

KAJIAN LITERATUR: POTENSI PEMANFAATAN PROTEIN TEMPE NON-KEDELAI

Literature Review: Potency of Non-Soybean Tempeh Protein

Isnaini Permata Sari dan Yunita Siti Mardhiyyah*

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri dan Agroindustri,
Universitas Internasional Semen Indonesia, Gresik, 61122

*email : yunita.mardhiyyah@uisi.ac.id

ABSTRAK

Tempe merupakan salah satu produk olahan fermentasi yang umumnya berbahan dasar kacang kedelai. Di Indonesia, terdapat bahan baku selain kedelai yang digunakan untuk membuat tempe. Berbagai jenis tanaman yang memiliki kandungan protein tidak kalah dengan kedelai juga tumbuh di Indonesia. Bahan tersebut diharapkan mampu untuk dijadikan alternatif bahan baku tempe, mengingat produktivitas kedelai yang semakin menurun tiap tahunnya. Proses pembuatan tempe non-kedelai dilakukan dengan memodifikasi proses pembuatan tempe pada umumnya. Terdapat 12 macam jenis bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan tempe non-kedelai yang dibagi menjadi 3 kelompok yaitu *Fabeaceae*, *Amaranthaceae* dan *Gramineas*. Pada metode pembuatan tempe non-kedelai terdapat perbedaan perlakuan dari proses pembuatan tempe kedelai. Perbedaan tersebut pada lama waktu perendaman, perebusan/pengukusan serta fermentasi. Potensi kandungan protein pada tempe non-kedelai dipengaruhi oleh prosentase jumlah inokulum yang ditambahkan, penggunaan inokulum tempe serta lamanya waktu fermentasi. Protein yang terkandung pada tempe non-kedelai memiliki banyak manfaat seperti penghasil rasa umami, mencegah diare serta sebagai sumber isolat protein

Kata kunci: Fermentasi, tempe, Protein, *Rhizopus sp.*, Tempe non-kedelai

ABSTRACT

Tempe is one of the Indonesian fermented products which are generally made from soybeans. There are many raw materials besides soybean that can be used to make tempeh. Various types of plants with high protein content are as good as soybeans for tempeh producing. The materials are expected to be an alternative for tempeh material replacing soybean which is decreased every year for its productivity. The process of making non-soybean tempeh is done by modifying the process of making soybean tempe in general. There are 12 types of materials that can be used in making non-soybean tempeh which are divided into 3 groups, namely Fabeaceae, Amaranthaceae and Gramineas. There are different treatments from the process of making soybean tempeh. The differences are the soaking time, boiling / steaming steps and fermentation process. Potential protein content in non-soybean tempe is influenced by the amount of inoculum added, the use of tempeh inoculum and the length of fermentation. Furthermore, the protein content in non-soybean tempeh may use as umami compound sources, bioactive compounds as well as protein isolates

Keywords : Fermentation, tempeh, Protein, *Rhizopus sp.*, Non-soybean tempeh

PENDAHULUAN

Tempe kedelai merupakan salah satu produk fermentasi tradisional Indonesia yang memiliki flavor khas. Tempe kedelai menjadi menu sehari-hari masyarakat Indonesia karena rasanya yang enak serta memiliki kandungan gizi yang serupa dengan produk olahan daging (Astuti, *et al.* 2000). Menurut data BSN tahun 2012, terdapat 81 ribu unit usaha pembuatan tempe yang memproduksi 2.4 juta ton tempe per tahun di Indonesia. Rata-rata orang Indonesia mengonsumsi sebanyak 0.146 kg tempe setiap minggunya (BPS 2018).

Di Indonesia, tempe juga dibuat dengan bahan baku selain kedelai, seperti tempe gembus yang berasal dari fermentasi substrat tofu/tahu, tempe bongkok dari kelapa dan tempe benguk yang berasal dari fermentasi kacang koro benguk. Lamanya waktu fermentasi tempe juga dapat menjadi faktor penggolongan tempe, yaitu tempe segar, semangit dan bosok. Menurut Handoyo dan Morita (2006) terdapat peningkatan total asam amino bebas dalam tempe seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi kacang kedelai. Dalam penelitian tersebut, peningkatan asam amino bebas sebesar 3 sampai 10 kali jika dibandingkan dengan tempe tanpa fermentasi. Salah satu asam amino yang penting dalam menentukan citarasa tempe adalah asam glutamat. Asam glutamat yang termasuk kedalam asam amino non-esensial, memiliki jumlah tertinggi ketiga setelah alanin dan lisin pada tempe

kedelai dengan lama waktu fermentasi 72 jam sebesar 147 mg/100 g kedelai (Handoyo dan Morita 2006).

Dari tahun ke tahun, produktivitas kedelai terus menurun sehingga sempat terjadi kelangkaan dan pemerintah memutuskan untuk impor kedelai. Menurut data BPS (2015), produksi kedelai nasional meningkat dibandingkan tahun 2014 sebesar 954.997 ton, menjadi 963.183 ton. Meskipun begitu, produksi kedelai lokal belum bisa menutupi kebutuhan kedelai nasional sebesar 2.6 juta ton. Impor kedelai Indonesia terus meningkat sejak tahun 2013 hingga mencapai 2.671.914 ton pada tahun 2017. Indonesia memiliki bermacam jenis tanaman *legum* yang memiliki kandungan protein tidak kalah dengan kedelai seperti kacang tanah, kacang hijau, kacang gude, koro benguk, kacang garbanzo, kacang merah, kacang bogor dan kacang kerandang. Sampai saat ini telah dikembangkan berbagai produk tempe non kedelai yang difungsikan sebagai alternatif dari kacang kedelai.

Potensi Bahan Non-Kedelai Untuk Tempe

Potensi keanekaragaman hayati yang sangat banyak di Indonesia semestinya mampu memberikan solusi permasalahan kelangkaan bahan baku pembuatan tempe kedelai. Beberapa jenis tanaman yang dapat dikembangkan menjadi bahan baku tempe seperti kelompok *Fabeaceae* (polong-polongan), *Amarantheaceae* (tumbuhan berbunga) dan *Gramineas* (padi-padian). Meskipun belum ada data statistik secara ekonomi

terkait potensi pengembangan bahan non-kedelai sebagai bahan baku tempe, namun beberapa penelitian sudah membuktikan keunggulan tempe non-kedelai.

Produksi kacang tanah dan kacang hijau pada tahun 2017 sejumlah 153.216 ton dan 52.403 ton (BPS, 2009). Di sisi lain, produksi koro pedang pada tahun 2012 sebesar 45.500 ton (Yuniarsih and Muslimin, 2013). Berdasarkan kandungan gizi protein, protein dari legume non-kedelai juga cukup potensial. Kandungan protein pada tempe kacang tanah sebesar 28.50%, kacang hijau sebesar 22.20% dan kacang bogor sebesar 18.30% (Radiati and Sumarto, 2016). Kandungan protein pada kacang merah sebesar 33.85% (Kusnandar *et al.*, 2020). Hal ini menunjukkan bahwasannya kandungan protein yang ada pada tempe non-kedelai tidak kalah dengan kandungan protein yang ada pada tempe kedelai yaitu sebesar 20.80% (BSN, 2012). Penelitian sebelumnya mengenai pengembangan produk tempe dari non-kedelai telah dilakukan oleh beberapa peneliti yang dapat dilihat pada **Tabel 1.**

Metode Pembuatan Berbagai Varian Tempe Non-Kedelai

Pada umumnya proses pembuatan tempe non-kedelai didasarkan pada proses pembuatan tempe kedelai. Prinsip dasar pembuatan tempe kedelai dimulai dengan tahapan pembersihan, pencucian, perebusan, perendaman, pencucian, perebusan kembali,

penambahan inokulum, pengemasan dan fermentasi (BSN, 2012) dapat dilihat pada

Gambar 1.



Gambar 1. Proses pembuatan tempe kedelai (BSN, 2012)

Proses pembuatan tempe non-kedelai dilakukan dengan memodifikasi proses pembuatan tempe pada umumnya. Modifikasi dilakukan dengan melihat karakteristik bahan dari bahan

non-kedelai yang digunakan. Tidak semua bahan non-kedelai dapat dimodifikasi dengan proses pembuatan yang sama, karena ketebalan, ukuran

maupun struktur dari bahan non-kedelai sangat bervariasi.

Tabel 1. Penelitian terkait pengembangan tempe non-kedelai

No.	Famili	Genus	Nama Kacang	Referensi
1	Fabaceae	<i>Cajanus</i>	Biji gude	Utami <i>et al.</i> , (2015), Dewi (2010), Sine dan Soetarto (2016), Sulistyarsi <i>et al.</i> (2016)
		<i>Leucaena</i>	Lamtoro gung / Mlanding	Muthmainah <i>et al.</i> (2016); Ishartani <i>et al.</i> (2018)
		<i>Adenanthera</i>	Biji saga	Utami <i>et al.</i> , 2015
		<i>Glycine max</i> (L.) Merrit	Kedelai hitam	Utami <i>et al.</i> , 2015
		<i>Cicer</i>	Kacang Garbanzo (kacang arab)	Bujang dan Taib, 2013
		<i>Arachis</i>	Kacang tanah	Bujang dan Taib (2013); Pamungkas (2018), Radiati dan Sumarto (2016)
		<i>Vigna</i>	Kacang hijau	Susilowati (2010), Sulistyarsi <i>et al.</i> (2016), Radiati dan Sumarto (2016)
			Kacang merah	Torrez <i>et al.</i> (2019), Radiati dan Sumarto (2016), Moerniati (2009)
			Kacang bogor	Radiati dan Sumarto (2016), Syakir (2019)
			Kacang tunggak	Sulistyarsi <i>et al.</i> (2016), Syam dan Patang (2018)
	<i>Mucuna</i>	Koro benguk / koro babi	Rahayu <i>et al.</i> (2019), Fitriasaki (2010), Affandi <i>et al.</i> (2010)	
	<i>Canavalia</i>	Koro pedang	Maturbongs (2019) (koro pedang + kedelai); Fitriasaki (2010); Rizqi (2019); Ambarwati (2016)	
2	Amaranthaceae	<i>Chenopodium</i>	Kacang kerandang Kinoa + (kacang merah)	Djaafar <i>et al.</i> , 2019 Pilco <i>et al.</i> , 2019
3	Gramineas	<i>Zea</i>	Jagung + (kedelai)	Setyani <i>et al.</i> , 2019

Berdasarkan **Tabel 2**, klasifikasi metode pembuatan tempe non-kedelai, dapat diketahui bahwa pembuatan tempe dari beberapa jenis bahan memiliki perbedaan lama waktu perlakuan pada tahap perendaman, perebusan/pengukusan serta lamanya waktu fermentasi. Adanya proses perendaman difungsikan sebagai tahapan

fermentasi awal dari bahan yang akan difermentasi menjadi tempe. Perendaman juga berfungsi untuk melunakkan biji dan mencegah adanya pertumbuhan bakteri pembusuk selama proses fermentasi. Selama perendaman, bahan akan mengalami proses hidrasi sehingga kandungan air pada bahan meningkat hingga

mencapai 62-65%. Proses perendaman menurunkan pH kacang yang semula 7.0-6.5 menjadi pH 5. Kondisi ini menghambat pertumbuhan bakteri yang bersifat patogen dan pembusuk serta terbentuknya aroma dan flavor yang unik. Umumnya perendaman pada kedelai dilakukan selama 12 – 24 jam dengan menggunakan air biasa, namun pada bahan non-

kedelai berkisar dari 6 – 24 jam dan dilakukan pada suhu ruang (25-30°C). Lamanya proses perendaman juga disesuaikan dengan karakteristik bahan karena terdapat bahan yang memiliki dimensi besar maupun kecil begitu juga dengan tekstur yang dimiliki yaitu keras dan lunak (Dwinaningsih, 2010).

Tabel 2. Klasifikasi Metode Pembuatan Tempe Non-Kedelai

No	Jenis kelompok	Jenis bahan	Lama waktu		Lama waktu fermentasi	Referensi
			Perendaman	Perebusan/ pengukusan		
1	Fabeaceae	Biji Gude	12 jam	perebusan tidak dijelaskan berapa lama, pengukusan 20 menit	0, 36, dan 42 jam	Dewi, 2010
			24 jam	perebusan 30 menit		
2		Lamtoro / Mlanding	24 jam	perebusan 30 menit	0, 24, 36, 48, 60 dan 72 jam	Muthmainnah, <i>et al.</i> , 2016
			24 jam	perebusan 30 menit		
3		Kacang Tanah	10 jam	pengukusan 120 menit	36 jam	Pamungkas, 2018 Radiati dan Sumarto, 2016
			7 jam	perebusan 10 menit, pengukusan 15 menit	36 jam	
4		Kacang Hijau	7 jam	perebusan 10 menit, pengukusan 15 menit	36 jam	Radiati dan Sumarto, 2016
			24 jam	perebusan 30 menit		
5		Kacang Merah	7 jam	perebusan 10 menit, pengukusan 15 menit	36 jam	Radiati dan Sumarto, 2016
6		Koro Benguk / Koro Babi	24 jam	perebusan 30 menit, pengukusan 25 menit	38 jam	Fitriasari, 2010
			24 jam (3x)	perebusan & pengukusan tidak dijelaskan berapa lama		
			24 jam & 96 jam (diganti air 12 jam)	perebusan I dan II 30 menit	0, 30, 36, 42, 48 jam	Affandi, <i>et al.</i> , 2010
			24 jam		120 jam	Rahayu, <i>et al.</i> , 2019
7		Koro Pedang	12 jam larutan stater,	perebusan 40 menit	36-48 jam	Maturbongs, 2019 (Kedelai +koro pedang)
			24 jam			

		air				
		24 jam	perebusan 30 menit,	38 jam		Fitriasari, 2010
		(3x)	pengukusan 25 menit			
		48 jam,	perebusan 30 menit	48 jam		Rizqi, 2019
		direnda				
		m lagi				
		24 jam				
8	Kacang Bogor	7 jam	perebusan 10 menit,	36 jam		Radiati dan Sumarto, 2016
		24 - 36 jam	pengukusan 15 menit	36 jam		Syagir, 2019
			perebusan 10 menit,			
			pengukusan tidak dijelaskan berapa lama			
9	Kacang Tunggak	12 jam	perebusan tidak dijelaskan berapa lama, pengukusan 20 menit	30,36 dan 42 jam		Dewi, 2010
		24 jam	perebusan 30 menit,	30 jam		Syam dan Patang, 2018 (kedelai + kacang tunggak)
			pengukusan 10 menit			Djaafar, <i>et al.</i> , 2019
10	Kacang Kerandang	72 jam	pengukusan 60 menit	48 jam		
11	Amarantaceae	Kinoa	tidak ada	24-48 jam		Pilco, <i>et al.</i> , 2019 (kacang merah + kinoa)
			pengukusan kacang merah (autoklaf) 30 menit,			
			pengukusan kinoa (pot aluminium) 20 menit			
12	Gramineas	Jagung	(kedelai) 24 jam,	48 jam		Setyani, <i>et al.</i> , 2019 (kedelai+jagung)
		(jagung)	30 menit & pengulangan 30 menit			
		48 jam	30 menit & pengulangan 30 menit			

Proses perebusan difungsikan untuk melunakkan bahan serta memudahkan dalam proses pengupasan kulit yang akan dibuat menjadi tempe non-kedelai. Perebusan pertama umumnya juga berfungsi untuk mengurangi bau langu pada bahan. Umumnya perebusan dilakukan selama 30 menit atau ditandai dengan terkelupasnya kulit dari bahan. Jika tidak dilakukan perebusan pertama, biasanya waktu perendaman akan semakin lama dan timbul bau asam (Utari, *et al.*, 2011). Sedangkan perebusan kedua menurut Dwinaningsih (2010) umumnya

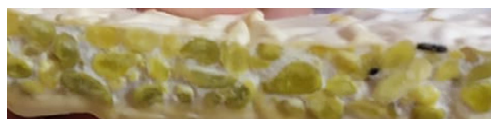
digunakan untuk melunakkan bahan sehingga miselia kapang dapat masuk serta menyatukan bahan secara kompak dan menghasilkan karakteristik tempe yang baik. Perebusan kedua juga untuk memastikan bahan dalam keadaan benar-benar matang dan membunuh bakteri kontaminan yang hidup selama proses perendaman. Tempe yang mengalami proses perebusan/pengukusan dua kali memiliki masa simpan yang lebih lama (Utari, *et al.*, 2011).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mukhoyaroh (2015), lama pemeraman dan suhu

pemeraman berpengaruh terhadap kadar protein pada tempe. Adanya perbedaan lama waktu fermentasi yang dilakukan pada setiap penelitian tempe non-kedelai dikarenakan adanya perbedaan karakteristik bahan serta tujuan yang akan dicapai setiap peneliti berbeda. Umumnya protein akan mencapai kondisi optimum pada pemeraman selama 72 jam dan setelahnya akan mengalami penurunan kadar protein (Istiqomah, 2009).

Melihat dari karakteristik fisik, produk tempe non-kedelai secara umum memiliki ketampakan yang sama dengan tempe kedelai. Dicirikan dengan bentuk kompak dari bulir-bulir biji kedelai yang dijalin dengan miselium dari kapang *Rhizopus sp.* dan memiliki warna warna yang sama (SNI 3144, 2009). Perbedaan ketampakan fisik tempe kedelai dan non-kedelai akan terlihat

signifikan ketika dilakukan pemotongan melintang, sehingga terlihat bulir biji atau polong penyusun tempe seperti yang terlihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Penampakan fisik tempe kacang hijau (dokumentasi pribadi)

Karakteristik Kimia (Protein) Produk Berbagai Varian Tempe Non-Kedelai

Kandungan protein pada tempe non-kedelai, menunjukkan bahwa tempe yang di hasilkan dari beberapa bahan yang dikelompokkan dalam jenis *Fabeaceae*, *Amaranthaceae* dan *Graminaceae* memiliki jumlah protein yang bervariasi. Jumlah protein pada setiap jenis kelompok bahan diuraikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Kandungan Protein Pada Tempe Non-Kedelai

No	Jenis kelompok	Nama bahan	Kandungan Protein	Referensi
1	<i>Fabeaceae</i>	Kacang Gude	30 jam (12.500%) ; 36 jam (15.167%) ; 42 jam (16.042%) rata-rata protein tempe gude 0.64%	Dewi, 2010 Sulistiyarsi, <i>et al.</i> , 2016
2		Lamtoro gung/ Mlanding	Protein biji lamtoro gung (8.474%) ; 24 jam (7.943%) ; 36 jam (7.725%) ; 48 jam (7.195%) ; 60 jam (7.197%) ; 72 jam (5.733%) kadar protein terlarut dg pengeringan suhu 55°C (0.441±0.243), suhu 60°C (0.621±0.064), suhu 65°C (0.632±0.125)	Muthmainah, <i>et al.</i> , 2016 Ishartani, <i>et al.</i> , 2018
3		Kacang tanah	Kacang tanah basis basah 24.17% ; basis kering 27.00% 28.5 g/100g kacang tanah	Pamungkas, 2018 Radiati dan Sumarto, 2016
4		Kacang Hijau	rata-rata protein tempe kacang hijau 0.03% 22.2 g/ 100g kacang hijau	Sulistiyarsi, <i>et al.</i> , 2016 Radiati dan Sumarto, 2016

5	Kacang merah	23.1 g/ 100 g kacang merah	Radiati dan Sumarto, 2016
6	Koro benguk/koro babi	Protein biji koro benguk 26.75±0.06% tempe koro benguk iris (31.245% bb); tempe koro benguk giling (30.045% bb); nugget tempe koro benguk (21.945% bb); nugget tempe koro benguk giling (21.350% bb) protein terlarut koro babi cacah (% bk) 0 jam (2.794), 30 jam (3.850), 36 jam (4.139), 42 jam (4.310) dan 48 jam (5.450) ; protein terlarut koro babi rajang (% bk) 0 jam (2.794), 30 jam (3.528), 36 jam (4.114), 42 jam (4.261) dan 48 jam (5.392)	Rahayu, <i>et al.</i> , 2019 Fitriasari, 2010 Affandi, <i>et al.</i> ,2010
7	Koro pedang	10.57% tempe koro pedang iris (28.275% bb); tempe koro pedang giling (38.035% bb); nugget tempe koro pedang iris (20.065% bb); nugget tempe koro pedang giling (21.285% bb) tempe koro pedang bacem (10.55%)	Maturbongs, 2019 (Kedelai +koro pedang) Fitriasari, 2010 Rizqi, 2019
8	Kacang bogor	18.3 g/100 g kacang bogor Protein kasar 17.99±0.69; perebusan 5 menit 31.58±0.01; perebusan 15 menit 31.63±0.14; perebusan 25 menit 30.58±0.12	Radiati dan Sumarto, 2016 Syakir, 2019
9	Kacang tunggak	30 jam (14.583%); 36 jam (15.083%); 42 jam (16.042%) kedelai-tunggak (25%) 16.69%; kedelai-tunggak (50%) 14.32%; kedelai-tunggak (75%) 13.24%	Dewi, 2010 Syam dan Patang, 2018 (kedelai + kacang tunggak)
10	Kacang kerandang	19.37%	Djaafar, <i>et al.</i> , 2019
11	<i>Amaranthaceae</i> Kuinoa	protein tertinggi kacang merah (80%) - kuinoa (20%) 27.20%	Pilco, <i>et al.</i> , 2019 (kacang merah + kuinoa)
12	<i>Gramineas</i> Jagung	rata-rata berkisar 11.32% - 17.58%	Setyani, <i>et al.</i> , 2019 (kedelai+jagung)

Adanya perbedaan jumlah protein pada tiap masing-masing jenis tempe dikarenakan adanya perbedaan bahan, perbedaan konsnetrasi penambahan inokulum, perbedaan jenis inokulum yang digunakan serta lamanya waktu fermentasi. Penambahan inokulum biasanya dilakukan sebanyak 0.5% dari total bahan baku (Astuti, 2009). Namun menurut Suhendri, *et al.* (2006)

jumlah inokulum yang ditambahkan yaitu 0.2% dari total berat bahan. Malo (2019) mengatakan bahwa penambahan jumlah inokulum juga akan mempengaruhi aroma yang akan dihasilkan oleh tempe. Dari pengujian yang dilakukan pada tempe kacang hijau, panelis lebih menyukai aroma tempe kacang hijau dengan penambahan inokulum 0.06g/100 g berat basah. Pada umumnya inokulum campuran yang digunakan yaitu laru tempe dengan merk "Raprima" yang diproduksi oleh LIPI Bandung dengan kandungan isolat *Rhizopus oligosporus* yang telah terseleksi, yang menghasilkan enzim lipase, amilase, fitase dan enzim proteolitik (Bintari, *et al.*, 2008). Menurut Babu, *et al.*, (2009) kapang yang hidup dalam laru tempe yaitu *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae*. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Istiqomah (2009), semakin lama waktu pemeraman yang dilakukan maka akan semakin besar kadar protein yang terkandung dalam tempe. Umumnya akan mencapai kondisi optimum pada pemeraman selama 72 jam dan setelahnya akan mengalami penurunan kadar protein.

Selama proses fermentasi terdapat perombakan senyawa kompleks dari protein menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu asam amino karena aktivitas enzim dari kapang *Rhizopus*. Pemecahan protein menjadi asam amino pada tempe menjadikan tempe sebagai salah satu sumber protein yang memiliki nilai cerna tinggi (Dwinaningsih, 2010). Semakin lama waktu fermentasi yang dilakukan maka terjadi peningkatan aktivitas sintesis protein yang berasal

dari enzim mikroba serta adanya penyusunan ulang senyawa yang disertai adanya degradasi senyawa lain (Hu, *et al.*, 2010).

Pemanfaatan Protein Non-Kedelai

Perubahan enzimatik pada bahan non-kedelai selama proses fermentasi tempe menghasilkan berbagai komponen seperti asam amino dan peptide yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut. Pemanfaatannya seperti sumber komponen rasa umami, komponen bioaktif (antidiare, antioksidan, dan antilipase) maupun sebagai isolat protein seperti pada **Tabel 4**. Komponen rasa umami didapatkan dari adanya senyawa asam glutamat dan beberap akelompok peptida (Utami, 2016). Kandungan asam glutamat pada kacang gude sebesar 126.0103 mg/L dan meningkat menjadi 256.7008 mg/L ketika menjadi tempe kacang gude (Sine and Soetarto, 2016). Begitu juga penelitian lain menyebutkan bahwa protein terlarut pada kaldu nabati dari biji saga pada fermentasi minggu ke 0 sampai 8 meningkat dari 2.56% menjadi 3.74%, sedangkan pada kaldu nabati kedelai hitam protein terlarut juga mengalami peningkatan sampai minggu ke 8 dari 2.75% hingga 4.56%, dan pada kacang gude juga meningkat dari 1.59% menjadi 3.14% (Utami, *et al.*, 2015). Senyawa non-volatil yang ada pada tempe terbentuk karena adanya hidrolisis protein menjadi peptida dan asam amino selama proses fermentasi. Umumnya hidrolisis enzimatik akan menghasilkan rasa pahit, namun beberapa peptida mampu menghasilkan rasa umami.

Selama proses fermentasi tempe, kapang *Rhizopus oligosporus* akan menghasilkan protease yang dapat menghidrolisis protein pada

kedelai menjadi asam amino dan peptida rantai pendek yang mudah larut dalam air (Handoyo and Morita, 2006).

Tabel 4. Pemanfaatan protein dalam tempe

Pemanfaatan	Bahan Tempe	Pustaka
Komponen umami	Kacang merah, kacang hijau, kacang gude, biji saga, kacang garbanzo	Moerniati (2009), Susilowati, <i>et al.</i> (2009), Utami <i>et al.</i> (2015), Sine and Soetarto (2016) Bujang and Taib (2014)
Komponen bioaktif	Kedelai (pencegahan diare, antioksidan, anti lipase, anti amilase, parabiotic, peningkatan imunitas tubuh)	Babu <i>et al.</i> , (2009), Hartiningrum, (2010), Astawan <i>et al</i> (2015), Stephanie <i>et al.</i> (2017)
Isolat protein	Kedelai, kecipir, kacang komak	Susilowati, <i>et al.</i> , (2018), Budijanto, <i>et al.</i> , (2010), Jayanti (2019)

Manfaat tempe sebagai komponen antioksidan sudah banyak diteliti (Astawan *et al.* 2015, Abdullah *et al.* 2017, Barus *et al.* 2019, Hashim *et al.* 2018). Hasil pengujian pada tikus sudah membuktikan bahwa konsumsi tempe dalam jangka panjang tidak memberikan efek negatif pada organ ginjal dan hati (Astawan *et al.* 2015). Dominasi utama jenis tempe yang berperan sebagai antioksidan adalah dari tempe kedelai. Selain komponen peptide, komponen bioaktif kedelai seperti isoflavone juga berperan dalam aktivitas penghambatan radikal bebas ini (Abdullah *et al.* 2017). Pengolahan tempe menggunakan kemasan daun pisang bahkan menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih baik daripada kemasan plastik (Hashim *et al.* 2018). Hal ini tentunya mendorong industri perajin tempe untuk berinovasi terkait kemasan, misalnya dengan penggunaan secara komplementer antara kemasan daun dan juga plastik. Lebih lanjut,

aktivitas antioksidan dalam pembuatan tempe juga dipengaruhi oleh faktor mikroorganisme yang berperan (seperti *Rhizopus spp.*, *Bacillus spp.*, dan *Klebsiella sp.* K110) dan perlakuan pengolahan tempe (Barus *et al.* 2019). Penelitian Barus *et al.* (2019) melaporkan bahwa proses pemasakan dapat menurunkan aktivitas antioksidan hampir 50% dari kondisi tempe segar.

Kandungan protein yang ada pada tempe non-kedelai dipengaruhi oleh lamanya waktu proses fermentasi yang dilakukan. Adanya proses fermentasi pada bahan membuat terjadinya perubahan sifat fungsional sebagai akibat dari proses hidrolisis yang meliputi hidrolisis protein menjadi asam amino dan peptida oleh enzim proteolitik, hidrolisis oligosakarida menjadi monosakarida dan degradasi asam filat menjadi pospat organik (Ribotta, *et al.*, 2010). Kapang *Rhizopus* yang ada pada tempe mampu menghasilkan antibiotik yang melawan beberapa

mikroba penyebab penyakit. Senyawa antibiotik tersebut bermanfaat untuk menghambat serta memperkecil peradangan (Roubus-van den Hill, *et al.*, 2010). Terdapat penelitian yang menyatakan bahwa orang Indonesia yang mengonsumsi tempe secara rutin akan terhindar dari penyakit disentri dan gangguan pencernaan (Babu, *et al.*, 2009). Kemampuan tempe untuk penyembuhan penyakit diare disebabkan dua hal, yaitu anti diare dan sifat protein yang ada pada tempe mampu untuk diserap dengan mudah oleh usus meskipun mengalami peradangan. Kandungan tempe yang berfungsi sebagai peningkat status gizi pada pasien diare adalah asam amino yang mudah dicerna. Hal ini berkaitan dengan pemotongan siklus malabsorpsi-malnutrisi-infeksi pada penderita diare. Berdasarkan efek yang ditimbulkan, prebiotik mampu menghalangi bakteri patogen sehingga dapat mencegah diare (Hartiningrum, 2010). Menurut Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit (P2P) Kementerian Kesehatan RI tahun 2019, angka kematian saat KLB (Kejadian Luar Biasa) diare pada tahun 2018 mencapai 4.76% meningkat jika dibandingkan pada tahun 2017 hanya sebesar 1.97%. Dengan adanya manfaat protein pada tempe diharapkan mampu mengatasi permasalahan diare seperti pada penelitian yang telah dilakukan bahwa pemberian tempe pada pasien diare akut dengan berbagai sebab pada usia anak 6-24 bulan memiliki rata-rata lama sakit 4.21 hari sedangkan pemberian preda (bubur

penunjang ASI) memiliki rata-rata lama sakit 4.95 hari (Hartiningrum, 2010).

Tempe juga berperan sebagai paraprobiotik dan sekaligus prebiotik. Tempe yang dimasak masih mengandung komponen mikorba (paraprobiotic) yang juga mengandung komponen seperti beta glukon yang terdapat pada sel kapang dan berfungsi sebagai prebiotik (Rizal dan Kustiawati 2019). Prebiotik tahan terhadap enzim pencernaan dalam usus manusia namun difermentasikan oleh koloni mikroflora dan bifidogenik serta efek dari pH rendah. Penelitian Stephanie *et al* (2017) melaporkan bahwa konsumsi tempe pada manusia menunjukkan manfaat tempe sebagai paraprobiotik, meningkatkan produksi komponen imun IgA dan juga meningkatkan populasi mikroflora usus *Akkermansia muciniphila*.

Isolat protein merupakan produk pekatan protein yang memiliki kandungan 70% protein. Umumnya cara yang digunakan untuk mendapatkan isolat protein adalah dengan pengolahan menjadi tepung. Proses ini menghilangkan komponen non-protein seperti lemak, karbohidrat, mineral dan air sehingga kandungan protein produk menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakunya. Isolat protein dimanfaatkan pada produk *bakery*, olahan daging, fortifikasi minum maupun *dairy product*. Penelitian yang dilakukan pada tempe kecipir, amino esensial yang dominan pada protein kecipir adalah leusin dan lisin serta asam amino pembatasnya adalah metionin dan sistin. Isolat protein kecipir memiliki daya serap air dan

stabilitas emulsi yang cukup baik sehingga isolat protein kecipir ini mampu diaplikasikan pada produk olahan daging namun kurang optimal jika digunakan pada produk *bakery* karena memiliki stabilitas buih cukup rendah (Budijanto, *et al.*, 2011). Banyaknya manfaat dari kandungan asam amino, peptide dan protein seharusnya mampu dikembangkan dengan baik pada era saat ini. Semakin berkembangnya pola konsumsi vegetarian menuntut produsen untuk semakin kreatif dalam mengembangkan produk agar dapat memenuhi permintaan dari konsumen.

KESIMPULAN

Terdapat 12 macam jenis bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan tempe non-kedelai yang dibagi menjadi 3 kelompok yaitu *Fabeaceae*, *Amaranthaceae* dan *Gramineas*. Pada metode pembuatan tempe non-kedelai terdapat perbedaan perlakuan dari proses pembuatan tempe kedelai pada umumnya. Perbedaan tersebut pada lama waktu perendaman, lama waktu perebusan/pengukusan serta lama waktu fermentasi. Potensi kandungan protein pada tempe non-kedelai dipengaruhi oleh prosentase jumlah inokulum yang ditambahkan, penggunaan inokulum tempe serta lamanya waktu fermentasi. Protein yang terkandung pada tempe non-kedelai memiliki banyak manfaat seperti penghasil rasa umami, mencegah diare serta sebagai isolat protein.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi,

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia atas bantuan hibah dana Penelitian Dosen Pemula (PDP) dengan nomor kontrak 053/SP2H/LT-MONO/LL7/2020 untuk pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N., Kamarudin, W. S. S. W., Ismail, N., and Maskat, M. Y. (2017). Phenolic Acids, Flavonoids Profiles And Antioxidant Activity Of Tempeh Protein Hydrolysate Prepared From Soybean Tempeh. *Hosting Partner*, 38.
- Affandi, D. R., Handajani, S., dan Utami, R. (2010). Kajian Kandungan Protein, Senyawa Antinutrisi, Aktivitas Antioksidan, dan Sifat Sensoris Tempe Koro Babi (*Vicia faba* L.) dengan Variasi Pengecilan Ukuran. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 3(2), 77-86.
- Ambarwati, E.T. (2016). Kadar Protein and Kualitas Tempe Koro Peandg dengan Penambahan Bekatul and Konsentrasi Ragi Tempe yang Berbeda. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Astawan, M., Wresdiyati, T., dan Sirait, J. (2015). Pengaruh Konsumsi Tempe Kedelai Grobogan Terhadap Profil Serum, Hematologi dan Antioksidan Tikus. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 26(2), 155-162.
<https://doi.org/10.6066/jtip.2015.26.2.155>
- Astuti, M., Meliala, A., Dalais, F. S., and Wahlqvist, M. L. (2000). Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 9(4), 322-325.
- Astuti, N.P. (2009). Sifat Organoleptik Tempe Kedelai yang Dibungkus Plastik, Daun Pisang and Daun Jati. Karya Tulis Ilmiah Program Studi Gizi. Diploma III Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.

- Badan Pusat Statistik. (2015). Produksi Kedelai Nasional. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. (2018). Rata-rata Konsumsi per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2009). SNI 01-3144-2009. Standar Nasional Indonesia Tempe Kedelai. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2012). Tempe: Persembahan Indonesia Untuk Dunia. Jakarta.
- Babu, P. D., Bhakayaraj, R., and Vidhyalakshmi, R. (2009). A low cost nutritious food "tempeh"-a review. *World J Dairy Food Sci*, 4(1), 22-27.
- Barus, T., Titarsole, N. N., Mulyono, N., and Prasasty, V. D. (2019). Tempeh Antioxidant Activity using DPPH Method: Effects of Fermentation, Processing, and Microorganisms. *Journal of Food Engineering and Technology*, 8(2), 75-80.
- Bintari, S.H., Anisa D.P., Veronika, E.J., and Rivana, C.R. (2008). Efek Inokulasi Bakteri *Micrococcus luteus* Terhadap Pertumbuhan Jamur Benang and Kandungan Isoflavon pada Proses Pengolahan Tempe. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 1(1).
- Budijanto, S., Sitanggang, A. B., dan Murdiati, W. (2011). Karakterisasi Sifat Fisiko-Kimia Dan Fungsional Isolat Protein Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 22(2), 130.
- Bujang, Aishah and Taib, N.A. 2014. Changes on Amino Acids Content in Soybean, Garbanzo Bean and Groundnut during Pre-treatments and Tempe Making. Sains Malaysia. Universiti Teknologi MARA. Malaysia.
- Dewi, I.W.R. 2010. Karakteristik Sensoris, Nilai Gizi and Aktivitas Antioksidan Tempe Kacang Gude (*Cajanus cajan* (L.) Millps.) and Tempe Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) dengan Berbagai Variasi Waktu Fermentasi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Djaafar, T. F., Cahyaningrum, N. dan Marwati, T. (2019). Potensi Kacang Lokal Sebagai Bahan Baku Tempe and Karakteristik Kimianya. Research Fair Unisri. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Yogyakarta.
- Dwinaningsih, E. A. (2010). Karakteristik Kimia and Sensori Tempe dengan Variasi Bahan Baku Kedelai/Beras and Penambahan Angkak serta Variasi Lama Fermentasi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Fitriasari, R. M. (2010). Kajian Penggunaan Tempe Koro Benguk (*Mucuna pruriens*) dan Tempe Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*) dengan Perlakuan Variasi Pengecilan Ukuran (Pengirisan dan Penggilingan) Terhadap Karakteristik Kimia dan Sensoris Nugget Tempe Koro. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Handoyo, T. and Morita, N., (2006). Structural and Functional Properties of Fermented Soybean (Tempeh) by using *Rhizopus oligosporus*. *International Journal of Food Properties*, 9(2), pp.347-355.
- Hartiningrum, S. Y. (2010). *Pengaruh Pemberian Formula Preda Dan Tempe Terhadap Lama Penyakit Diare Akut Pada Anak Usia 6-24 Bulan Studi di RSUD Kartini Kabupaten Jepara* (Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro).
- Hashim, N., Tai, C. W., Wen, H. X., Ismail, A., and Kong, K. W. (2018). Comparative evaluation of antioxidant properties and isoflavones of tempeh fermented in two different wrapping materials. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 6(2), 307.
- Hu, Y., Ge, C., Yuan, W., Zhu, R., Zhang, W., Du, L., and Xue, J. (2010). Characterization of fermented black soybean natto inoculated with *Bacillus natto* during

- fermentation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(7), 1194-1202.
- Ishartani, D., Istiqomah, N. A., Nurisiwi and Sari, A. M. (2019). Proximate and Amino Acids Composition of Powdered Over Fermented Mlanding Tempeh. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Istiqomah, (2009). Pengaruh Waktu Fermentasi Limbah Padat Tahu Terhadap Kadar Protein and Aktivitas Enzim Tripsin. Yogyakarta: Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga.
- Jayanti, E.T. (2019). Kandungan Protein Biji and Tempe Berbahan Dasar Kacang-kacangan Lokal (*Fabaceae*) Non Kedelai. UIN Mataram. Mataram.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2019). Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2018.
- Kusnandar, F., Karisma, V. W., Firlieyanti, A. S., dan Purnomo, E. H. 2020. Perubahan Komposisi Kimia Tempe Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) Selama Pengolahan. *Jurnal Teknologi Pangan*, 14(1).
- Malo, F. E. (2019). Pengaruh Kadar Ragi Terhadap Uji Organoleptik and Kadar Protein Total Tempe Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) and Tempe Kedelai (*Glycine max* L.) Lokal. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Martubongs, F. D. (2019). Kadar Protein and HCN pada Tempe Berbahan Dasar Kedelai (*Glycine max*) and Koro Peandg (*Canavalia ensiformis*). Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Menkes RI. 2014. Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 41 Tahun (2014) tentang Pedoman Gizi Seimbang.
- Moerniati, S. (2009). Seasoning Berprobiotik: Inovasi Fungsional Savory dari Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris* L.,) Terfermentasi oleh *Rhizopus* P119 melalui Mikrofiltrasi. P2Kimia-LIPI. Tangerang.
- Mukhoyaroh, H. (2015). Pengaruh Jenis Kedelai, Waktu dan Suhu Pemeraman Terhadap Kandungan Protein Tempe Kedelai. *Jurnal Florea*. Merauke.
- Muthmainna, S., Mulyani, S. dan Supriadi. (2016). Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Protein dari Tempe Biji Buah Lamtoro Gung (*Leucaena leucocephala*). Universitas Tadulako. Palu.
- Pamungkas, E. T. G. D. (2018). Perubahan Mikrobiologis, Fisik and Kimia Selama Fermentasi Tempe Kacang Khas Malang. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Radiati, A and Sumarto. (2016). Analisis Sifat Fisik, Sifat Organoleptik and Kandungan Gizi pada Produk Tempe dari Kacang Non-kedelai. Politeknik Kesehatan Kemenkes Tasikmalaya. Tasikmalaya, Jawa Barat.
- Rahayu, N. A., Cahyanto, M. N., dan Indrati, R. (2019). Pola Perubahan Protein Koro Benguk (*Mucuna pruriens*) Selama Fermentasi Tempe Menggunakan Inokulum Raprima. *AGRITECH*, 39(2), 128-135..
- Ribotta, P. D., Pérez, G. T., Añón, M. C., and León, A. E. (2010). Optimization of additive combination for improved soy-wheat bread quality. *Food and Bioprocess Technology*, 3(3), 395-405.
- Rizal, S., dan Kustyawati, M. E. (2019). Karakteristik Organoleptik dan Kandungan Beta-Glukan Tempe Kedelai Dengan Penambahan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 20(2), 127-138.
- Rizqi, F.A. (2019). Karakteristik Mutu Fisik, Kimia dan Sensori Tempe Bacem Koro Pedang (*Canavalia ensiformis* L.) Hasil Variasi Lama Pemasakan dan Jenis Pengemas. Universitas Jember. Jember.

- Roubos-van den Hil, P. J., Dalmás, E., Nout, M. R., and Abee, T. (2010). Soya bean tempe extracts show antibacterial activity against *Bacillus cereus* cells and spores. *Journal of applied microbiology*, 109(1), 137-145.
- Setyani, S., Nurdjanah, S., dan Eliyana, E. (2017). Evaluasi Sifat Kimia Dan Sensori Tempe Kedelai-Jagung Dengan Berbagai Konsentrasi Ragi Rapi dan berbagai. *Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian*, 22(2), 85-96.
- Sine, Y and Soetarto, E.S. (2016). Kandungan Asam Amino Pada Tempe Gude (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). Prosiding Symbion (Symposium on Biology Education). Universitas Ahmad Dahlan. Yogyakarta.
- Stephanie, S., Ratih, N. K., Soka, S., dan Suwanto, A. (2017). Effect of Tempeh Supplementation on the Profiles of Human Intestinal Immune System and Gut Microbiota. *Microbiology Indonesia* 11(1):11-17. DOI: 10.5454/mi.11.1.2
- Suhendri, Teresia, T., Catherine, H., Margaret, O., dan Kevin, A.S. (2006). Aplikasi Proses Termal Sebagai Solusi Umur Simpan Pendek pada Tempe. Departemen Ilmu and Teknologi Pangan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sulistiyarsi, A., Pujiati dan Erviyanti, D. (2016). Uji Kandungan Protein and Uji Organoleptik Terhadap Kualitas Tempe Berbahan Dasar Kacang-kacangan. Prosiding Seminar Nasional SIMBIOSIS. IKIP PGRI Madiun. Madiun.
- Susilowati, A., Aspiyanto, A., Ghozali, M., dan Maryati, Y. (2018). Mikrofiltrasi Isolat Tempe Kedelai (*Glycine Soja* L.) Dan Distribusi Partikelnya Sebagai Sumber Asam Folat (Soybean) Tempe Isolate Microfiltration and Its Particle Distribution as Folic Acid Source). *Biopropal Industri*, 9(2), 267072.
- Susilowati, A., Aspiyanto, A., Moerniati, S., and Maryati, Y. (2009). Potency of Amino Acids as Savory Fraction from Vegetable Broth of Mung Beans (*Phaseolus radiatus* L.) Through Brine Fermentation By *Rhizopus*-C 1. *Indonesian Journal of Chemistry*, 9(2), 339-346.
- Syakir, A.Y. (2019). Karakteristik Kimia and Sensori Tempe Kacang Bogor (*Vigna subterranea*) Berdasarkan Lama Perebusan Selama Pengolahan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Syam, H dan Patang. 2017. Analisis Pemanfaatan Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata*) pada Proses Pembuatan Tempe. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Makassar. Makassar.
- Pilco, C. J., Torres, D. N., Ramón, R., Guerrero, N. J., Moso, K. B., Monar, N., and Bayas-Morejón, F. (2019). Analysis of protein, fiber content and amino acid profiles in Tempeh obtained by fermentation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and quinoa (*Chenopodium quinoa*) with *Rhizopus oligosporus*. *EurAsian Journal of BioSciences*, 13(2), 1195-1199.
- Utami, R., Wijaya, C. H., and Lioe, H. N. (2016). Taste of water-soluble extracts obtained from over-fermented tempe. *International Journal of Food Properties*, 19(9), 2063-2073.
- Utami, R., Widowati, E., dan Purwandari, Y. W. (2015). Karakteristik Kaldu Nabati Kedelai Hitam (*Glycine soja*), Kacang Gude (*Cajanus cajan*, Mills) dan Biji Saga (*Adenanthera pavonina*, Linn) Melalui Fermentasi Koji Moromi. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 8(1).
- Utari, D.M., Rimbawan, Riyadi, H., Muhilal dan Purwastyastuti. (2011). Pengaruh Pengolahan Kedelai Menjadi Tempe and Pemasakan Tempe Terhadap Kadar Isoflavon. Puslitbang Gizi and Makanan. Badan Litbang Kesehatan Kemenkes RI. Jakarta.

Yuniarsih, E.T dan Muslimin. (2013). Prospek Pengembangan Kacang Koro Pedang Mendukung Ketahanan Pangan di Sulawesi Selatan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. Makassar