

Artikel Penelitian

## Kualitas Tempe Menggunakan *Rhizopus microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, dan *R. microsporus* TB55 yang Berasal dari Inokulum "Daun Waru"

*Quality of Tempeh using Rhizopus microsporus TB23, R. microsporus TB32, and R. microsporus TB55 Originating from the "Waru Leaf" Inoculum*

Tati Barus<sup>1\*</sup>, Reza Arif Rahman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Magister Bioteknologi, Fakultas Teknobiologi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknobiologi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta

\*Korespondensi dengan penulis (tati.barus@atmajaya.ac.id)

Artikel ini dikirim pada tanggal 14 Juli 2020 dan dinyatakan diterima tanggal 20 Februari 2021. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jatp>. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists® ©2021

### Abstrak

*Rhizopus microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, dan *R. microsporus* TB55 telah berhasil diisolasi dari inokulum "daun waru" terbukti dapat menghasilkan tempe dengan kualitas yang baik namun masih pada skala kecil di laboratorium. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kualitas tempe yang diproduksi dengan *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, dan *R. microsporus* TB55 pada skala pengrajin tempe. Pembuatan tempe dilakukan di produsen tempe di Serpong-Tangerang. Pembuatan tempe dilakukan dengan menggunakan 300 g kedelai yang diinokulasi dengan *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, *R. microsporus* TB55 dan inokulum komersial secara terpisah. Selanjutnya, uji organoleptik, pengukuran aktivitas antioksidan, analisis proksimat dilakukan terhadap setiap tempe yang berhasil diproduksi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa cita rasa tempe menggunakan *R. microsporus* TB32 adalah yang paling disukai panelis. *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, dan *R. microsporus* TB55 dapat menghasilkan tempe dengan kualitas yang sama dengan penelitian sebelumnya dan sesuai dengan syarat mutu tempe berdasarkan SNI 31144:2015 kecuali dalam hal warna. *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, dan *R. microsporus* TB55 menghasilkan tempe berwarna kekuningan. Oleh sebab itu, informasi tentang warna kuning tersebut perlu dikaji lebih lanjut. Kesimpulannya, *R. microsporus* TB32 adalah inokulum yang paling baik untuk menghasilkan tempe dan dikembangkan sebagai inokulum tempe jika dibandingkan dengan *R. microsporus* TB23 dan *R. microsporus* TB55.

Kata kunci: *Rhizopus*, antioksidan, inokulum, organoleptik, kualitas, tempe.

### Abstract

*Rhizopus microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, and *R. microsporus* TB55 have been successfully isolated from the "hibiscus leaf" resulting good quality of tempeh but still on laboratory scale. Therefore, this study aims to compare the quality of tempeh produced with *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, and *R. microsporus* TB55 from the "waru leaf" inoculum in small scale production. Tempe was made in a small scale tempe producer in Serpong-Tangerang. Tempeh was made from 300 g of soybeans. Each tempeh was inoculated with *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, *R. microsporus* TB55 and commercial inoculum, respectively. Organoleptic test, measurement of antioxidant activity, and proximate analysis were carried out for each tempeh to analyze its quality. The results of this study indicate that the taste of tempeh produced by *R. microsporus* TB32 was the most preferred by panelists. *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, and *R. microsporus* TB55 produced tempe with similar quality as previous studies and in accordance with SNI 31144: 2015 except color performance. *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, and *R. microsporus* TB55 produced yellowish-colored tempeh. In conclusion, *R. microsporus* TB32 was better tempeh inoculum than *R. microsporus* TB23 and *R. microsporus* TB55.

Keywords: *Rhizopus*, antioxidant, inoculum, organoleptic, quality, tempeh.

### Pendahuluan

Pangan fermentasi bukan saja sebagai sumber nutrisi, namun mengandung mikroba dan senyawa bioaktif yang penting bagi kesehatan (Astuti *et al.*, 2000). Salah satu jenis pangan fermentasi yang baik untuk kesehatan adalah tempe kedelai (tempe) yang merupakan makanan fermentasi khas Indonesia dan telah diproduksi serta dikonsumsi di berbagai negara (Aderibigbe and Osegboun 2006). Tempe mengandung vitamin B12 yang jarang ditemukan pada pangan nabati (Maria *et al.*, 2020). Roubos van den Hill *et al.* (2009)

melaporkan bahwa tempe mengandung senyawa yang dapat mencegah pelekatan *Escherichia coli* ETEC pada epitel usus sehingga dapat mencegah diare. Selain itu, tempe dapat meningkatkan fungsi kognitif pada orang tua lanjut usia (Handajani *et al.* 2020) dan menambah mikrobiota usus yang baik (Stephanie *et al.*, 2019). Tempe juga mengandung isoflavin yang dapat mencegah dan menghambat perkembangan sel kanker (Sarkar and Li 2002). Fermentasi tempe menggunakan *R. oryzae* meningkatkan kandungan isoflavin aglikon dibandingkan dengan kedelai yang tidak difermentasi.

Kiers *et al.* (2000) melaporkan juga bahwa proses fermentasi dalam produksi tempe dapat meningkatkan daya cerna sehingga lebih optimal dalam proses penyerapan nutrisinya.

Kualitas tempe dipengaruhi oleh cara pembuatan (Kadar *et al.*, 2020), jenis kacang kedelai (Astawan *et al.*, 2020a), dan mikroba (Barus *et al.*, 2019a) yang berperan dalam proses fermentasi. *Rhizopus* spp. merupakan mikroba utama pada fermentasi tempe (Hartanti *et al.*, 2015). Miselium *Rhizopus* spp. mengikat keping kedelai satu dengan yang lainnya sehingga menciptakan tekstur tempe yang kompak dan tetap utuh saat dipotong (Barus *et al.*, 2019b). Masing masing spesies *Rhizopus* spp. memiliki kemampuan sporulasi, ketahanan terhadap kontaminan, dan kepadatan miselium yang berbeda-beda (Nout and Rombouts 1990). Perbedaan galur yang berbeda dari spesies *Rhizopus* spp. dapat menghasilkan tekstur, rasa, dan nilai gizi yang berbeda (Barus *et al.*, 2019a).

Dahulu spesies *Rhizopus* spp. yang digunakan pada fermentasi tempe di Indonesia sangatlah beragam, seperti *R. microsporus*, *R. rhizopodiformis*, dan *R. chinensis*. Namun, saat ini *Rhizopus* spp. yang ditemukan pada tempe dari beberapa daerah di Indonesia didominasi oleh *R. microsporus* yang berasal dari inokulum komersial yang sama (Hartanti *et al.*, 2015). Oleh sebab itu, perlu dikembalikan keragaman *Rhizopus* spp. yang digunakan pada fermentasi tempe. Barus *et al.* (2019c) telah berhasil mengisolasi dan mengidentifikasi *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, dan *R. microsporus* TB55 dari inokulum "daun waru" yang berasal dari beberapa daerah di Jawa Tengah. Barus *et al.* (2019b) telah melaporkan ketiga *R. microsporus* tersebut menghasilkan tempe yang memenuhi syarat mutu yang diatur pada SNI 2015. Namun, informasi tersebut masih terbatas pada tempe yang difermentasi pada skala laboratorium. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan potensi dari *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, dan *R. microsporus* TB55 dalam menentukan kualitas tempe yang diproduksi pada skala produksi di pengrajin tempe. Penelitian ini bermanfaat terhadap penambahan ragam jenis *R. microsporus* yang dapat digunakan dalam fermentasi tempe di Indonesia.

## Materi dan Metode

### Materi

Penelitian ini menggunakan *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, *R. microsporus* TB55 yang diisolasi dari inokulum "daun waru" dan inokulum komersial (Raprima, Bandung). Bahan-bahan yang digunakan adalah kedelai yang diperoleh dari pasar modern Intermoda-BSD-Tangerang, asam asetat, etanol (Emsure, Germany), garam fisiologis 0,85% (b/v) (Merck, Germany), *Potato Dextrose Agar* (PDA) (Oxoid, USA), kertas saring 110 mm (Whatman) (Merck, Germany), dan *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH) (Sigma-Aldrich, Germany). Peralatan yang digunakan terdiri atas hemasitometer (Merck, Germany), *freeze dryer* (Labfrezz type F, China), *incubator shaker* (Memmert, UK), mikroskop cahaya (Olympus CX 21,

Japan), inkubator (Memmert INE 400, UK), vortex (Thermolyne Tipe 37680 Mixer, USA), spektrofotometer (Optima SP 3000-plus, Japan), dan timbangan analitik (Shimadzu ATX 224, Japan).

### Pembuatan Inokulum Tempe

Masing-masing *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, dan *R. microsporus* TB55 ditumbuhkan pada *Potato Dextrose Agar* (PDA) selama 8 hari pada suhu 30 °C secara aerob hingga terbentuk spora. Spora yang tumbuh dipanen dengan menambahkan 5 ml garam fisiologis 0,85 % (b/v). Selanjutnya, pembuatan inokulum dilakukan dengan mengikuti metode Astawan *et al.* (2017). Inokulum ini selanjutnya digunakan pada pembuatan tempe (Tabel 1).

Tabel 1 Kode tempe, bobot kedelai dan inokulum yang digunakan pada pembuatan tempe

Kode tempe	Bobot kedelai (g)	Inokulum
Tempe TB23	300	<i>R. microsporus</i> TB23 (0,7 g)
Tempe TB32	300	<i>R. microsporus</i> TB32 (0,7 g)
Tempe TB55	300	<i>R. microsporus</i> TB55 (0,7 g)
Tempe K	300	komersial (0,7 g)

### Pembuatan Tempe

Proses pembuatan tempe dilakukan dengan menggunakan metode Pekalongan (Barus *et al.*, 2008) di pengrajin tempe di Serpong-Tangerang. Inokulum Tempe TB23, Tempe TB32, Tempe TB55 dan Tempe K diproduksi menggunakan 300 g kedelai dengan menggunakan inokulum sesuai dengan Tabel 1. Tempe dikemas pada plastik berlubang dan diinkubasi pada suhu 30 °C selama 48 jam. Masing masing pembuatan tempe diulang sebanyak tiga kali.

### Uji Organoleptik Tempe

Uji organoleptik dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih. Uji organoleptik dilakukan meliputi warna, aroma, tekstur, rasa, dan *after taste* tempe sesuai metode Lawless and Heymann (2010). Masing masing panelis diminta memberikan penilaian cita rasa tempe dengan memilih angka 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (suka), dan 4 (sangat suka). Analisis organoleptik diulang sebanyak tiga kali. Sampel tempe yang disajikan kepada panelis merupakan tempe yang telah dikukus selama 10 menit dengan ukuran 1 x 1 x 2 cm dalam kondisi sudah dingin. Uji organoleptik tempe diulang sebanyak tiga kali.

### Pembuatan Tepung Tempe

Pembuatan tepung tempe dilakukan mengikuti metode Barus *et al.* (2019a). Masing masing jenis tempe sebanyak 200 g dipotong kecil lalu masukkan ke *freeze dryer* untuk dikeringkan pada suhu -80 °C selama 13 jam. Selanjutnya, tempe hasil *freeze dryer* dihaluskan dengan blender hingga dihasilkan tepung yang siap digunakan untuk analisis proksimat dan aktivitas antioksidan.

### Analisis Proksimat

Analisis proksimat tempe dilakukan di PT Saraswanti Indo Genetech Bogor. Analisis proksimat menggunakan standar Internasional AOAC edisi ke-19 tahun 2012 (AOAC, 2012). Pengukuran kadar air, lemak, dan abu dilakukan dengan metode Gravimetri. Pengukuran kadar protein dilakukan dengan metode analisis auto destruksi dengan perangkat Kjeltac™. Pengukuran kadar karbohidrat dengan cara *by difference* (AOAC, 2012).

### Pengukuran Aktivitas Antioksidan

Pengukuran aktivitas dari tempe dilakukan dengan menggunakan tepung tempe sesuai dengan metode Ningsih *et al.* (2018) yang telah dimodifikasi. Sebanyak 1 g tepung tempe dimasukkan ke dalam *conical tube* 50 ml dan ditambahkan dengan 10 ml etanol absolut. Campuran kemudian dimaserasi di dalam *water-bath* dengan suhu 65 °C selama 1 jam. Selanjutnya, campuran diputar dengan menggunakan sentrifugasi pada kecepatan 5000 rpm selama 10 menit. Bagian yang diukur antioksidannya adalah bagian supernatan sebanyak 1 ml. Pengukuran aktivitas antioksidan diulang sebanyak 3 kali dan dinyatakan dalam persen.

### Analisis Data

Data hasil uji organoleptik dan hasil pengukuran aktivitas antioksidan dianalisis dengan metode *analysis of variance* (ANOVA). Jika hasil uji ANOVA menunjukkan perbedaan yang berbeda nyata secara signifikan maka dilanjutkan dengan uji lanjutan *Duncan Multiple Range Test* dengan taraf signifikansi 5%. Analisis statistik dihitung menggunakan *software Statistical Package for the Social Science* (SPSS) seri ke-24.

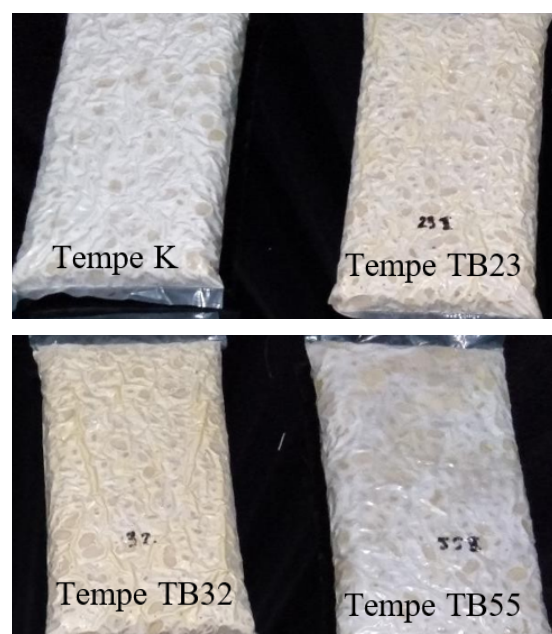
## Hasil dan Pembahasan

### Pembuatan Tempe

Pembuatan tempe berhasil dilakukan menggunakan inoculum *R. microsporus* TB23 (Tempe TB23), inoculum *R. microsporus* TB32 (Tempe TB32), inoculum *R. microsporus* TB55 (Tempe TB55) dan inoculum komersial (Tempe K) (Tabel 1). Semua tempe tersebut (Gambar 1) berbau khas tempe dan bertekstur padat sehingga saat dipotong tempe tetap utuh. Berdasarkan parameter bau dan tekstur maka semua tempe tersebut memenuhi syarat mutu tempe yang ditetapkan pada SNI 31144:2015 yang menyatakan bahwa tempe yang baik harus berbau khas tempe tanpa berbau amoniak dan bertekstur padat sehingga saat dipotong tempe tetap utuh (tidak rontok).

Warna pada tempe ditentukan oleh warna miselium yang dimiliki masing masing *Rhizopus* yang digunakan yang digunakan. Berdasarkan syarat mutu tempe SNI 31144:2015 maka warna tempe yang baik adalah yang berwarna putih. Oleh sebab itu, berdasarkan kriteria warna maka hanya Tempe K yang berwarna putih yang memenuhi kriteria SNI 2015. Tempe TB23, Tempe TB32, dan Tempe TB55 berwarna kekuningan dan warna yang paling kuning ditemukan

pada Tempe TB32 (Gambar 1). Warna kuning pada tempe tersebut telah dilaporkan juga oleh Barus *et al.*, (2019b). Dengan demikian maka warna kuning tersebut konsisten terbentuk pada saat dilakukan pembuatan tempe menggunakan *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, dan *R. microsporus* TB55 pada kondisi terkontrol di laboratorium maupun di level pengrajin. Warna kuning pada kedua tempe tersebut kemungkinan karena bagian globula sporangium dari *R. microsporus* TB23 dan *R. microsporus* TB32 berwarna kekuningan (Jennesen *et al.*, 2008) atau karena adanya pigmen  $\beta$ -karoten yang terbentuk pada kedua galur *R. microsporus* (Sudaryatiningsih dan Supyani, 2009; Schipper *et al.*, 1985).  $\beta$ -karoten tersebut bersifat antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas (Fiedor and Burda, 2014). Oleh sebab itu warna kuning pada kedua galur *R. microsporus* tersebut menarik untuk dikaji lebih lanjut.



Gambar 1. Tempe hasil fermentasi menggunakan beberapa jenis inokulum. Tempe K: menggunakan inokulum komersial. Tempe TB23: menggunakan inokulum *R. microsporus* TB 23. Tempe TB32: menggunakan inokulum *R. microsporus* TB32. Tempe TB55: menggunakan inokulum *R. microsporus* TB55.

### Uji Organoleptik Tempe

Tabel 2 menunjukkan hasil uji organoleptik Tempe K, Tempe TB23, Tempe TB32, dan Tempe TB55. Hasil uji organoleptik (Tabel 2) menunjukkan bahwa penerimaan panelis terhadap Tempe K, Tempe TB23, dan Tempe TB55 konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya (Barus *et al.*, 2019b). Dimana penerimaan panelis terhadap ketiga jenis tempe tersebut tidak berbeda nyata secara signifikan. Berbeda dengan Tempe TB32 yang menjadi paling disenangi panelis pada penelitian ini.

Mikroorganisme dinilai berpengaruh terhadap kualitas bahan pangan (Endrawati *et al.*, 2017). Barus *et al.* (2009a) telah juga melaporkan bahwa mikroorganisme pada tempe berperan penting dalam menentukan kualitas pada tempe. Jenis *Rhizopus* yang

digunakan dapat mempengaruhi cita rasa tempe karena masing masing jenis memiliki karakteristik metabolisme sendiri (Nout and Kiers 2005). *Rhizopus* dapat memiliki aktivitas proteolitik yang berbeda yang dapat menyebabkan terbentuknya peptida yang menyebabkan rasa pahit pada bahan pangan. Peptida yang memiliki berat molekul sekitar 2.4 -3.5 kDa (Kim *et al.*, 2003) dan peptida yang berukuran 2 kDa dan 4 kDa (Myong *et al.*, 2004) dapat menyebabkan rasa pahit. Oleh sebab itu, menarik untuk dianalisis lebih lanjut tentang karakter proteolitik *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, dan *R. microsporus* TB55.

Tabel 2 Hasil uji organoleptik tempe

Parameter	Tempe K	Tempe TB23	Tempe TB32	Tempe TB55
Warna	3,9 ± 0,8 <sup>c</sup>	3,6 ± 0,9 <sup>ab</sup>	3,9 ± 0,9 <sup>bc</sup>	3,4 ± 1,1 <sup>a</sup>
Tekstur	3,5 ± 1,1 <sup>ab</sup>	3,6 ± 1,0 <sup>ab</sup>	3,8 ± 1,0 <sup>b</sup>	3,3 ± 1,1 <sup>a</sup>
Aroma	3,5 ± 1,0 <sup>a</sup>	3,5 ± 1,0 <sup>a</sup>	3,9 ± 0,8 <sup>b</sup>	3,6 ± 1,0 <sup>a</sup>
Rasa	3,1 ± 1,1 <sup>a</sup>	3,3 ± 1,2 <sup>a</sup>	3,7 ± 0,9 <sup>b</sup>	3,2 ± 1,2 <sup>a</sup>
After taste	3,2 ± 1,1 <sup>a</sup>	3,2 ± 1,1 <sup>a</sup>	3,6 ± 1,0 <sup>b</sup>	3,2 ± 1,1 <sup>a</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan nilai yang tidak berbeda signifikan. Tempe K: inokulum komersial. Tempe TB23: inokulum *R. microsporus* TB23. Tempe TB32: inokulum *R. microsporus* TB32. Tempe TB55: inokulum *R. microsporus* TB55.

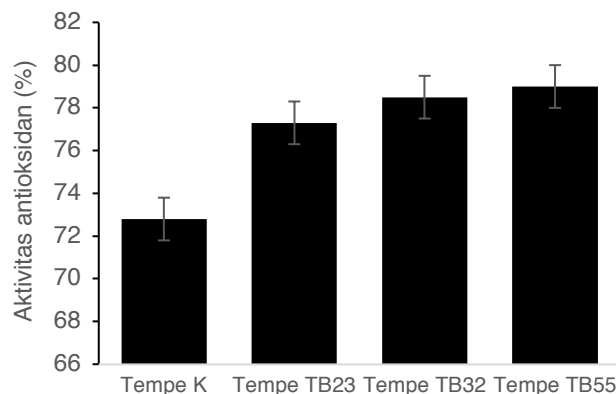
Penelitian Barus *et al.* (2019b) menunjukkan bahwa tempe yang diproduksi dengan *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, dan *R. microsporus* TB55 menunjukkan tingkat kesukaan yang cenderung sama bahkan lebih tinggi dibanding tempe yang dibuat dengan inokulum komersial, dimana dalam penelitian tersebut *R. microsporus* TB55 memiliki nilai yang paling tinggi pada atribut rasa. Pada penelitian ini nilai atribut aroma, rasa, dan after taste tempe TB32 menunjukkan nilai kesukaan yang tertinggi dan berbeda nyata dengan tempe dari inokulum komersial (Tabel 2). Perbedaan hasil dari penelitian ini dan penelitian Barus *et al.* (2019b) pertama-tama bisa disebabkan oleh metode pembuatan yang berbeda. Penelitian Barus *et al.* (2019b) dilakukan secara steril, sedangkan penelitian ini dilakukan dalam skala pengrajin dimana terdapat pengaruh besar dari komunitas bakteri baik dalam air asam maupun tempat penyimpanan tempe (Nout and Kiers 2005). Selain itu adanya perbedaan kacang kedelai yang digunakan oleh pengrajin dengan yang digunakan juga bisa menjadi penyebab adanya perbedaan rasa pada tempe yang dihasilkan.

#### Pengukuran Aktivitas Antioksidan

Figur 1 menunjukkan pengukuran aktivitas antioksidan yang telah berhasil dilakukan menggunakan metoda DPPH. Figur 1 menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan Tempe TB23, Tempe TB32 dan Tempe TB55 secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan Tempe K yang menggunakan inokulum komersial. Dengan demikian maka *Rhizopus microsporus* TB23, *Rhizopus microsporus* TB32 dan *Rhizopus microsporus* TB55 yang diisolasi dari daun waru dapat menghasilkan tempe dengan aktivitas antioksidan yang tinggi. Antioksidan merupakan senyawa penting karena dapat

menangkal radikal bebas yang dapat menyebabkan berbagai jenis penyakit. Makanan fermentasi merupakan salah satu sumber antioksidan alami (Moktan *et al.*, 2008). Aktivitas antioksidan pada tempe dipengaruhi oleh aktivitas mikrob selama proses fermentasi berlangsung dan cara pengolahan saat mau dikonsumsi (Barus *et al.*, 2019d).

Aktivitas antioksidan Tempe TB23, Tempe TB32 dan Tempe TB55 secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan Tempe K. Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian Barus *et al.* (2019b) bahwa ketiga tempe menghasilkan aktivitas yang tinggi. Demikian juga dalam hal warna, Barus *et al.*, (2019b) yang melaporkan bahwa Tempe TB23, Tempe TB32, dan Tempe TB55 berwarna kekuningan saat digunakan sebagai inokulum pada skala laboratorium. Beberapa galur *Rhizopus*, termasuk *R. microsporus*, mampu menghasilkan pigmen karoten (Schipper *et al.*, 1985). Oleh karena itu maka tingginya aktivitas antioksidan Tempe TB23, Tempe TB32 dan Tempe TB55 kemungkinan disebabkan karena adanya pigmen β-karoten yang dihasilkan oleh *R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, dan *R. microsporus* TB55. Hal ini karena telah dilaporkan bahwa β-karoten bersifat antioksidan (Fiedor and Burda, 2014). Beberapa galur *Rhizopus*, termasuk *R. microsporus* mampu menghasilkan pigmen karoten (Schipper *et al.*, 1985).



Figur 1. Aktivitas antioksidan tempe menggunakan berbagai inokulum. K: inokulum komersial. TB 23: inokulum *R. microsporus* TB23. TB32: inokulum *R. microsporus* TB32. TB55: inokulum *R. microsporus* TB55.

#### Komposisi Kimia Tempe

Tabel 3 menunjukkan hasil proksimat Tempe K, Tempe TB23, Tempe TB32, dan Tempe TB55. Hasil proksimat tempe Tempe TB23, Tempe TB32, dan Tempe TB55 tidak berbeda jauh dengan Tempe K. Kadar protein semua tempe berkisar antara 46,8–48,6%, sehingga komposisi makromolekul pada tempe yang paling tinggi adalah protein. Oleh sebab itu tempe merupakan sumber protein penting bagi masyarakat Indonesia sehingga tempe juga dianalogikan sebagai pengganti daging untuk sumber protein.

Kedelai merupakan jenis kacang-kacangan yang paling banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan

fermentasi. Seperti tauco, kecap, cheonggukjang (Korea) (Kwon *et al.*, 2009), dawadawa (Terlabie *et al.*, 2006), dan natto (Jepang) (Hsu *et al.*, 2009). Akibat fermentasi, komposisi molekul kedelai diubah menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna (Kiers, 2000). Perubahan tersebut berlangsung secara enzimatik oleh enzim lipase, amilase dan protease dari mikroorganisme yang jumlahnya berlimpah.

Tabel 3. Hasil pengukuran proksimat tempe menggunakan metode analisis AOAC

Komposisi (%)	Tempe			
	K	TB23	TB32	TB55
Protein	47,5	46,8	48,6	47,7
Lemak	27,7	27,4	26,1	27,8
Karbohidrat	17,3	18,1	17,5	17,0
Air	4,70	4,80	4,80	4,90
Abu	3,00	3,00	3,10	2,90

Keterangan: data diperoleh dari ulangan sebanyak tiga kali.

Komponen protein kedelai secara enzimatik terdegradasi oleh enzim protease menjadi peptida dan asam amino bebas (Handoyo dan Morita 2006). Peptida dan asam amino bebas lebih mudah dicerna dan diabsorpsi tubuh. Peptida mempunyai peranan penting sebagai senyawa bioaktif yang baik untuk kesehatan. Pada tempe ditemukan peptida yang menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi. Bobot protein pada kedelai yang direbus dan pada tempe tidak jauh berbeda. Kedelai rebus mengandung bobot kedelai yang tidak jauh berbeda dengan tempe. Namun asam amino bebas ditemukan meningkat tajam pada tempe. Hal ini semua menunjukkan kualitas nutrisi tempe lebih baik akibat fermentasi. Namun kualitas ini bisa berbeda antar tempe yang dihasilkan pengrajin karena perbedaan jenis kedelai yang digunakan dan mikroorganisme yang berperan juga sangat bervariasi.

Senyawa anti nutrisi pada tempe menjadi turun dibandingkan kedelai. Penurunan senyawa anti nutrisi ini penting sehingga mineral pada tempe seperti kalsium, dan besi mudah diabsorpsi tubuh karena sudah dalam bentuk bebas. Haron *et al.* (2010) melaporkan absorpsi kalsium kedelai tidak kalah dengan absorpsi kalsium susu pada orang Malaysia. Oleh sebab itu, selain susu sebagai sumber kalsium yang perlu untuk kesehatan susu maka tempe juga sumber yang baik untuk kalsium.

### Kesimpulan

*R. microsporus* TB23, *R. microsporus* TB32, dan *R. microsporus* TB55 saat digunakan pada fermentasi tempe menghasilkan kualitas yang sesuai dengan syarat mutu tempe berdasarkan SNI 2015 kecuali dalam parameter warna. Ketiga jenis tempe yang dihasilkan berwarna kekuningan sementara berdasarkan SNI 2015 harus berwarna putih. Informasi tentang warna kuning tersebut perlu dikaji lebih lanjut.

### Daftar Pustaka

Aderibigbe, E., Osegboun, A.O. 2006. Acceptability of tempeh among health workers in Ado-Ekiti, Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition* 5:122-12.

DOI:10.3923/pjn.2006.122.124.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2012. *Official Methods of Analysis*, 19th Edition. Arlington.

Astawan, M., Wresdiyati, T., Maknun, L. 2017. *Tempe sumber zat gizi dan komponen bioaktif untuk kesehatan*. IPB Press, Bogor.

Astuti, M., Meliala, A., Dalais, F.S., Wahlqvist, M.L. 2000. Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 9(4):322-325. DOI: 10.1046/j.1440-6047.2000.

Barus, T., Salim D.P., Hartanti A. T. 2019a. Kualitas tempe menggunakan *Rhizopus delemar* TB26 dan *R. delemar* TB37 yang diisolasi dari inokulum tradisional tempe "daun waru". *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 8 (4):143-148. DOI:10.17728/jatp.4449.

Barus, T., Maya, F., Hartanti, A.T. 2019b. Peran beberapa galur *Rhizopus microsporus* yang berasal dari "laru tradisional" dalam menentukan kualitas tempe. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 8(1):17-22. DOI:10.17728/jatp.3761.

Barus, T., Halim, R., Hartanti, A.T., Saputra, P.K. 2019c. Genetic diversity of *Rhizopus microsporus* from traditional inoculum of tempeh in Indonesia based on ITS sequences and RAPD marker. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 20(3):847-852. DOI:10.13057/biodiv/d200331.

Barus, T., Titarsole, N.N., Mulyono, N., Prasasty, V.D. 2019d. Tempeh antioxidant activity using DPPH method: Effects of fermentation, processing, and microorganisms. *Journal of Food Engineering and Technology* 8(2):75-80. DOI:10.32732/jfet.2019.8.2.75.

Barus, T., Suwanto, A., Wahyudi, A.T., Wijaya, H. 2008. Role of bacteria in tempe bitter taste formation: microbiological and molecular biological analysis based on 16S rRNA gene. *Microbiology Indonesia* 2(1):17-21. DOI:10.5454/mi.2.1.4.

Endrawati, D., Kusumaningtyas, E. 2017. Beberapa fungsi *Rhizopus* sp dalam meningkatkan nilai nutrisi bahan pakan. *WARTAZOA* 27(2):081-088. DOI:10.14334/wartazoa.v27i2.1181.

Fiedor, J., Burda, K. 2014. Potential role of carotenoids as antioxidants in human health and disease. *Nutrients* 6(2):466-488. DOI:10.3390/nu6020466.

Handajani, Y.S., Turana, Y., Yogiara, Y., Widjaja, N.T., Sani, T.P., Christianto, G.A.M., Suwanto, A. 2020. Tempeh consumption and cognitive improvement in mild cognitive impairment. *Dementia and geriatric cognitive disorders* 49:497-502. DOI:10.1159/000510563.

Handoyo, T., Morita, N. 2006. Structural and functional properties of fermented soybean (tempeh) by using *Rhizopus oligosporus*. *International Journal of Food Properties* 9(2):347-355. DOI:10.1080/10942910500224746.

Haron, H., Shahar, S., O'Brien, K.O., Ismail, A., Kamaruddin, N., Rahman, S.A. 2010. Absorption of calcium from milk and tempeh consumed by postmenopausal Malay women using the dual

- stable isotope technique. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 61(2):125-137. DOI:10.3109/09637480903348080.
- Hartanti, A.T., Rahayu, G., Hidayat, I. 2015. *Rhizopus* species from fresh tempeh collected from several regions in Indonesia. *Hayati Journal Bioscience* 22(3):136-142. DOI:10.1016/j.hjb.2015.10.004.
- Hsu, R.L., Lee, K.T., Wang, J.H., Lee, Y.L., Chen, P.Y. 2009. Amyloid-degrading ability of nattokinase from *Bacillus subtilis natto*. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 57:503-8. DOI:10.1021/jf803072r.
- Jennessen, J., Schnürer, J., Olsson, J., Samson, R.A., Dijksterhuis, J. 2008. Morphological characteristics of sporangiospores of the tempe fungus *Rhizopus oligosporus* differentiate it from other taxa of the *R. microsporus* group. *Mycological Research* 112(1):547-563. DOI:10.1016/j.mycres.2007.11.006.
- Kadar, A.D., Astawan, M., Putri, S.P., Fukusaki, E., 2020. Metabolomics-Based study of the effect of raw materials to the end product of tempe-an Indonesian fermented soybean. *Metabolites* 10(9):1-11. DOI:10.3390/metabo10090367.
- Kiers, J.L., Nout, R.M.J., Rombouts, F.M. 2000. *In vitro* digestibility of processed and fermented soya bean, cowpea and maize. *Journal of The Science of Food and Agriculture* 80(9):1325-1331. DOI:10.1002/1097-0010(200007)80:9.
- Kim, M.R., Kawamura, Y., Lee, C.H. 2003. Isolation and identification of bitter peptides of tryptic hydrolysate of soybean 11S glycinin by reverse-phase high-performance liquid chromatography. *Journal of Food Science* 68: 2416-2422. DOI:10.1111/j.1365-2621.2003.tb07039.x.
- Kwon, G.H., Lee, H.A., Park, J.Y., Kim, J.S., Lim, J., Park, C.S., Kwon, D.Y., Kim, Y.S., Kim, J.H. 2009. Development of a PCR-RAPD method for identification of *Bacillus* species isolated from Cheonggukjang. *International Journal of Food Microbiology* 129: 282-7. DOI:10.1016/j.ijfoodmicro.2008.12.013.
- Lawless, H.T., Heymann, H. 2010. Sensory evaluation of food: principles and practices. 2<sup>nd</sup> Ed. Springer Science Business Media, New York.
- Kustyawati, M.E., Subeki, Murhadi, Rizal, S., Astuti P. 2020. Vitamin B12 production in soybean fermentation for tempeh. *AIMS Agriculture and Food* 5(2): 262-271. DOI:10.3934/agrfood.2020.2.262.
- Myong, J.C., Unklesbay, N., Hsieh, F.H., Clarke, A.D. 2004. Hydrophobicity of bitter peptides from soy protein hydrolysates. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 52:5895-5901. DOI:10.1021/10495035.
- Ningsih, T.E., Siswanto, Rudju, W. 2018. Aktivitas antioksidan kedelai edamame hasil fermentasi kultur campuran oleh *Rhizopus oligosporus* dan *Bacillus subtilis*. *Sainstek* 7(1):17-21. DOI:10.19184/bst.v6i1.7556.
- Nout, M.J.R., Kiers, J.L. 2005. Tempe fermentation, innovation, and functionality: update into the third millenium. *Applied and Environmental Microbiology* 98:789-805. DOI:10.1111/j.1365-2672.2004.02471.x.
- Nout, M.J.R., Rombouts, F.M. 1990. Recent developments in tempe research. *Journal of Applied Bacteriology* 69:609-633. DOI:10.1111/j.1365-2672.1990.tb01555.x.
- Puspitasari, A., Astawan, M., Wresdiyati, T. 2020. Pengaruh Germinasi Kedelai terhadap Komposisi Proksimat dan Komponen Bioaktif Isoflavon Tempe Segar dan Semangit. *Jurnal Pangan* 29(1):35-44. DOI:10.33964/jp.v29i1.460.
- Roubos van den Hill, P.J., Nout, M.J.R., Beumer, R., Meulen, J., Zwietering. 2009. Fermented soya bean (tempe) extracts reduce adhesion of enterotoxigenic *Escherichia coli* to intestinal epithelial cells. *Journal of Applied Microbiology* 106:1013-1021. DOI:10.1111/j.1365-2672.2008.04068.x.
- Sarkar, F.H., Li, Y. 2002. Mechanisms of cancer chemoprevention by soy isoflavone genistein. *Cancer Metastasis Reviews* 21(4):265-280. DOI:10.1023/a:1021210910821.
- Schipper, M.A.A., Gauger, W., Ende, V.D.H. 1985. Hybridization of *Rhizopus* species. *Microbiology* 131(9):2359-2365. DOI:10.1099/00221287-131-9-2359.
- SNI (Standar Nasional Indonesia) 3144-2015. 2015. Tempe Kedelai. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Stephanie, T.S., Kartawidjajaputra, F., Silo, W., Yogiara, Y., Suwanto, A. 2019. Tempeh consumption enhanced beneficial bacteria in the human gut. *Food Research* 3(1): 57-63. DOI:10.26656/fr.2017.3(1).230
- Sudaryatiningsih, C., Supyani, S. 2009. Linoleic and linolenic acids analysis of soybean tofu with *Rhizopus oryzae* and *Rhizopus oligosporus* as coagulant. *Nusantara Bioscience* 1(3): 110-116. DOI: 10.13057/nusbiosci/n010302.
- Terlabie, N.N., Sakyi-Dawson, E., Amoa-Awua, W.K. 2006. The comparative ability of four isolates of *Bacillus subtilis* to ferment soybeans into dawadawa. *International Journal of Food Microbiology* 106:145-152. DOI:10.1016/j.ijfoodmicro.2005.05.021.