

Selain TPD, parameter lain yang digunakan untuk mengukur kualitas protein adalah *biological value* (BV). Hoffman dan Falvo (2004) menjelaskan bahwa BV merupakan metode untuk mengukur kualitas protein dengan cara menghitung penggunaan nitrogen untuk pembentukan jaringan dibagi dengan jumlah nitrogen yang terserap oleh tubuh dari bahan pangan. Dengan kata lain, BV digunakan untuk mengetahui seberapa besar tubuh menggunakan protein yang diperoleh dari bahan pangan. Semakin banyak protein yang ditahan oleh tubuh, semakin tinggi nilai biologisnya. Protein yang telah dicerna dan diserap oleh usus tidak semuanya dapat dimanfaatkan oleh tubuh sehingga daya cerna yang tinggi tidak menjamin nilai biologis akan tinggi pula.

Berdasarkan Tabel 4, diketahui bahwa jenis perlakuan tidak berpengaruh nyata ($p>0,01$) terhadap nilai BV kelompok tepung tempe kedelai grobogan (91,53 persen), GMO (88,78 persen), non-GMO (91,79 persen), dan kasein (86,34 persen). Almatsier (2004) menjelaskan bahwa makanan yang mempunyai nilai BV ≥ 70 atau lebih dianggap mampu memberi pertumbuhan bila dikonsumsi dalam jumlah cukup dan konsumsi energi mencukupi. Metode *biological value* memiliki kekurangan, yaitu hanya memperhatikan jumlah protein yang ditahan, tetapi tidak memperhatikan jumlah protein yang dicerna. Oleh karena itu, metode yang dapat digunakan untuk melihat kedua parameter tersebut adalah metode *net protein utilization* (NPU). Berdasarkan Tabel 4, diketahui bahwa jenis perlakuan tidak berpengaruh nyata ($p>0,01$) terhadap nilai NPU kelompok tepung tempe kedelai grobogan (79,93 persen), GMO (71,28 persen), non-GMO (74,57 persen), dan kasein (75,42 persen). Hal ini membuktikan bahwa kandungan nitrogen yang terdapat pada ketiga jenis tepung tempe tersebut dapat dicerna dengan baik dan digunakan oleh tubuh sama seperti kasein.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa secara umum nilai gizi protein tepung tempe kedelai lokal grobogan memiliki kualitas yang sama dengan tepung tempe kedelai non-GMO, tetapi lebih tinggi dibandingkan dengan tepung tempe kedelai GMO dalam hal nilai daya cerna

sejati (TPD), namun lebih rendah dibandingkan dengan kasein sebagai standar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pemberi dana penelitian yaitu Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kantor Pusat Jakarta melalui Kerjasama Kemitraan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Nasional (KKP3N) dengan surat perjanjian pelaksanaan kegiatan No : 709/LB.620/I.I/2/2013 tanggal 25 Februari 2013 atas nama Made Astawan.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier A. 2004. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama,
- AOAC. 1995. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist*. USA: Published by The Association of Official Analytical Chemist, Inc. Arlington, Virginia.
- Astawan, M. 2008. *Sehat dengan Tempe*. Jakarta : PT.Dian Rakyat,
- Astuti, M. Meliala, A. Dalais, F.S. dan Wahlqvist, M.L. 2000. Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia. *Asia Pacific J Clin Nutr*.9(4) : 322-325
- Astuti, S. 1999. Pengaruh Tepung Kedelai dan Tempe dalam Ransum Terhadap Fertilitas Tikus Percobaan. [tesis]. Bogor. Institut Pertanian Bogor
- Babu, P.D. Bhagyaraj, R. Vidhyalakshmi, R. 2009. A low cost nutritious food "tempeh". *World Journal of Dairy & Food Sciences* 4 (1): 22-27
- Bastian, F.Ishak, E.I. Tawali, A.B. 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*. Vol.2 No.1
- Chen, C.C. Shih, Y.C. Chiou, P.W.S. Yu, B. 2010. Evaluating nutritional quality of single stage- and two stage-fermented soybean meal. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*. Vol. 23, No. 5 : 598-606
- Gu, C. Pan, H. Sun, Z. Qin, G. 2010. Effect of soybean variety on anti-nutritional factors content, and growth performance and nutrients metabolism in rat. *Int. J. Mol. Sci*.11, 1048-1056; DOI:10.3390/ijms11031048
- Hoffman, J.R. Falvo, M.J. 2004. Protein-which is best?. *J Sport Scie and Med*.3, 118-130.
- Inayati. 1991. *Biskuit Berprotein Tinggi dari Campuran Tepung Terigu, Singkong, dan Tempe Kedelai*.

[Skripsi]. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

- Kiers, J.L. Meijer, J.C. Nout, M.J.R. Rombouts, F.M Nabuurs, M.J.A. Meulen, J.V.D. 2003. Effect of fermented soya beans on diarrhea and feed efficiency in weaned piglets. *J. Appl. Microbiol.* 95:545. DOI:10.1046/j.1365-2672.2003.02011.x
- Kurihara, K. 2009. Glutamate: from discovery as a food flavor to role as a basic taste (umami). *Am J Clin Nutr.*90 (suppl):719S–22S. DOI: 10.3945/ajcn.2009.27462D.
- Kusnandar, F. 2010. *Kimia Pangan komponen Makro*. Jakarta : Dian Rakyat.
- Lindemann, B. Ogiwara, Y. Ninomiya, Y. 2002. The discovery of umami. *Chem senses.*27.843-844.
- Millward, D.J. Layman, D.K. Tome, D. Schaafsma. 2008. Protein quality assessment : Impact of expanding understanding of protein and amino acid needs for optimal health. *Am J Clin Nutr.*87. (suppl):1576S-81S.
- Muchtadi, D. 2010. *Kedelai Komponen untuk Kesehatan*. Bandung : Alfabeta.
- Muchtadi, D. 2010. *Teknik Evaluasi Nilai Gizi Protein*. Bandung : Alfabeta.
- Rodriguez, E.O.C. Montoya, N.M.V. Bejarano, P.I.A. Carrillo, J.M. Escobedo, R.M. Perez, L.A.B. Tiznado, J.A.G. Moreno, C.R. 2006. Nutritional properties of tempeh flour quality protein maize (*Zea mays L.*). *Elsevier Sci Direct.*39:1072-1079. DOI:10.1016/j.lwt.2005.07.003
- Schaafsma, G. 2000. The protein digestibility-corrected amino acid score. *J.Nutr.* 130: 1865S-1867S
- Waelen, A.H. Plantenga, M.S.W. Veldhorst, M.A.B. Westerterp, K.R. 2009. Single-protein casein and gelatin diets affect energy expenditure similarly but substrate balance and appetite differently in adults. *J. Nutr.* 139: 2285–2292. DOI:10.3945/jn.109.110403.
- Yoo, J.S. Jang, H.D. Cho, J.H. Lee, J.H. Kim, I.H. 2009. Effects of fermented soy protein on nitrogen balance and apparent fecal and ileal digestibility in weaned pigs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 22, No. 8 : 1167 - 1173

BIODATA PENULIS :

Mursyid menyelesaikan pendidikan S1 Ilmu Gizi di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKES) Baiturrahim Jambi pada tahun 2010. Saat ini sedang mengikuti program S2 pada Program Studi Ilmu Pangan, Sekolah Pascasarjana, IPB.

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.

Deddy Muchtadi dilahirkan di Tasikmalaya, 11 Juli 1946. Menyelesaikan pendidikan S3 Food Science di Universite des Sciences et Techniques du Languedoc (USTL), Montpellier, France pada tahun 1982.

Tutik Wresdiyati dilahirkan di Yogyakarta, 9 September 1964. Menyelesaikan pendidikan S1 Kedokteran Hewan di Institut Pertanian Bogor tahun 1988, dan pendidikan S3 Veterinary Sciences di Yamaguchi University, Jepang tahun 1998.

Sri Widowati menyelesaikan pendidikan S3 Ilmu Pangan di IPB pada tahun 2007.

Siti Harnina Bintari dilahirkan di Madiun, 14 Agustus 1960. Menyelesaikan pendidikan S3 di Universitas Diponegoro Semarang.

Maryani Suwarno menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan IPB. Saat ini sedang mengikuti program S2 pada Program Studi Ilmu Pangan, Sekolah Pascasarjana, IPB.