

Artikel Penelitian

Analisis Sifat Fisik, Organoleptik dan Kandungan Asam Lemak pada Tempe Mete dan Tempe Kedelai

Analysis of Physical, Sensory and Fatty Acid Properties of Tempeh Made from Cashew Nut and Soybean

Ira Roza Milinda¹, Etika Ratna Noer^{1,2}, Fitriyono Ayustaningwarno^{1,2}, Fillah Fithra Dieny^{1,2*}

¹Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang

²Center of Nutrition Research (CENURE), Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang

*Korespondensi dengan penulis (fillahdieny@gmail.com)

Artikel ini dikirim pada tanggal 21 April 2021 dan dinyatakan diterima tanggal 31 Desember 2021. Artikel ini juga dipublikasi secara online <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jatp>. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists® ©2022

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan sifat fisik, organoleptik dan kandungan asam lemak pada tempe mete serta membandingkannya dengan tempe berbahan dasar kacang kedelai. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan rancangan acak lengkap satu faktor pada tempe kedelai dan tempe mete. Penelitian eksperimen ini terdiri dari 2 (dua) kelompok perlakuan. Tiap kelompok perlakuan dilakukan 3 (tiga) kali ulangan, sehingga diperoleh 6 satuan percobaan. Berdasarkan 6 percobaan tersebut, dilakukan analisis secara duplo meliputi analisis sifat fisik (kadar air dan rendemen). Kadar air, rendemen dan asam lemak masing-masing diuji menggunakan metode gravimetri, metode penimbangan dan metode kromatografi gas. Mutu organoleptik diuji pada parameter warna, rasa, aroma dan tekstur. Analisis statistik data menggunakan *Independent t-test* dan *Mann-Whitney*. Kadar air tempe mete ($36,97 \pm 0,38\%$) lebih rendah dari tempe kedelai ($63,86 \pm 1,46\%$). Penampakan fisik tempe mete berwarna putih dengan tekstur yang kompak seperti tempe kedelai. Rendemen tempe mete ($136,67 \pm 6,11\%$) lebih rendah dari tempe kedelai ($169,44 \pm 5,85\%$). Warna, rasa, dan tekstur kedua tempe setelah digoreng tidak memiliki perbedaan yang tampak. Asam oleat dan asam linoleat tempe mete masing-masing sebesar $21,52 \pm 0,58\%$ dan $6,09 \pm 0,03\%$, lebih tinggi dari tempe kedelai yang mengandung asam oleat $2,19 \pm 0,02\%$ dan asam linoleat $4,96 \pm 0,03\%$. Tempe mete memiliki kadar air dan penampakan fisik yang sesuai dengan standar tempe, namun rendemen yang dihasilkan lebih rendah. Dapat disimpulkan bahwa tempe mete memiliki mutu sesuai standar dengan kandungan asam lemak yang lebih tinggi dari tempe kedelai.

Kata kunci: tempe mete, tempe kedelai, sifat fisik, sifat organoleptik, kandungan asam lemak.

Abstract

The aim of this study was to compare the physical and organoleptic properties, fatty acid content between cashew and soybean tempeh. The research was a one-factor completely randomized experimental design on soybean tempeh and cashew tempeh. This experimental study consisted of 2 (two) treatment groups. Each treatment group was repeated 3 times, so that 6 experimental units were obtained. Based on these 6 experiments, a duplicate analysis was carried out including the analysis of physical properties (moisture content and yield). Moisture content, yield and fatty acid were analyzed respectively using gravimetric method, weighing method, and gas chromatography. The organoleptic quality was tested on the parameters of color, taste, aroma, and texture. Statistical analysis of data using independent t-test and Mann-Whitney. The moisture content of cashew tempe ($36,97 \pm 0,38\%$) was lower than that of soybean tempe ($63,86 \pm 1,46\%$). The physical appearance of cashew tempeh was white with a compact texture like soybean tempeh. The yield of cashew tempe ($136,67 \pm 6,11\%$) was lower than that of soybean tempe ($169,44 \pm 5,85\%$). The color, taste, and texture of the two tempeh after being fried did not differ remarkably. The oleic acid and linoleic acid of cashew tempeh were $21,52 \pm 0,58\%$ and $6,09 \pm 0,03\%$, respectively, higher than soybean tempeh which contained $2,19 \pm 0,02\%$ oleic acid and $4,96 \pm 0,03\%$ linoleic acid. Tempe cashew had a moisture content and physical appearance in accordance with tempe standards, but the yield was lower. It can be concluded that cashew tempeh had quality according to standards with higher fatty acid content than soybean tempeh.

Keywords: cashew tempeh, soybean tempeh, physical properties, organoleptic, fatty acids content.

Pendahuluan

Kacang mete merupakan kacang yang didapatkan dari tanaman jambu mete (*Anacardium occidentale* L). Kacang mete kaya vitamin (A, D dan E), lemak (47%), karbohidrat (35%) dan protein (18%) (Kapinga *et al.*, 2002). Apabila dibandingkan dengan kacang yang pernah dibuat menjadi tempe, kacang mete memiliki keunggulan pada rasa aslinya yang lebih gurih dan tingginya kandungan lemak baik seperti asam lemak tak

jenuh tunggal (MUFA) (PERSAGI, 2009). Selain itu, kacang mete juga memiliki nilai gizi mikro yang baik pula. Tiap 100 gram kacang mete mengandung 54 mg kalsium, 9,8 mg zat besi, 3,2 mg zinc, 560 mg kalium, 460 mg fosfor, dan 210 mg vitamin E. Berbeda dengan kacang lainnya, kacang mete memiliki MUFA sebanyak 60% dari kandungan lemak yang terkandung dalam kacang mete (Mah *et al.*, 2017a). Hal ini memungkinkan kacang mete menjadi asupan yang memiliki efek yang

baik untuk menurunkan risiko penyakit kardiovaskular (Jalali *et al.*, 2020).

Pada dasarnya, proses pembuatan tempe memerlukan proses fermentasi dengan keluarga *Rhizopus*. Fermentasi kacang-kacangan memiliki dampak positif diantaranya mengurangi faktor non-nutrisi, meningkatkan daya cerna zat gizi, mengurangi zat alergen, meningkatkan aktivitas antioksidan, dan peningkatan konsentrasi senyawa fenolik, serta pengurangan risiko penyakit kronis (Limón *et al.*, 2015). Proses fermentasi tempe pada lemak dapat meningkatkan kandungan asam lemak bebas (Nout and Kiers, 2005). Selama fermentasi kedelai, enzim lipase menghidrolisis triasilgliserol atau trigliserit menjadi asam lemak bebas dan meningkatkan kadar total asam lemak bebas dalam produk akhir yang awalnya 0,5% menjadi 21% (Astuti *et al.*, 2000a). Penelitian lain yang menganalisis zat gizi pada fermentasi keju berbahan dasar kacang mete, terjadi peningkatan karbohidrat, asam lemak, MUFA, kalsium, zat besi, kalium, vitamin B1 dan B6 (J. M. Chen *et al.*, 2020a). Apabila penerapan pembuatan tempe menggunakan bahan dasar mete dapat diaplikasikan, maka peningkatan kualitas protein dan asam lemak serta manfaat lain yang didapatkan dengan proses fermentasi pembuatan tempe dapat menjadi inovasi baru untuk memodifikasi pangan fungsional yang ada.

Potensi daya jual industri makanan sangat tergantung pada keanekaragaman makanan dengan memperhatikan sifat fungsional, zat gizi, dan rasa (Vital *et al.*, 2018). Dengan potensi peningkatan kandungan asam lemak termasuk MUFA dan PUFA pada tempe kacang mete, produk ini dapat menjadi salah satu pangan fungsional yang ditujukan untuk menurunkan risiko kardiovaskular. Penelitian yang dilakukan di India menunjukkan adanya peningkatan kadar kolesterol HDL serta penurunan tekanan darah sistolik setelah dilakukan intervensi dengan mengonsumsi kacang mete sebanyak 30 gram per hari selama 12 minggu (Mohan *et al.*, 2018). Oleh karena itu, konsumsi kacang mete dapat disarankan sebagai bagian dari diet sehat untuk pencegahan penyakit kronis, termasuk kardiovaskular (Flores-Mateo *et al.*, 2013).

Produk tempe kacang mete belum pernah dibuat sebelumnya dan diharapkan dapat menjadi alternatif pangan fungsional terlebih bagi penderita penyakit kardiovaskular. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk membuat tempe kacang mete serta dapat membandingkan sifat fisik, organoleptik dan kandungan asam lemak pada tempe kacang mete dan tempe kedelai, sebagaimana lazimnya tempe yang dijumpai di pasaran. Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah mendapatkan informasi sifat fisik, organoleptik dan kandungan asam lemak pada tempe kacang mete dan tempe kedelai sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengembangan inovasi produk tempe.

Materi dan Metode

Materi

Pembuatan tempe dari kacang kedelai (*Glycine max*) menggunakan kedelai varietas Grobogan yang

dihasilkan dari daerah Kabupaten Grobogan, sedangkan tempe dari kacang mete (*Anacardium occidentale*) yang digunakan adalah kacang mete varietas Unggul Lokal dan berasal dari daerah Kabupaten Wonogiri. Kedua kacang tersebut dipilih karena lebih mudah ditemukan di Kota Semarang. Ragi tempe yang digunakan adalah ragi tempe merek Raprima yang diproduksi LIPI Bandung yang mengandung isolat *Rhizopus oligosporus*. Bahan lainnya termasuk, air, minyak goreng, larutan n-heksana, larutan KOH, HCl, dan asam lemak larutan metil ester. Peralatan yang digunakan selama penelitian ini adalah panci untuk merebus, panci untuk mengukus, plastik, wajan penggorengan, dan alat *Gas Chromatography* merk GC Shimadzu QP-5000 (Japan) dengan kapiler fusi BPX70 dari Fishersci (Canada).

Metode

Penelitian ini termasuk dalam bidang teknologi pangan yang menggunakan desain penelitian eksperimental dengan rancangan acak lengkap satu faktor yang terdiri dari 2 (dua) kelompok perlakuan. Tiap kelompok perlakuan dilakukan 3 (tiga) kali ulangan, sehingga diperoleh 6 satuan percobaan. Berdasarkan 6 percobaan tersebut, dilakukan analisis secara duplo meliputi analisis sifat fisik (kadar air dan rendemen).

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 20 Oktober – 21 November 2020, dan dilakukan pengujian kadar air di Laboratorium Kimia Departemen Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro serta pengujian asam lemak di Laboratorium Saraswanti Indo Genetech Bogor.

Pembuatan Tempe

Pembuatan tempe kedelai diawali dengan proses pencucian kacang kedelai dengan air yang mengalir. Biji kedelai yang sudah bersih kemudian direbus pada suhu 100 °C selama 30 menit didalam panci berisi air bersih kemudian dibersihkan kulit airnya. Kedelai yang sudah direbus direndam selama 12 jam kemudian dicuci dengan air mengalir bebas klorin. Proses selanjutnya adalah mengukus kedelai selama 20 menit. Setelah matang dan dingin, tambahkan ragi tempe sebanyak 1 gram untuk 1 kg kedelai dan aduk rata secara menyeluruh. Kedelai yang sudah bercampur rata dibungkus dengan ragi menggunakan plastik dan dilubangi dengan cara ditusuk tusuk secara merata. Selanjutnya, proses inkubasi dilakukan selama 2 hari pada suhu sekitar 25–30 °C. Proses ini dilakukan berdasarkan pada proses pembuatan tempe yang lazim dilakukan pada tempe komersial di Indonesia.

Proses pembuatan tempe kacang mete memiliki tahapan yang mirip dengan proses pembuatan tempe kedelai. Kacang mete yang telah dicuci, kemudian direndam dalam air selama 5 jam, dan dilanjutkan dengan proses pencincangan agar ukuran mete menyerupai ukuran kacang kedelai. Kemudian, mete dikukus selama 30 menit. Setelah matang dan dingin, ditambahkan ragi tempe sebanyak 1 gram untuk 1 kg kacang mete dan diaduk, lalu dibungkus dengan menggunakan plastik yang dilubangi dengan cara ditusuk-tusuk secara merata

pada seluruh permukaannya. Selanjutnya, proses inkubasi selama 2 hari pada suhu sekitar 25–30 °C.

Analisis Sifat Fisik, Kandungan Lemak, dan Organoleptik

Analisis sifat fisik yang dilakukan meliputi pertumbuhan miselium, rendemen dan kadar air. Pengamatan miselium dilakukan secara subjektif terhadap penampakan tempe mete secara keseluruhan. Pengamatan meliputi pertumbuhan miselium dan kekompakan tempe mete (Radiati, 2016a). Perhitungan rendemen dilakukan dengan membandingkan bobot tempe mete yang dihasilkan dengan bobot tempe sebelum fermentasi (Arwin, 2014), sedangkan kadar air tempe mete dan tempe kedelai, diukur dengan pengukuran kadar air (*wet basis*) metode gravimetri (Horwitz, 2005a).

Uji organoleptik meliputi parameter warna, rasa, aroma dan tekstur terhadap tempe mete dan tempe kedelai. Terdapat 4 pilihan skala pada kuesioner yang diberikan, yaitu sangat suka, suka, tidak suka dan sangat tidak suka. Penilaian uji organoleptik dilakukan pada 25 panelis tidak terlatih. Kedua jenis tempe yang diujikan terlebih dahulu digoreng selama 5 menit pada suhu 140 °C tanpa penambahan bumbu.

Analisis kandungan asam lemak dilakukan berdasarkan *Association of Official Analytical and Chemist* (AOAC) tahun 2005 yang terdiri dari tahap ekstraksi, metilasi, dan identifikasi dengan kromatografi gas (Horwitz, 2005b). Sebanyak 5 gram sampel tempe diekstraksi selama 8 jam dengan 20 mL larutan n-heksana. Minyak hasil ekstraksi kemudian disaponifikasi selama 1 jam dengan 15 mL larutan KOH dalam metanol pada suhu 90 °C, dan 2 ml HCl 1,4 N selama 1 jam. Kemudian dibiarkan hingga mencapai suhu kamar. Selanjutnya, 5 µL *fatty acid methyl esters* (FAMEs) dianalisis dengan kromatografi gas untuk mengetahui kandungan asam lemaknya. Ekstrak FAME yang telah didapatkan, dianalisis bersama dengan standar FAME (Sigma Chemicals, USA). Analisis kandungan asam lemak menggunakan metode *Gas Chromatography* yang menggunakan kapiler fusi BPX70, kolom SGE (30 m x 0,25 mm x 25 µm) dan *Flame Ionisation Detector* (FID). Suhu kolom diatur pada 120 °C selama 7 menit lalu meningkat hingga 240 °C dengan jalannya laju penambahan suhu 10 °C/menit dan selama 26 menit, dengan suhu konstan sebesar 240 °C. Suhu detektor diatur pada 300 °C dan suhu injeksi pada 240 °C dengan gas pembawa helium, laju aliran gas yaitu 3 mL/menit dengan tekanan 100kPa.

Analisis Statistik

Analisis bivariat pada penelitian ini menggunakan *independent t test* dengan tujuan untuk mengetahui ada perbedaan yang signifikan antara tempe mete dan kedelai pada sifat fisik (kadar air dan rendemen), sifat organoleptik dan kandungan asam lemak. *Independent t test* ini dapat digunakan apabila data terdistribusi normal. Apabila data tidak terdistribusi normal, uji statistik bivariat dapat menggunakan uji *Mann Whitney* dengan derajat kepercayaan sebesar 95%.

Hasil dan Pembahasan

Rendemen dan Kadar Air Tempe

Seperti yang tertuang pada Tabel 1, rendemen dan kadar air pada tempe kedelai dan tempe mete memiliki nilai $p < 0,05$ sehingga memiliki makna adanya perbedaan yang signifikan. Rendemen tempe kedelai memiliki rerata 169,44±5,85%, sedangkan tempe mete sebesar 136,67±6,11%. Dalam hal ini, rendemen tempe kedelai lebih menguntungkan bagi produsen. Kadar air tempe kedelai memiliki rerata 63,86±1,46% sedangkan tempe mete sebesar 36,97±0,38%. Rerata rendemen dan kadar air tempe kedelai memiliki nilai yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan tempe mete. Kedua tempe dalam penelitian ini telah sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Badan Standar Nasional, yaitu <65% (Standar Nasional Indonesia (SNI), 2008a).



Gambar 1. Foto produk tempe kedelai



Gambar 2. Foto produk tempe mete

Pertumbuhan miselium dari kedua jenis tempe dapat dikategorikan baik. Keduanya memiliki tekstur tempe yang kompak yang tiap biji kacangnya terikat oleh miselium. Penampakan kedua jenis tempe juga terlihat mirip, yaitu dilapisi dengan miselium berwarna putih. Gambar tempe kedelai dan tempe mete dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Rendemen dan kadar air tempe kedelai dan tempe mete

Jenis tempe	Rendemen (%)	Kadar air (%)
Tempe kedelai	169,44±5,85	63,86±1,46
Tempe mete	136,67±6,11	36,97±0,38
<i>p</i>	0,003*	0,050**

Keterangan: Nilai yang ditampilkan adalah rata-rata ± standar deviasi, *uji *Independent t-test*, ** uji *Mann Whitney*

Tabel 2. Mutu hedonik warna, rasa, aroma dan tekstur tempe kedelai dan tempe mete

Jenis tempe	Warna	Rasa	Aroma	Tekstur
Tempe kedelai	3,20 ± 0,645 (Suka)	3,08 ± 0,640 (Suka)	2,96 ± 0,539 (Suka)	2,96 ± 0,676 (Suka)
Tempe mete	3,24 ± 0,723 (Suka)	3,04 ± 0,841 (Suka)	3,32 ± 0,627 (Suka)	3,24 ± 0,723 (Suka)
<i>p</i>	0,810*	0,939*	0,028*	0,159*

Keterangan : Nilai yang ditampilkan adalah rata-rata ± standar deviasi, *Uji *Mann Whitney*

Kandungan air yang tinggi menyebabkan rendahnya daya tahan pangan, begitu juga sebaliknya (Muslikhah *et al.*, 2013). Pada produk tempe, standar kadar air yang ditetapkan oleh Badan Standar Nasional tidak melebihi 65% (Standar Nasional Indonesia (SNI),

2008b). Bahan baku tempe harus mengandung cukup air agar tempe yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik. Bahan baku dengan kadar air yang rendah dapat menyebabkan substrat bahan baku sulit ditembus oleh miselium kapang, sedangkan bahan baku dengan kadar air yang berlebihan dapat menghambat penyebaran oksigen sehingga pertumbuhan miselium kapang terhambat. Proses pembuatan tempe meliputi proses perendaman dan perebusan yang bertujuan untuk menurunkan pH kedelai sehingga menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan (Babu *et al.*, 2009). Pada saat proses perendaman, biji kedelai mengalami proses hidrasi sehingga terjadi kenaikan kadar air. Beberapa peneliti menyebutkan peningkatan kadar air dapat mencapai dua kali dari kadar air awal (Rahayu *et al.*, 2015a).

Kadar air pada tempe mete dan tempe kedelai pada penelitian ini telah memenuhi standar kadar air yang ditentukan, yaitu <65%. Seperti pada Tabel 1, kadar air tempe mete memiliki nilai sebesar $36,97 \pm 0,38\%$, sedangkan tempe kedelai memiliki nilai sebesar $63,86 \pm 1,46\%$. Hasil uji statistik antara kadar air kedua jenis tempe tersebut menggunakan uji *Mann Whitney* didapatkan nilai *p value* sebesar 0,05 yang berarti ada perbedaan yang signifikan. Rerata kadar air tempe kedelai memiliki nilai yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan rerata kadar air tempe mete. Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan dalam proses pembuatan tempe yang dilakukan pada tahapan perendaman yang ditujukan untuk mendapatkan tekstur yang sebanding. Perendaman yang dilakukan pada proses pembuatan tempe kedelai memakan waktu selama 12 jam dan mengalami proses perebusan, sedangkan pada pembuatan tempe mete, kacang mete hanya direndam selama 5 jam. Sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan jika lama proses perendaman memberikan pengaruh yang nyata terhadap kenaikan volume dan kadar air pada kacang kedelai, lama perendaman juga mempengaruhi kadar air akhir pada produk tempe (Astawan *et al.*, 2013).

Rendemen tempe merupakan perbandingan bobot tempe (g) yang dihasilkan dengan total berat sebelum fermentasi (g). Rendemen yang tinggi lebih disukai oleh pengusaha karena lebih menguntungkan. Dari hasil penelitian pembuatan tempe kedelai dan tempe mete, rendemen tempe kedelai memiliki nilai yang lebih tinggi dari rendemen tempe mete. Rendemen tempe ini sangat dipengaruhi oleh proses pembuatan tempe terlebih pada tahapan perendaman dan perebusan. Selama proses perendaman dan perebusan, terjadi proses penyerapan air atau hidrasi sehingga terjadi peningkatan bobot akhir.

Secara fisik, tempe memiliki ciri ciri berwarna putih dan bertekstur kompak. Penampakan warna putih tersebut disebabkan adanya pertumbuhan miselia jamur pada permukaan biji kedelai, sedangkan tekstur yang kompak juga disebabkan oleh pertumbuhan miselia jamur yang mengikat biji satu sama lain. Berdasarkan Gambar 1 dan 2, terlihat bahwa pada permukaan sampel tempe mete dan tempe kedelai tertutupi oleh miselium jamur. Kedua tempe tersebut juga terlihat memiliki

tekstur yang padat dan kompak saat tempe diiris. Pada penelitian ini, tempe mete dan tempe kedelai memerlukan waktu selama 32 jam untuk mencapai tekstur yang kompak dan permukaan telah diselimuti oleh miselium jamur. Hal ini sesuai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, fermentasi selama 30-50 jam merupakan tahap optimal fermentasi tempe dan siap dipasarkan.

Pertumbuhan kapang pada proses pembuatan tempe sangat dipengaruhi oleh kepadatan substrat yang dibawahnya. Semakin padat substrat semakin sulit kapang untuk tumbuh menembus substrat tersebut. Semakin sulit kapang untuk tumbuh berarti semakin sedikit pula proses fermentasi yang terjadi dalam substrat itu (Babu *et al.*, 2009). Pada penelitian ini, kacang mete sebagai bahan baku pembuatan tempe, memiliki kepadatan substrat yang baik, sehingga tempe yang dihasilkan pun terlihat baik seperti halnya tempe berbahan dasar kedelai.

Mutu Organoleptik Tempe

Tingkat kesukaan panelis terhadap tempe kedelai dan tempe mete diketahui dengan melakukan uji organoleptik dengan skala hedonik terhadap warna, rasa, aroma dan tekstur. Analisis statistik uji organoleptik menggunakan uji *Mann Whitney* diperoleh nilai masing-masing sebesar 0,810; 0,939; 0,028; 0,159. Berdasarkan hasil uji statistik dapat disimpulkan bahwa tidak ada beda nyata pada kesukaan terhadap warna, rasa, dan tekstur antara kedua tempe yang telah digoreng. Pada parameter warna, warna tempe mete mentah dan matang yang telah digoreng memiliki warna putih saat mentah dan warna kecoklatan saat matang seperti tempe pada umumnya, sehingga panelis juga menyukai penampakan warna dari tempe mete. Rasa dan tekstur pada kedua tempe sama-sama disukai oleh panelis. Tekstur pada tempe kedelai dinilai memiliki tekstur yang lebih padat dari tempe mete. Pada parameter aroma, terdapat perbedaan dengan nilai $p < 0,05$. Meski kedua tempe termasuk kategori disukai oleh panelis, aroma tempe mete memiliki nilai rerata yang lebih tinggi yaitu 3,32 apabila dibandingkan dengan aroma tempe kedelai yang memiliki rerata 2,96. Produk akhir tempe mete yang dihasilkan memiliki aroma khas kacang mete yang harum. Hasil uji organoleptik tempe kedelai dan tempe mete disajikan dalam Tabel 2.

Bahan baku yang digunakan, proses yang dilakukan, pertumbuhan jamur dan lama inkubasi dapat mempengaruhi sifat organoleptik pada tempe (Nurrahman *et al.*, 2012). Bahan baku dapat mempengaruhi sifat organoleptik pada tempe. Hal tersebut dikarenakan tiap jenis kacang yang digunakan memiliki ciri khas tersendiri yang mempengaruhi produk akhir tempe (Radiati, 2016b). Proses pembuatan tempe yang melalui proses perendaman dapat menyebabkan terjadinya fermentasi oleh bakteri menimbulkan rasa dan aroma asam karena terbentuknya asam laktat. Selanjutnya, pada proses fermentasi oleh jamur, terjadi degradasi senyawa organik seperti karbohidrat, lemak dan protein, yang menyebabkan terbentuknya citarasa khas tempe dan inkubasi yang semakin lama

Tabel 3. Hasil analisis kandungan asam lemak tempe kedelai dan tempe mete (dalam satuan %)

Jenis tempe	Asam oleat	Asam palmitoleat	Asam linolenat	Asam linoleat	Asam lemak jenuh
Tempe Kedelai	2,194±0,015	0,007±0,000	0,556±0,005	4,964±0,027	1,846±0,010
Tempe Mete	21,521±0,584	0,162±0,002	0,041±0,000	6,087±0,031	7,527±0,018
<i>p</i>	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,001*	<0,001*

Keterangan : Nilai yang ditampilkan adalah rata-rata ± standar deviasi, * Uji *Independent t-test*

menyebabkan adanya aroma busuk pada produk akhir tempe. Di samping itu, proses fermentasi jamur dapat membentuk benang benang putih yang mengikat kacang, sehingga terbentuk tekstur padat dan menyatu. Semakin lama inkubasi warna putih pada hifa jamur berubah menjadi hitam karena mulai terbentuk sporangiospore (Rahayu *et al.*, 2015b). Oleh sebab itu, proses fermentasi dapat mempengaruhi rasa, aroma, warna dan tekstur yang juga mempengaruhi tingkat kesukaan seseorang (Chelule *et al.*, 2010).

Uji organoleptik dilakukan dengan uji rating hedonik untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap tempe kedelai dan tempe mete. Tempe yang disajikan berupa potongan tempe yang digoreng selama 5 menit pada suhu 140 °C tanpa penambahan bumbu. Hasil uji organoleptik dapat dilihat pada Tabel 2. Pada parameter warna, panelis menyukai kedua jenis tempe dengan nilai 3,24 untuk tempe mete dan 3,20 untuk tempe kedelai. Warna tempe sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan miselium. Namun parameter warna yang dinilai dalam penelitian ini adalah warna tempe setelah digoreng yaitu berwarna kecoklatan. Warna tempe mete dan kedelai setelah proses penggorengan, keduanya disukai oleh panelis dan secara statistik tidak ada perbedaan yang signifikan. Hal tersebut dikarenakan tempe mete memiliki warna yang mirip dengan tempe kedelai, sehingga panelis dapat menerima dan menyukai warna dari produk akhir tempe mete. Pada parameter rasa dan tekstur, panelis memberikan penilaian suka terhadap kedua jenis tempe. Secara statistik tidak ada perbedaan tingkat kesukaan yang signifikan antara tempe kedelai dan tempe mete pada parameter rasa dan tekstur. Pada tempe mete, tekstur yang dihasilkan lebih lembut karena tekstur kacang mete tidak terlalu terasa, sedangkan pada tempe kedelai, tekstur kacang kedelai masih dapat dirasakan oleh panelis. Pada bahan makanan, tekstur dapat dipengaruhi oleh kadar air, kandungan karbohidrat, aktivitas enzim dan proses pemasakan (Koeswardhani, 2008). Meski kadar air tempe kedelai lebih tinggi dari tempe mete, tekstur tempe kedelai yang dihasilkan lebih kasar. Selain dikarenakan karakteristik kacang yang lebih keras, kedelai juga mengandung karbohidrat yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kacang mete (Liu, 1997; Griffin and Dean, 2017).

Dalam hal aroma, secara statistik ada perbedaan tingkat kesukaan yang signifikan antara tempe mete dan tempe kedelai. Panelis lebih menyukai aroma pada tempe mete dibandingkan dengan aroma tempe kedelai. Hal tersebut dikarenakan aroma tempe mete memiliki aroma kacang mete yang khas dan tidak ada aroma langu khas tempe seperti pada tempe kedelai. Aroma tempe mete tersebut merupakan hasil dari pelepasan senyawa kimia setelah mengalami proses pemasakan. Senyawa volatil tersebut merupakan hasil dari proses

reaksi *Maillard*, oksidasi lemak, degradasi gula dan interaksi lainnya. Salah satu zat kimia yang berperan dalam pelepasan aroma kacang mete adalah alifatik aldehida yang terbentuk karena proses dekomposisi asam linoleat dan asam oleat yang meningkat selama proses pemanasan (Olatidoye *et al.*, 2019). Selain itu, kandungan aldehida yang terbentuk dari asam amino (isoleusin, leusin dan valin) juga berpengaruh dalam aroma akhir tempe mete yang disukai oleh panelis (Agila and Barringer, 2011). Mengingat tempe mete mengandung asam oleat dan linoleat yang lebih tinggi dari tempe kedelai, senyawa volatil yang bertanggungjawab pada aroma tempe yang lebih disukai pun semakin banyak.

Kandungan Asam Lemak Tempe

Hasil analisis kandungan asam lemak pada tempe kedelai dan tempe mete disajikan dalam Tabel 3. Hasil analisis statistik kandungan asam oleat, asam palmitoleat, asam linolenat, asam linoleat dan asam lemak jenuh menggunakan uji *Independent t-test* diperoleh nilai sebesar kurang dari atau sama dengan 0,001. Berdasarkan hasil uji statistik diketahui bahwa terdapat perbedaan konsentrasi asam lemak yang signifikan antara tempe kedelai dan tempe mete. Asam lemak tak jenuh pada tempe kedelai dan tempe mete didominasi oleh kandungan asam oleat dan asam linolenat. Asam oleat pada tempe mete memiliki rerata kandungan tertinggi, yaitu sebesar 21,52% dibandingkan dengan asam lemak lainnya pada tempe mete maupun tempe kedelai, sedangkan asam lemak jenuh tempe mete memiliki nilai yang lebih tinggi yaitu 7,53% bila dibandingkan dengan tempe kedelai yang hanya mengandung 1,85%.

Tempe mengandung asam lemak yang bersifat non-esensial maupun esensial (Astawan *et al.*, 2017). Selama proses fermentasi, tempe mengalami proses degradasi lemak yang disebabkan oleh enzim lipase yang dihasilkan oleh *Rhizopus oligosporus*. Pada 12 hingga 24 jam proses fermentasi, enzim lipase dapat menghidrolisis lemak. Selanjutnya pada 36 jam pertama proses fermentasi, asam lemak yang dihasilkan, mencapai puncaknya (Wang *et al.*, 1975). Enzim lipase bekerja untuk menguraikan lemak menjadi asam lemak bebas seperti asam palmitat, stearat, oleat, linoleat dan linolenat. Peningkatan asam lemak bebas pada kedelai yang mulanya 0,5% dapat menjadi 21% pada produk akhir tempe (Hermana *et al.*, 1996). Hasil penelitian sebelumnya dijelaskan bahwa asam oleat, asam linoleat, asam linolenat, asam palmitat, dan asam stearat merupakan asam lemak yang paling banyak dibebaskan (Wagenknecht *et al.*, 1961). Pada penelitian yang dilakukan tahun 2016, asam lemak yang mengalami peningkatan pada awal proses fermentasi

adalah asam oleat, linoleat dan asam linolenat (Triwibowo *et al.*, 2016).

Terdapat perbedaan yang signifikan antara semua jenis asam lemak yang diuji (asam oleat, asam palmitoleat, asam linoleat, asam linolenat, dan lemak jenuh) pada tempe kedelai dan tempe mete. Uji statistik yang digunakan adalah *Independent t test*, dengan mengabaikan normalitas data. Hal tersebut dikarenakan data asam lemak yang didapatkan berupa data duplo tanpa pengulangan, sehingga ada keterbatasan data yang tidak memenuhi minimal sampel untuk melakukan uji normalitas. Pada penelitian ini, komposisi tertinggi asam lemak pada tempe kedelai didominasi oleh asam linoleat, asam oleat dan asam linolenat. Hal ini sejalan dengan hasil analisis asam lemak dalam penelitian lain, dimana asam lemak tertinggi pada tempe kedelai adalah asam linoleat kemudian asam oleat dan asam linolenat (Utari, 2014a; Rahmi *et al.*, 2018). Pada tempe mete, komposisi asam lemak tertinggi adalah asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat. Ketiga jenis asam lemak tersebut merupakan jenis asam lemak esensial yang diperlukan dan tidak dapat disintesa di dalam tubuh sehingga harus diperoleh dengan mengkonsumsi makanan (Sidnell, 2008a).

Pada penelitian lainnya, kandungan asam oleat, asam palmitoleat, asam linolenat, dan asam linoleat pada kacang kedelai masing-masing adalah 33,99; 0,08; 5,53; dan 38,01% (Damanik *et al.*, 2018), sedangkan kandungan asam oleat, asam palmitoleat, asam linolenat, dan asam linoleat pada kacang mete masing-masing adalah 61,8; 0,37; 0,14; dan 17,3% (Griffin and Dean, 2017). Banyak penelitian yang mengungkapkan jika secara kuantitatif kandungan zat gizi tempe memang lebih rendah bila dibandingkan dengan kacang kedelai. Namun, secara kualitatif nilai zat gizi pada tempe lebih tinggi karena adanya aktivitas berbagai enzim yang dihasilkan selama proses fermentasi (Astuti *et al.*, 2000b; Chen *et al.*, 2010; Mursyid *et al.*, 2014). Pada penelitian ini, tempe mete memiliki kandungan asam oleat 10 kali lebih tinggi dari tempe kedelai. Tempe mete mengandung asam oleat 21,5% sedangkan tempe kedelai mengandung 2,19%. Kandungan asam palmitoleat tempe mete juga lebih tinggi dari tempe kedelai, yaitu 0,162% sedangkan tempe kedelai sebesar 0,007%. Asam oleat dan asam palmitoleat merupakan asam lemak tak jenuh tunggal (*Mono Unsaturated Fatty Acid/ MUFA*) yang memiliki efek hipokolesterolemia. Asam oleat juga memiliki kemampuan untuk meningkatkan HDL yang dapat menurunkan resiko penyakit kardiovaskular (Sidnell, 2008b). Asam lemak MUFA bermanfaat untuk mencegah atau memperbaiki risiko sindrom metabolik dan penyakit kardiovaskular dengan memodulasi lipid darah, tekanan darah dan sensitivitas insulin secara menguntungkan (Gillingham *et al.*, 2011).

Selain asam oleat dan asam palmitoleat, kandungan asam linoleat tempe mete juga lebih tinggi dari tempe kedelai. Tempe mete mengandung asam linoleat 6,087% sedangkan asam linoleat 4,96%. Asam linoleat merupakan asam lemak tak jenuh ganda (*Poly Unsaturated Fatty Acid/ PUFA*) yang dapat

meningkatkan HDL dan menurunkan LDL (Sidnell, 2008b). Tempe kedelai memiliki kandungan asam linolenat yang lebih tinggi dari tempe mete. Tempe kedelai mengandung asam linolenat sebesar 0,556% sedangkan tempe mete sebesar 0,041%. Asam linolenat juga merupakan PUFA yang dapat membersihkan plasma dari lipoprotein kilomikron dan VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*), serta menurunkan produksi trigliserida (Almatsier, 2010).

Kandungan lemak jenuh pada tempe mete lebih tinggi dari tempe kedelai. Tempe mete mengandung lemak jenuh sebesar 7,527%, sedangkan tempe kedelai sebesar 1,846%. Kandungan asam lemak jenuh pada tempe yang dominan adalah asam palmitat, asam stearat, dan asam laurat. Asam stearat merupakan asam lemak jenuh yang terbanyak pada kacang mete. Asam stearat merupakan asam lemak jenuh yang memiliki efek netral pada kolesterol darah atau bukan termasuk *hypercholesterolemic*. Terbukti pada penelitian yang dilakukan sebelumnya pada 51 responden yang menambahkan 1 sampai 2 ons kacang mete pada asupan hariannya selama 4 minggu, terjadi penurunan LDL sebanyak 5%. Meskipun mengandung lebih banyak asam lemak jenuh daripada diet kontrol, diet dengan penambahan mete dapat menurunkan kolesterol total dan kolesterol LDL lebih besar daripada diet kontrol yang dilakukan dalam penelitian tersebut (Mah *et al.*, 2017b).

Tidak banyak penelitian yang membahas mengenai produk tempe fermentasi, sehingga sulit untuk membandingkan kandungan asam lemak produk ini. Penelitian terbaru yang membahas produk tempe fermentasi adalah keju berbahan dasar kacang mete. Bila dibandingkan dengan asam lemak yang terkandung pada keju mete, tempe mete memiliki kandungan asam oleat, dan asam linoleat yang lebih tinggi (Chen *et al.*, 2020b). Kandungan asam oleat dan asam linoleat pada keju mete sebesar 12,4 dan 3,3% sedangkan pada tempe mete sebesar 21,5 dan 6,087%. Hal tersebut menunjukkan adanya potensi kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi pada olahan tempe fermentasi berupa tempe yang dapat menjadi alternatif pangan fungsional bagi penderita penyakit kardiovaskular. Dalam penyajiannya, tempe disarankan untuk tidak dimasak dengan menggoreng namun pengukusan atau perebusan untuk memaksimalkan manfaat tempe dan mengurangi turunnya zat gizi tempe (Utari, 2014b). Mengacu pada rekomendasi asupan MUFA dan PUFA oleh NHLBI pada diet DASH yaitu 15 gram dan 12,6 gram tiap 2000 kkal yang dikonsumsi, maka jumlah tempe mete yang disarankan yaitu sekitar 70 gram atau setara dengan 3 potong sedang tempe mete (National Heart Lung and Blood Institute, 2010).

Kesimpulan

Tempe mete memiliki kadar air dan penampakan fisik yang sesuai dengan standar, dengan penampakan fisik berwarna putih serta struktur yang kompak seperti tempe kedelai. Namun rendemen yang dihasilkan pada produk akhir tempe mete dinilai lebih rendah dari tempe kedelai. Uji organoleptik menunjukkan tempe mete dan kedelai disukai pada parameter rasa, warna, aroma dan

tekstur. Tempe mete memiliki MUFA dan PUFA lebih banyak dari tempe kedelai yang memiliki potensi sebagai makanan fungsional bagi penderita penyakit kardiovaskular.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh elemen yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyusunan karya ilmiah ini, termasuk Laboratorium Kimia Departemen Ilmu Gizi Universitas Diponegoro dan Laboratorium Saraswanti Indo Genetech Bogor.

Daftar Pustaka

- Agila, A., Barringer, S.A. 2011. Volatile profile of cashews (*Anacardium occidentale* L.) from different geographical origins during roasting. *Journal of Food Science* 76(5):768–774. DOI:10.1111/j.1750-3841.2011.02180.x.
- Almatsier, S. 2010. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Cetakan IV. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, Indonesia.
- Arwin. 2014. Evaluasi kandungan nutrisi dan rendemen hasil olahan galur mutan kedelai umur genjah. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Tahun 2015*. p. 26–32.
- Astawan, M., Wrediyati, T., Maknun, L. 2017. Tempe Sumber Zat Gizi dan Komponen Bioaktif untuk Kesehatan. IBP Press, Bogor.
- Astawan, M., Wresdiyati, T., Widowati, S., Bintar, Harnina, S., Ichsani, N. 2013. Karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional tempe yang dihasilkan dari berbagai varietas kedelai. *Jurnal Pangan* 22(3):241–251. 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.
- Babu, P.D.B., Vidhyalaksmi, R. 2009. A low cost nutritious food tempe. *World Journal of Dairy and Food Sciences* 4(1):22–27. CABdirect record number: 20103317586.
- Chelule, P.K., Mbongwa, H.P., Carries, S., Gqaleni, N. 2010. Lactic acid fermentation improves the quality of amahewu, a traditional South African maize-based porridge. *Food Chemistry* 122(3):656–661. DOI:10.1016/j.foodchem.2010.03.026.
- Chen, C.C., Shih, Y.C., Chiou, P.W.S., Yu, B. 2010. Evaluating nutritional quality of single stage- and two stage-fermented soybean meal. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 23(5):598–606. DOI:10.5713/ajas.2010.90341.
- Chen, J.M., Al, K.F., Craven, L.J., Seney, S., Coons, M., McCormick, H., Reid, G. 2020. Nutritional, microbial, and allergenic changes during the fermentation of cashew ‘cheese’ product using a quinoa-based rejuvelac starter culture. *Nutrients* 12(3):648. DOI:10.3390/nu12030648.
- 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*. Vol. 116. DOI:10.1088/1755-1315/116/1/012026.
- Flores-Mateo, G., Rojas-Rueda, D., Basora, J., Ros, E., Salas-Salvadó, J. 2013. Nut intake and adiposity: Meta-analysis of clinical trials. *American Journal of Clinical Nutrition* 97(6):1346–1355. DOI:10.3945/ajcn.111.031484.
- Gillingham, L.G., Harris-Janz, S., Jones, P.J.H. 2011. Dietary monounsaturated fatty acids are protective against metabolic syndrome and cardiovascular disease risk factors. *Lipids* 46(3):209–228. DOI:10.1007/s11745-010-3524-y.
- Griffin, L.E., Dean, L.L. 2017. Nutrient Composition of raw, dry-roasted, and skin on cashew nuts. *Journal of Food Research* 6(6):13–28. DOI:10.5539/jfr.v6n6p13.
- Hermana, Karmini, M., Karyadi, D. 1996. Komposisi dan Nilai Gizi Tempe serta Manfaatnya dalam peningkatan Mutu Gizi Makanan. *Bunga Rampai Tempe Indonesia*. Yayasan Tempe Indonesia, Jakarta.
- Horwitz, W. 2005. Association of Analytical Chemist. Official methodes of analysis of AOAC Internaional. 18th ed. AOAC International, Virginia.
- Jalali, M., Karamizadeh, M., Ferns, G.A., Zare, M., Moosavian, S.P., Akbarzadeh, M. 2020. The effects of cashew nut intake on lipid profile and blood pressure: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine* 50(102387). DOI:10.1016/j.ctim.2020.102387.
- Kapinga, F.A., Kasuga, L.J., Kafiriti, E.M. 2002. Growth and Production of Cashew Nut. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*. EOLSS Publisher, Paris.
- Koeswardhani, M. 2008. *Teknologi Pengolahan Pangan*. p. 1–60. Penerbit Universitas Terbuka, Jakarta.
- Limón, R.I., Peñas, E., Torino, M.I., Martínez-Villaluenga, C., Dueñas, M., Frias, J. 2015. Fermentation enhances the content of bioactive compounds in kidney bean extracts. *Food Chemistry* 172 343–352. DOI:10.1016/j.foodchem.2014.09.084.
- Liu, K. 1997. Chemistry and Nutritional Value of Soybean Components. *Soybeans*. p. 25–113. DOI:10.1007/978-1-4615-1763-4_2.
- Mah, E., Schulz, J.A., Kaden, V.N., Lawless, A.L., Rotor, J., Mantilla, L.B., Liska, D.J. 2017. Cashew consumption reduces total and LDL cholesterol: A randomized, crossover, controlled-feeding trial. *American Journal of Clinical Nutrition* 105(5):1070–1078. DOI:10.3945/ajcn.116.150037.
- Mohan, V., Gayathri, R., Jaacks, L.M., LakshmiPriya, N., Anjana, R.M., Spiegelman, D., Jeevan, R.G. 2018. Cashew nut consumption increases HDL

- cholesterol and reduces systolic blood pressure in Asian Indians with type 2 diabetes: A 12-week randomized controlled trial. *Journal of Nutrition* 148(1):63–69. DOI:10.1093/jn/nxx001.
- Mursyid, Astawan, M., Muchtadi, D., Wresdiyati, T., Widowati, S., Bintari, S.H., Suwarno, M. 2014. Evaluasi nilai gizi protein tepung tempe yang terbuat dari varietas kedelai impor dan lokal. *Jurnal Pangan* 23(1):33–42. DOI:10.33964/jp.v23i1.48.
- Muslikhah, S., Anam, C., Teknologi, J., Pertanian, H., Pertanian, F., Maret, U.S., Atmosfer, M. 2013. Penyimpanan tempe dengan metode modifikasi atmosfer (modified atmosphere) untuk mempertahankan kualitas dan daya simpan. *Jurnal Teknosains Pangan* 2(3):51-60.
- National Heart Lung and Blood Institute. 2010. DASH Eating Plan I NHLBI, NIH. National Heart, Lung and Blood Institute.
- Nout, M.J.R., Kiers, J.L. 2005. Tempe fermentation, innovation and functionality: Update into the third millennium. *Journal of Applied Microbiology* 98: 789-805. DOI:10.1111/j.1365-2672.2004.02471.x.
- Nurrahman, Astuti, M., Suparmo, Soesatyo, M. 2012. Pertumbuhan jamur, sifat organoleptik dan aktivitas antioksidan tempe kedelai hitam yang diproduksi dengan berbagai jenis inokulum. *Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM* 32(1):60-65. DOI:10.22146/agritech.9657.
- Olatidoye, O.P., Shittu, T.A., Awonorin, S.O., Akin-Ajisejiri, E.S. 2019. The influence of roasting conditions on volatile flavour compounds in raw and roasted cashew kernels (*Anacardium occidentale*) grown in Nigeria. *Croatian Journal of Food Science and Technology* 11(1):1–10. DOI:10.17508/cjfst.2019.11.1.01.
- PERSAGI. 2009. Tabel Komposisi Pangan Indonesia. Jakarta, Indonesia: Elex Media Komputindo.
- Radiati, A.R. 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.
- Rahayu, W.P., Pambayun, R., Santoso, U., Nuraida, L., Ardiansyah, A. 2015. Tinjauan Ilmiah Teknologi Pengolahan Tempe Kedelai. Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia, Jakarta.
- Rahmi, S.L., Mursyid, M., Wulansari, D. 2018. Formulasi tempe berbumbu serta pengujian kandungan gizi. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri* 7(1): 57–65. DOI:10.21776/ub.industria.2018.007.01.7.
- Sidnell, A. 2008. *Essentials of Human Nutrition*. Press, O. U. (Ed) *Nutrition Bulletin* 33(2):155–156. London. DOI:10.1111/j.1467-3010.2008.00698.x.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2008. Mutu tempe kedelai. Jakarta.
- Triwibowo, R., Andriani, M.A.M., Ariviani, S. 2016. The stakiosa and essential fatty acids biochemical changes in soybean tempeh (*Glycine max*) during fermentation process. *Bioteknologi* 13(1):34–41. DOI:10.13057/biotek/c130104.
- Utari, D.M. 2014. Kandungan asam lemak, zink, dan copper pada tempe, bagaimana potensinya untuk mencegah penyakit degeneratif? *Gizi Indonesia* 33(2): 108–115. DOI:10.36457/gizindo.v33i2.87.
- Vital, R.J., Bassinello, P.Z., Cruz, Q.A., Carvalho, R.N., Paiva, J.C.M. De, Colombo, A.O. 2018. Production, quality, and acceptance of tempeh and white bean tempeh burgers. *Foods* 7(9):136. DOI:10.3390/foods7090136.
- Wagenknecht, A.C., Mattick, L.R., Lewin, L.M., Hand, D.B., Steinkraus, K.H. 1961. Changes in soybean lipids during tempeh fermentation. *Journal of Food Science* 26(4): 373–376. DOI:10.1111/j.1365-2621.1961.tb00375.x.
- Wang, H.L., Swain, E.W., Wallen, L.L., Hesseltine, C.W. 1975. Free fatty acids identified as antitryptic factor in soybeans fermented by *Rhizopus oligosporus*. *Journal of Nutrition* 105(10):1351–1355. DOI:10.1093/jn/105.10.1351.