

Artikel Penelitian

Kualitas Tempe menggunakan *Rhizopus delemar* TB 26 dan *R. delemar* TB 37 yang Diisolasi dari Inokulum Tradisional Tempe "daun waru"

Quality of Tempeh using Rhizopus delemar TB 26 and R. delemar TB 37 Isolated from Traditional Inoculum of Tempeh "daun waru"

Tati Barus^{1*}, Dika Putri Salim², Anastasia Tatik Hartanti³

¹Program Studi Magister Bioteknologi, Fakultas Teknobiologi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta

²Program Studi Biologi, Fakultas Teknobiologi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta

³Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknobiologi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta

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

Artikel ini dikirim pada tanggal 01 Agustus 2019 dan dinyatakan diterima tanggal 08 November 2019. 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 © 2019

Abstrak

Mikroorganisme utama dalam pembuatan tempe ialah *Rhizopus*. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang potensi *Rhizopus delemar* TB 26 dan *R. delemar* TB 37 yang berasal dari "daun waru" dalam menentukan kualitas tempe. Tempe dibuat menggunakan *R. delemar* TB 26 (Tempe TB 26), *R. delemar* TB 37 (Tempe TB 37), dan inokulum komersial tempe (Tempe K). Uji organoleptik, aktivitas antioksidan, dan analisis proksimat telah dilakukan untuk menentukan kualitas tempe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tekstur, warna dan komposisi kimia Tempe TB 26, Tempe TB 37, dan Tempe K memenuhi syarat mutu tempe yang ditetapkan di Indonesia yang tertera pada SNI 3144:2015. Secara organoleptik, citarasa Tempe TB 26 dan Tempe TB 37 lebih disukai panelis dibandingkan dengan Tempe K. Dengan demikian, *R. delemar* TB 26 dan *R. delemar* TB 37 yang masing masing digunakan membuat Tempe TB 26 dan Tempe TB 37 berpotensi dikembangkan sebagai inokulum tempe. Kesimpulannya, penelitian ini telah berhasil untuk menganalisis kualitas Tempe TB 26 dan Tempe TB 37 yang dibandingkan dengan tempe komersial.

Kata kunci: *Rhizopus delemar*, tempe, tekstur, warna, komposisi kimia

Abstract

Rhizopus is the main microorganism in tempeh fermentation. This study aims to obtain information about the potential of *R. delemar* TB 26 and *R. delemar* TB 37 isolated from traditional inoculums of tempeh "waru leaves" in determining the quality of tempeh. Tempeh was made using *R. delemar* TB 26 (Tempe TB 26), *R. delemar* TB 37 (Tempe TB 37), and commercial inoculum of tempeh (Tempe K). Organoleptic test, antioxidant activity, and proximate analysis were done to measure the quality of tempeh. The results showed that the texture, color and chemical composition of Tempe TB 26 and Tempe TB 37 fulfilled the tempeh quality requirements as stated in SNI 3144: 2015. Tempe TB 26 and Tempe TB 37 were more preferred by panelists compared to Tempe K. Therefore, *R. delemar* TB 26 and *R. delemar* TB 37, which were used to make Tempe TB 26 and Tempe TB 37, could potentially be developed as tempeh inoculum. As conclusion, Tempe TB 26 and Tempe TB 37 could be analyzed and the comparison to commercial tempeh was also successfully identified.

Keywords: *Rhizopus delemar*, tempeh, texture, color, chemical composition

Pendahuluan

Tempe kedelai (tempe) merupakan makanan fermentasi yang paling populer di Indonesia. Tempe merupakan kedelai yang diselubungi oleh miselium putih dari *Rhizopus* sehingga membentuk tekstur yang kompak dan padat. Tempe mengandung protein sekitar 35% (Handoyo dan Morita, 2006; Radiati dan Sumarto, 2016). Oleh sebab itu, tempe merupakan sumber protein yang harganya relatif murah dibandingkan dengan bahan pangan sumber protein lain seperti daging, telur dan ikan. Selain itu, protein tempe lebih mudah dimanfaatkan oleh tubuh karena protease *Rhizopus* spp. mampu menghidrolisis protein kedelai selama proses fermentasi berlangsung menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti asam amino dan peptida (Handoyo dan Morita, 2006).

Tempe merupakan makanan nabati yang mengandung vitamin B₁₂ (Keuth and Bisping, 1994) yang penting bagi kesehatan yang pada umumnya ditemukan pada makanan hewani. Tempe mengandung asam lemak (Andriani *et al.*, 2014), vitamin dan mineral (Astuti *et al.*, 2000). Telah dilaporkan bahwa *Rhizopus* spp. pada tempe dapat meningkatkan aktivitas antioksidan (Sheih *et al.*, 2014) karena menghasilkan enzim glukosidase yang menghidrolisis senyawa isoflavon glikosida kedelai menjadi senyawa isoflavon bebas pada tempe (Pabesak *et al.*, 2013). Selain itu, tempe juga dapat menghasilkan senyawa antibakteri yang dapat menghambat pelekatan *Escherichia coli* ETEC yang bersifat patogen pada permukaan sel epitel usus (Nout and Roubos van den Hill, 1990; Roubos van den Hill *et al.*, 2009).

Jenis mikroorganisme pada tempe telah dilaporkan beragam (Barus *et al.*, 2008; Barus *et al.*, 2017; Barus *et al.*, 2013). Namun mikroorganisme utama pada fermentasi tempe adalah *Rhizopus* spp. Laru (inokulum) tempe merupakan sumber *Rhizopus* spp. dalam pembuatan tempe di Indonesia. Saat ini pengrajin tempe pada umumnya menggunakan inokulum komersial yang hanya mengandung jenis *Rhizopus* tertentu saja sehingga keragaman spesies *Rhizopus* yang digunakan pada fermentasi tempe mulai berkurang. Salah satu jenis *Rhizopus* yang langka ditemukan pada tempe adalah *R. delemar*. Hartanti *et al.* (2015) melaporkan bahwa tidak menemukan keberadaan *R. delemar* pada tempe yang diambil dari berbagai sentra produksi tempe di pulau Jawa. *R. delemar* merupakan pengganti nama *R. oryzae* (Abe *et al.* 2007) yang pernah dilaporkan berperan dalam pembuatan tempe (Dwidjoseputro and Frederick 1970).

Barus *et al.* (2019) melaporkan bahwa potensi *Rhizopus microsporus* berbeda beda dalam menentukan kualitas tempe. Kami telah berhasil mengidentifikasi 2 strain *Rhizopus* dari inokulum tradisional "daun waru". Berdasarkan sekuen *internal transcribed spacer*nya (ITS), kedua *Rhizopus* adalah *R. delemar* (*R. delemar* TB 26 dan *R. delemar* TB 37). Sekuen ITS kedua *R. delemar* tersebut, telah berhasil didepositkan ke *GenBank* dengan *accession number* masing masing MF445261 dan MF445272. Namun belum diketahui potensi kedua *R. delemar* tersebut dalam menentukan kualitas tempe. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan kualitas tempe dari *R. delemar* TB 26 dan *R. delemar* TB 37 dalam menentukan kualitas tempe. Manfaat penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi kualitas tempe tersebut dan potensi pengembangannya.

Materi dan Metode

Materi Penelitian

Penelitian ini menggunakan *R. delemar* TB 26 dan *R. delemar* TB 37 yang berasal dari koleksi Fakultas Teknobiologi, Unika Atma Jaya, Jakarta. Bahan-bahan yang digunakan adalah medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) (Oxoid, UK), garam fisiologis 0,85% (b/v) (Merck, Germany), kedelai, asam asetat 25% (Dixi, Indonesia), etanol (Emsure, Germany), kertas saring 110 mm (Whatman, US) dan *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH) (Aldrich, Germany). Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas *freeze dryer* (Christ, Germany), *incubator shaker* (GFL, Germany), hemasitometer (Improved Neubauer, Marienfield), mikroskop cahaya CX 21 (Olympus, Japan), vortex Tipe 37680 (Thermolyne, USA), vortex Tipe 37680 (Thermolyne, USA) dan timbangan analitik ATX 224 (Shimadzu, Japan).

Persiapan suspensi spora *R. delemar*

R. delemar ditumbuhkan dalam medium PDA yang diinkubasi pada suhu 30°C selama 5 hari. Spora dipanen dengan menambahkan 6 ml garam fisiologis 0,85% (b/v) ke dalam biakan tersebut. Selanjutnya

perhitungan jumlah spora dilakukan menggunakan hemasitometer.

Pembuatan tempe

Selama proses pembuatan tempe digunakan air steril. Pembuatan tempe dilakukan mengikuti metode Barus *et al.* (2008) dengan modifikasi. Sebanyak 300 g kedelai dibersihkan dan direbus selama 40 menit. Kemudian kedelai ditiriskan, kulit ari dikupas dan dibuang, lalu kedelai direbus kembali selama 15 menit. Setelah kedelai ditiriskan dan dibilas sebanyak 3 kali dengan air mendidih lalu direndam pada air pH 4,5 dengan penambahan asam asetat selama 5 jam. Selanjutnya, kedelai ditiriskan dan dikeringkan dengan kain steril lalu masing-masing 50 g dimasukkan ke dalam kantong plastik yang berlubang dan dicampur dengan 0,33 ml *R. delemar* (10^7 spora/ml) dan inokulum komersial. Setelah diaduk hingga rata lalu diinkubasi pada suhu 30°C selama 48 jam. Pembuatan tempe diulang sebanyak tiga kali, sehingga uji organoleptik dan analisis antioksidan diulang 3 kali juga.

Analisis organoleptik

Uji organoleptik tempe dilakukan dengan uji hedonik oleh 43 orang panelis berusia 19–25 tahun. Kriteria penilaian meliputi aroma, tekstur, rasa, dan *after taste* tempe. Sampel tempe berukuran 1x2x1 cm dikukus selama 10 menit. Panelis memberikan penilaian terhadap tempe dengan memilih angka 1 adalah sangat tidak suka, 2 berarti tidak suka, 3 yang artinya netral, 4 adalah suka, dan 5 yang artinya sangat suka.

Pembuatan tepung tempe

Sebanyak 250 g tempe dipotong kecil lalu dikeringkan dengan *freeze dryer* dengan suhu -80°C selama 13 jam. Selanjutnya, tempe hasil *freeze dryer* diblender hingga dihasilkan tepung yang siap dianalisis lebih lanjut.

Analisis aktivitas antioksidan

Analisis aktivitas antioksidan dilakukan mengikuti metode Pabesak *et al.* (2013). Etanol sebanyak 60 ml dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer yang berisi 5 g bubuk tempe. Larutan dikocok menggunakan *shaker* selama 20 jam. Etanol ditambahkan sebanyak 20 ml dan dikocok selama 1 jam. Etanol ditambahkan kembali sebanyak 15 ml dan dikocok selama 30 menit. Setelah dikocok, etanol ditambahkan hingga 100 ml kemudian filtrat disaring. Filtrat digunakan untuk analisis aktivitas antioksidan dengan metode *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH) (Pabesak *et al.*, 2013).

Ekstrak tempe sebanyak 1 ml ditambahkan dengan 2 ml larutan DPPH 0,2 mM dalam etanol. Suspensi diinkubasi dalam ruang gelap selama 20 menit. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 517 nm. Blangko yang digunakan adalah etanol, sedangkan kontrol yang digunakan adalah larutan DPPH dalam etanol. Aktivitas antioksidan ditunjukkan dengan adanya perubahan warna DPPH dari ungu menjadi kekuningan. Persentase aktivitas DPPH diperoleh dengan

mengurangi nilai absorbansi kontrol dengan absorbansi sampel kemudian dibagi dengan absorbansi kontrol.

Analisis proksimat tempe

Analisis proksimat dilakukan dari tepung tempe hasil *freeze dryer* (*wet basis*). Analisis proksimat tempe dilakukan sesuai standar internasional AOAC edisi ke-19 tahun 2012 (AOAC, 2012). Pengukuran kadar lemak dilakukan dengan metode Gravimetri. Kadar protein dengan metode analisis auto destruksi. Analisis proksimat dilakukan di Balai Penelitian Ternak, Bogor yang telah tersertifikasi KAN. Sampel yang digunakan untuk analisis proksimat adalah tepung tempe hasil dari pencampuran tepung tempe yang disimpan dalam *freeze dryer* dari 3 kali ulangan pembuatan tempe pada setiap perlakuannya.

Analisis Data

Data hasil uji organoleptik dianalisis dengan uji Kruskal Wallis. Data hasil pengukuran dianalisis dengan One-Way ANOVA dengan level signifikan yang ditetapkan bila $p < 0,5$ yang dibantu dengan *software* statistik SPSS.

Hasil dan Pembahasan

Tempe berhasil diproduksi menggunakan *R. delemar* TB 26 (Tempe TB 26), *R. delemar* TB 37 (Tempe TB 37) dan menggunakan inokulum komersial tempe (Tempe K) (Gambar 1). Tempe TB 26, Tempe TB 37 dan Tempe K berwarna putih karena miselium *Rhizopus* dapat tumbuh dengan baik dan mengikat keping kedelai satu sama lain yang menyebabkan tekstur tempe menjadi kompak dan saat diiris tetap kompak. Warna putih tersebut sesuai dengan yang dilaporkan Zheng *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa *R. delemar* memiliki miselium berwarna putih. Tempe TB 26 dan Tempe TB 37 bersama sama dengan Tempe K tidak berbau amoniak. Oleh sebab itu, ketiga jenis tempe tersebut memenuhi syarat mutu tempe kedelai menurut SNI 3144:2015 yang mempersyaratkan warna putih yang bersifat kompak sehingga jika diiris tetap utuh (tidak mudah rontok) dan bau khas tempe tanpa adanya bau amoniak.



Gambar 1. Penampilan tempe yang difermentasi menggunakan inokulum komersial tempe (Tempe K, gambar paling kiri), *R. delemar* TB 26 (Tempe TB 26, gambar tengah), dan *R. delemar* TB 37 (Tempe TB 37, gambar paling kanan)

Salah satu faktor penting dalam memproduksi tempe adalah proses pengasaman kedelai, yaitu pada tahapan perendaman kedelai sebelum dicampur dengan inokulum. Kondisi asam kedelai dinilai penting agar *Rhizopus* dapat tumbuh. Umumnya bakteri asam laktat berperan penting dalam pengasaman kedelai tersebut (Barus *et al.* 2008). Namun proses pengasaman kedelai

pada penelitian ini digunakan asam asetat sehingga pH air rendaman mencapai 4,5 dan tempe berhasil diproduksi. Pengasaman menggunakan asam asetat pada penelitian dilakukan untuk menghindari keterlibatan mikroorganisme lain dalam menentukan kualitas tempe. Dengan demikian potensi *R. delemar* dalam menentukan kualitas tempe dapat diukur karena tidak tercampur dengan mikroorganisme lain.

Tabel 1 Data skor hasil uji organoleptik tempe menggunakan *R. delemar* TB 26 (Tempe TB 26), *R. delemar* TB 37 (Tempe TB 37), dan inokulum komersial (Tempe K)

Parameter	Tempe TB 26	Tempe TB 37	Tempe K
Aroma	3,99±0,90 ^b	3,92±0,80 ^b	3,00±1,12 ^a
Warna	3,97±0,77 ^b	3,87±0,79 ^b	2,63±1,00 ^a
Tekstur	3,81±0,91 ^b	3,64±1,08 ^b	2,93±1,07 ^a
Rasa	3,69±1,07 ^b	3,66±1,03 ^b	2,01±1,09 ^a
Aftertaste	3,59±1,06 ^b	3,53±0,95 ^b	1,91±1,02 ^a

Uji organoleptik

Hasil uji organoleptik tertera pada Tabel 1 yang dilakukan dengan parameter aroma, warna, tekstur, rasa, dan *after taste* terhadap ketiga jenis tempe. Tabel 1 menunjukkan bahwa citarasa Tempe TB 26 dan Tempe TB 37 tidak berbeda secara signifikan. Namun, citarasa Tempe TB 26 dan Tempe TB 37 jauh lebih disukai panelis dibandingkan dengan Tempe K.

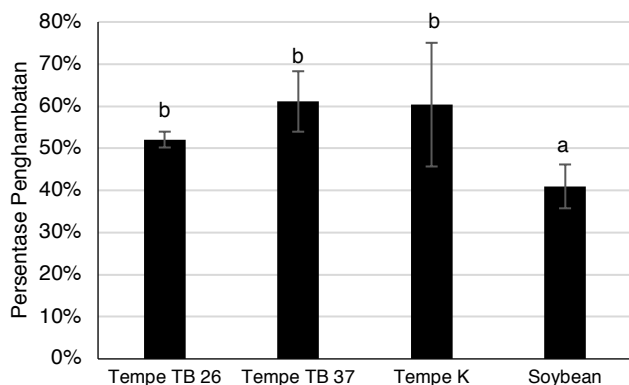
Citarasa tempe yang menggunakan *R. delemar* memiliki keunggulan dibandingkan dengan Tempe K kemungkinan karena *R. delemar* dapat mengubah glukosa menjadi asam fumarat. Keberadaan asam fumarat dapat mengekspresikan asam amino glutamat dan aspartat (Odoni *et al.*, 2017) yang membentuk rasa umami (Manani *et al.*, 2014).

Mikroorganisme sangat berperan menentukan kualitas bahan pangan yang diproduksi melalui proses fermentasi. Peran mikroorganisme dalam menentukan cita rasa bahan pangan fermentasi telah dilaporkan seperti munculnya rasa pahit pada keju disebabkan oleh aktivitas protease dari *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* (Broadbent *et al.* 2002) dan *Staphylococcus xylosus* yang berpengaruh pada pembentukan aroma sosis (Stahnke 1994). Hal ini karena jenis mikroorganisme yang berbeda memiliki fungsi yang berbeda-beda dan menjadi sangat penting untuk menentukan kondisi lingkungan selama proses fermentasi tersebut berlangsung guna menjaga kelangsungan pertumbuhan mikroorganisme tersebut. Barus *et al.* (2008) juga melaporkan bahwa perbedaan jumlah dan jenis mikroorganisme berpengaruh terhadap citarasa tempe.

Analisis Antioksidan

Hasil pengukuran antioksidan tempe dan kedelai ditunjukkan pada Figur 2. Nout and Kiers (2005) melaporkan bahwa kedelai mengandung isoflavin. Namun hasil penelitian ini menunjukkan bahwa setelah kedelai diolah menjadi tempe aktivitas antioksidannya meningkat secara signifikan. Hasil penelitian ini sejalan dengan yang dilaporkan Ferreira *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa aktivitas antioksidan tempe lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas antioksidan

kedelai. Hal ini kemungkinan karena adanya perubahan isoflavon glukosida secara enzimatis pada kedelai menjadi isoflavon aglikon yang memiliki aktivitas lebih tinggi pada tempe (Ferreira *et al.*, 2011).



Figur 2. Aktivitas antioksidan yang difermentasi oleh *R. delemar* TB 26 (Tempe TB 26), *R. delemar* TB 37 (Tempe TB 37), dan inokulum komersial (Tempe K)

Aktivitas antioksidan antara ketiga jenis tempe tampak tidak signifikan berbeda. Tempe yang difermentasi menggunakan *R. delemar* tidak signifikan berbeda dengan tempe yang difermentasi menggunakan laru komersial. Salah satu enzim yang berperan dalam perubahan isoflavon tersebut adalah β -glukosidase (Purwoko *et al.*, 2001). Pada proses fermentasi, *Rhizopus* dapat menghasilkan enzim β -glukosidase (Pabesak *et al.*, 2013). Proses ini menyebabkan adanya transformasi senyawa isoflavon (Nout and Kiers, 2005). Namun potensi masing-masing *Rhizopus* dalam menghasilkan enzim β -glukosidase adalah berbeda beda dan inilah yang menyebabkan perbedaan aktivitas antioksidan tempe.

Selain dari senyawa isoflavon, telah dilaporkan juga aktivitas antioksidan dapat dipengaruhi karena adanya peptida bioaktif (Endrawati dan Kusumaningtyas 2017) ataupun adanya pigmen β -karoten (Fiedor and Burda 2014) yang berperan mengikat oksigen singlet (1O_2) ataupun *reactive oxygen species* (ROS) lainnya. Hal ini belum dikaji pada penelitian ini dan dinilai menarik untuk dikaji lebih lanjut.

Analisis Proksimat Tempe

Komposisi makromolekul pada tempe yang paling tinggi adalah protein, yaitu berkisar antara 47,61–51,28% (Tabel 2). Kadar protein tertinggi ditemukan pada Tempe K (51,28%). Namun kadar protein Tempe TB 26 (47,61%) dan Tempe TB 37 (49,10%) tidak terlalu jauh berbeda, dimana semuanya mengandung protein diatas 40%. Hal yang serupa juga telah dilaporkan Barus *et al.* (2019). Protein tempe telah mejadi bentuk peptida dan asam amino bebas yang memiliki berat molekul rendah sehingga lebih mudah larut (Endrawati dan Kusumaningtyas, 2017). Oleh sebab itu protein tempe dinilai lebih berkualitas dibandingkan dengan protein kedelai. Hal ini menjadikan tempe sebagai salah satu sumber protein nabati penting bagi masyarakat Indonesia khususnya mereka yang tidak dapat

mengonsumsi protein yang berasal dari produk pangan hewani.

Tabel 2 Hasil analisis proksimat tempe (%) yang difermentasi oleh *R. delemar* TB 26 (Tempe TB 26), *R. delemar* TB 37 (Tempe TB 37), dan inokulum komersial (Tempe K)

Sampel	Protein	Lemak	Abu	Karbohidrat
Tempe TB 26	47,61	27,74	2,91	21,74
Tempe TB 37	49,10	25,86	2,98	22,06
Tempe K	51,28	20,64	3,08	25,00

Keterangan: data yang diperoleh berasal dari tiga kali ulangan yang dicampur menjadi satu untuk dianalisis proksimatnya.

Kadar lemak paling tinggi ditemukan pada Tempe TB 26 (yaitu 27,74%) dan paling rendah pada Tempe K (yaitu 20,64%) yang tampak pada Tabel 2. Bavia *et al.* (2012) melaporkan kadar lemak tempe sekitar 20,95–24,06% yang artinya masih dalam kisaran yang lazim. Variasi kadar lemak dapat dipengaruhi oleh substrat (Radiati dan Sumarto, 2016) ataupun keragaman aktivitas lipase dari *Rhizopus*. Peranan lipase pada fermentasi tempe adalah untuk memecah lemak menjadi asam lemak bebas sehingga dapat digunakan untuk pertumbuhan kapang (Radiati dan Sumarto, 2016; Astuti *et al.*, 2000). Namun perbedaan kadar lemak pada ketiga jenis tempe hasil penelitian kemungkinan karena aktivitas lipase dari *Rhizopus*. Kadar lemak ketiga jenis tempe hasil penelitian ini dinyatakan telah memenuhi syarat SNI (2015).

Kadar abu pada Tempe TB 26 (sebesar 2,91%) dan Tempe TB 37 (sebesar 2,98%), yang keduanya lebih rendah dibandingkan dengan Tempe K (3,08%) (Tabel 2). Kadar abu menunjukkan kandungan mineral yang terkandung dalam suatu bahan pangan (Astawan *et al.*, 2013) yang bersifat sensitif terhadap pH, oksigen, cahaya, dan panas (Damanik *et al.*, 2018).

Kadar karbohidrat tempe K (25%) lebih tinggi dibandingkan kadar karbohidrat Tempe TB 26 (sebesar 21,74%) dan tempe TB 37 (sebesar 22,06%) (Tabel 2). Pada proses fermentasi, karbohidrat pada kedelai dapat berkurang karena adanya aktivitas enzimatis (Damanik *et al.*, 2018), diantaranya poligalakturonase, selulase, xilanase, arabinosa (Sarrette *et al.*, 1992). Perbedaan kandungan karbohidrat pada ketiga jenis tempe dapat disebabkan karena perbedaan enzim-enzim yang dihasilkan oleh *Rhizopus* yang digunakan.

Kesimpulan

R. delemar TB 26 dan *R. delemar* TB 37 menghasilkan tekstur tempe yang kompak, berwarna putih, dan tidak berbau amoniak sehingga memenuhi syarat mutu tempe yang ditetapkan di Indonesia (SNI 3144:2015). *R. delemar* TB 26 dan *R. delemar* TB 37 juga menghasilkan citarasa tempe yang lebih disukai penulis dibandingkan Tempe K. Selain itu, *R. delemar* TB 26 dan *R. delemar* TB 37 juga menghasilkan proksimat tempe yang hampir sama dengan proksimat tempe yang menggunakan inokulum komersial. Dengan demikian *R. delemar* TB 26 dan *R. delemar* TB 37 berpotensi untuk dikembangkan sebagai inokulum komersial untuk fermentasi tempe.

Daftar Pustaka

- Andriani, M., Baskoro, K., Nurhartadi, E. 2014. Studies on physicochemical and sensory characteristics of overripe tempeh flour as food seasoning. *Academic Research International* 5(5):36-45.
- Astawan, M., Wresdiyati, T., Widowati, S., Bintari, S.H., Ichsani, N. 2013. Karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional tempe yang dihasilkan dari berbagai varietas kedelai. *Jurnal Pangan* 22(3):241-252. DOI:10.33964/jp.v22i3.102
- 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.1440-6047.2000.00176.x.
- Barus T., Wati, L., Melani, Suwanto, A., Yogiara. 2017. Diversity of protease-producing *Bacillus* spp. From Fresh Indonesian tempeh based on 16S rRNA gene sequence. *HAYATI Journal of Biosciences* 24(1):35- 40. DOI: DOI:10.1016/j.hjb.2017.05.001.
- Barus, T., Hanjaya, I., Sadeli, J., Lay, B.W., Suwanto, A., Yulandi, A. 2013. Genetic diversity of *Klebsiella* spp. isolated from tempe based on enterobacterial repetitive intergenic consensus-polymerase chain reaction (ERIC-PCR). *HAYATI Journal of Biosciences*. 20(4):171-176. DOI:10.4308/hjb.20.4.171.
- Barus, T., Maya, F. Hartanti, A.T., 2019. Peran Beberapa Galur *Rhizopus microsporus* yang Berasal dari "laru tradisional" dalam Menentukan Kualitas Tempe. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 8(1). DOI:10.17728/jatp.3761.
- 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.
- Bavia, A.C.F., Silvia, C.E., Ferreira, M.P., Leite, R.S., Mandarino, J.M.G., Carrao-Panizzi, M.C. 2012. Chemical composition of tempeh from soybean cultivars specially developed for human consumption. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos* 32(3):613-620. DOI:10.1590/S0101-20612012005000085.
- Broadbent, J.R, Barnes, M., Brennand, C., Strickland, M., Houck, K., Johnson, M.E., Steele, J.L. 2002. Contribution of *Lactococcus lactis* cell envelope proteinase specificity to peptide accumulation and bitterness in reduced-fat cheddar cheese. *Applied and Environmental Microbiology* 68:1778-1785. DOI:10.1128/AEM.68.4.1778-1785.2002.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 2015. SNI Nomor 3144:2015 tentang Tempe Kedelai. BSN, Jakarta.
- Damanik, R.N.S., Pratiwi, D.Y.W., Widyastuti, N., Rustanti, N., Anjani, G., Afifah, D.N. 2018. Nutritional composition changes during tempeh gembus processing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 116:1-10. DOI:10.1088/1755-1315/116/1/012026.
- Endrawati, D., Kusumaningtyas, E. 2017. Beberapa fungsi *Rhizopus* sp dalam meningkatkan nilai nutrisi bahan pakan. *WARTAZOA* 27(2):081-088. DOI:0.14334/wartazoa.v27i2.1181.
- Ferreira, M.P., Oliveria, M.C.N., Mandarino, J.M.G., Silva, J.B., Ida, E.I., Panizzi, M.C.C. 2011. Changes in the isoflavone profile and in the chemical composition of tempeh during processing and refrigeration. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 46(11):1555-1561. DOI:10.1590/S0100-204X2011001100018
- Fiedor, J., Burda, K. 2014. Potential role of carotenoids as antioxidants in human health and disease. *Nutrients* 6(2):466-468. doi:10.3390/nu6020466
- 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.
- Hartanti, A.T., Rahayu, G., Hidayat, I. 2015. *Rhizopus* spesies from fresh tempeh collected from several regions in Indonesia. *Hayati Journal of Biosciences* 22(3):136-142. DOI: 10.1016/j.hjb.2015.10.004.
- Keuth, S., Bisping, B. 1994. Vitamin B12 production by *Citrobacter freundii* or *Klebsiella pneumoniae* during tempeh fermentation and proof of enterotoxin absence by PCR. *Applied and Environmental Microbiology* 60(5):1495-1499.
- Manani, T.A.N., Mwangwela, A.M., Schuller, R.B., Ostlie, H.M., Wicklund. 2014. Sensory evaluation and consumer acceptance of naturally and lactic bacteria-fermented pastes of soybean and soybean-maize blends. *Food Science & Nutrition* 2(2): 114-131. DOI: 10.1002/fsn.3.82.
- Nout, M.J.R., Rombouts, F.M. 1990. A review: recent developments in tempe research. *Journal of Applied Bacteriology* 69:609-633. DOI: 10.1111/j.1365-2672.1990.tb01555.x.
- Nout M. J.R., Kiers, J.I. 2005. Tempe fermentation, innovation, and functionality: update into third millenium. *Applied and Environmental Microbiology* 98:789-805. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2004.02471.x
- Odoni, D.I., Tamayo-Ramos, J.A., Sloothaak, J., van Heck, R.G., dos Santos, V.A.M., de Graaff, L.H., Suarez-Diez, M. Schaap, P.J., 2017. Comparative proteomics of *Rhizopus delemar* ATCC 20344 unravels the role of amino acid catabolism in fumarate accumulation. *PeerJ*, 5: 1-18. DOI: 10.7717/peerj.3133.
- Pabesak, R.V., Dewi, L., Lestario, L.N. 2013. Aktivitas antioksidan dan fenolik total pada tempe dengan penambahan biji labu kuning (*Cucurbita moschata* ex *Poir*). *Prosiding Seminar Nasional Biologi* 10(2):1-7.
- Purwoko, T., Pawiroharsono, S., Gandjar I. 2001. Biotransformasi isoflavon oleh *Rhizopus oryzae* UICC 524. *Biosmart* 3(2):7-12.
- Radiati, A., Sumarto. 2016. Analisis sifat fisik, sifat organoleptik, dan kandungan gizi pada produk

- tempe dari kacang non-kedelai. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 5(1):16-22. DOI: 10.17728/jatp.v5i1.32.
- 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.
- Sarrette, M., Nout, M.J.R., Gervais, P., Rombouts, F.M. 1992. Effect of water activity on production and activity of *Rhizopus oligosporus* polysaccharidases. *Applied Microbiology and Biotechnology* 37: 420-425. DOI: 10.1007/BF00180961.
- Sheih, I.C., Fang, T.J., Wu, T.K., Chen, R.Y. 2014. Effects of fermentation on antioxidant properties and phytochemical composition of soy germ. *Journal of the Science of Food and Agricultural* 94:3163-3170. DOI: 10.1002/jsfa.6666.
- Zheng, R.Y., Chen, G.Q., Huang, H., Liu, X.Y. 2007. A monograph of *Rhizopus*. *Sydowia-Horn* 59(2):273-372.