

Produksi, kualitas dan cita rasa tempe biji labu kuning, biji bunga matahari dan kacang adzuki

Production, Quality, and Taste of Tempeh Pumpkin Seeds, Sunflower Seeds and Adzuki Beans

Tati Barus^{1)*}, Jazzieca Yokota¹⁾, Rory Anthony Hutagalung¹⁾

¹Fakultas Teknobiologi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta 12930, Indonesia

*Email korespondensi: tati.barus@atmajaya.ac.id

Informasi Artikel:

Dikirim: 16/02/2021; disetujui: 15/07/2021; diterbitkan: 25/09/2021

ABSTRACT

Tempeh is a traditional Indonesian fermented food that can be processed from various types of raw materials. However, the most widely produced is soybean tempeh, so the available types of tempeh are limited. It is necessary to study the alternative raw material for tempeh apart from soybeans. Therefore, this study aims to examine the taste, antioxidants, and composition of tempeh made from pumpkin seeds, sunflower seeds, and adzuki beans. Tempeh is processed in the laboratory using soybean/ TK, pumpkin seeds/ TL, sunflower seeds/ TBM, adzuki seeds/ TA, and a mixture of all (1: 1: 1) / TC. The results showed that all of the tempeh had a white surface, a compact texture that did not fall off when cut, and a distinctive aroma of tempeh without the smell of ammonia. These parameters are in line with soybean tempeh regulated in SNI 3144: 2015. The protein content and fat content of all tempeh are higher than the quality requirements of soybean tempeh which are regulated in SNI 3144: 2015. However, only the taste of TK, TBM, and TC Tempeh were well received by the panelists. The antioxidant activity of the three types of tempeh was not significantly different, but the highest was found in TBM Tempeh. Thus, pumpkin seeds, sunflower seeds, and a mixture of soybeans, pumpkin seeds, sunflower seeds, adzuki beans have the potential to be developed as raw materials for tempeh. However, further research is still needed to examine the functional properties of the TK, TBM, and TC Tempeh and their effects on the health and balance of the intestinal microbiota.

Keywords: *tempeh, soybean, pumpkin seeds, adzuki beans, sunflower seeds*

ABSTRAK

Salah satu makanan fermentasi khas Indonesia adalah tempe. Tempe dapat diolah dari berbagai jenis bahan baku. Namun tempe yang banyak diproduksi dan dikonsumsi adalah tempe kedelai sehingga ragam jenis tempe yang ada terbatas. Dengan demikian perlu dikaji terus alternatif bahan baku tempe selain kedelai. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan membandingkan cita rasa, antioksidan dan komposisi tempe dari bahan kedelai dengan tempe bahan baku biji bunga matahari, kacang adzuki, biji labu kuning dan campuran semua. Pembuatan tempe dilakukan di laboratorium menggunakan bahan baku: kedelai/TK, biji bunga matahari/Tempe TBM, biji adzuki /Tempe TA, biji labu kuning/Tempe TL dan campuran semua (1:1:1:1)/ Tempe TC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua tempe memiliki permukaan yang warna putih, tekstur kompak sehingga saat dipotong tidak rontok, dan aromanya berbau khas tempe tanpa bau amonia. Parameter tersebut sesuai dengan syarat mutu tempe kedelai yang diatur pada SNI 3144:2015. Berdasarkan hasil uji organoleptik, semua tempe, kecuali Tempe

TA, memiliki cita rasa yang diterima dengan baik oleh panelis. Semua tempe, kecuali Tempe TA, memiliki kadar protein dan kadar lemak memenuhi syarat mutu tempe kedelai pada SNI 3144:2015. Semua tempe memiliki aktivitas antioksidan namun tidak berbeda nyata, dan yang tertinggi ditemukan pada Tempe TBM. Dengan demikian maka biji labu kuning, biji bunga matahari, dan campuran kedelai, biji labu kuning, biji bunga matahari, kacang adzuki (1:1:1:1:1) berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku tempe. Penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk mengkaji sifat fungsional Tempe: TK, TBM dan TC tersebut dan mengkaji pengaruhnya terhadap kesehatan dan keseimbangan mikrobiota usus.

Kata kunci: tempe, kedelai, biji labu kuning, kacang adzuki, biji bunga matahari

PENDAHULUAN

Makanan fermentasi dapat berperan menjaga keseimbangan komunitas mikrobiota usus yang baik. Publikasi yang melaporkan pentingnya peran mikrobiota usus terhadap kesehatan terus meningkat. Sejak tahun 1998 hingga 2018 telah tercatat 2,891 publikasi penelitian ilmiah terkait mikrobiota usus (Huang *et al.*, 2019). Telah dilaporkan mikrobiota usus berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap kesehatan mental (Clapp *et al.*, 2017), autoimun (Zhang, Zhao dan Li, 2020), alergi (Berni *et al.*, 2019) dan hipertensi (Daliri *et al.*, 2020). Mikrobiota usus berhubungan erat dengan fungsi otak (Collins, Surette dan Bercik, 2012) sehingga ada istilah usus merupakan otak kedua manusia sehingga dapat mempengaruhi perilaku dan *mood* seseorang. Oleh sebab itu sangat penting untuk menjaga kesehatan dan keseimbangan mikrobiota usus yang baik. Salah satu jenis makanan yang baik dikonsumsi untuk menjaga kesehatan mikrobiota usus adalah makanan fermentasi.

Tempe makanan fermentasi khas Indonesia. Mengonsumsi tempe dapat meningkatkan jumlah *Akkermansia muciniphila* pada sistem pencernaan (Stephanie *et al.*, 2017). Keberadaan *A. muciniphila* pada usus penting untuk kesehatan (Dao *et al.*, 2016; Depommier *et al.*, 2019). Tempe juga telah dilaporkan mengandung vitamin B12 (Keuth dan Bispington, 1994), mengandung antioksidan (Barus, Maya dan Hartanti, 2019) dan merupakan sumber protein penting yang harganya relatif murah dibandingkan sumber

protein dari bahan pangan lain, seperti telur, ikan dan daging. Handajani *et al.*, 2020 melaporkan mengonsumsi tempe dapat meningkatkan kemampuan kognitif pada para lanjut usia.

Tempe yang diproduksi dan dikonsumsi pada umumnya adalah tempe kedelai. Namun, pembuatan tempe dapat dilakukan dari bahan baku selain kedelai, seperti biji labu kuning dan biji bunga matahari. Kedua jenis biji-bijian ini memiliki kandungan *essential oil*, vitamin E dan senyawa asam folat yang baik. Biji labu kuning telah dilaporkan memiliki kadar fenolik yang tinggi (Gumolung, 2018). Selain biji labu kuning dan biji bunga matahari, ada juga kacang adzuki yang memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Amarowicz *et al.*, 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sifat sensori, aktivitas antioksidan dan komposisi kimia tempe yang diolah dari bahan baku: biji bunga matahari, kacang adzuki, biji labu kuning, dan campuran semuanya dengan perbandingan 1:1:1:1. Implikasi dari hasil penelitian ini adalah untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor kedelai dan menambah ragam jenis tempe yang diproduksi dan dikonsumsi di Indonesia.

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan adalah kedelai (*Glycine max* (L) Merrill), biji labu kuning (*Cucurbita moschata*), biji bunga matahari (*Helianthus annuus*), kacang adzuki (*Vigna angularis*) yang dibeli dari beberapa

pedagang di Jakarta, inokulum tempe, etanol absolut (Smart Lab, Indonesia), dan larutan 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma Aldrich, Jerman).

Alat

Alat yang digunakan adalah pengering beku (*freeze dryer*), *food processor* (Panasonic, Indonesia), *waterbath* (Memmert WB-10, Jerman), *conical tube* 25 mL, sentrifugasi, dan spektrofotometer (Thermo Fisher Scientific Genesys-20, United State).

Pembuatan tempe

Proses pembuatan tempe dilakukan

menggunakan bahan kedelai (Tempe K), biji labu kuning (Tempe TK), biji bunga matahari (Tempe TBM), kacang adzuki (Tempe TA) dan campuran semua dengan perbandingan 1:1:1:1 sesuai dengan metode Barus *net al.*, (2008) dengan modifikasi. Masing-masing bahan baku dibersihkan dari pengotor lalu dicuci. Selanjutnya dilakukan perendaman I, perebusan I, perendaman II (setelah pengupasan kulit khusus pada kedelai) dan perebusan II dengan masing masing waktu seperti Tabel 1.

Tabel 1. Waktu perendaman dan perebusan bahan baku tempe

Jenis bahan baku tempe	Waktu perendaman (jam)		Waktu perebusan (menit)	
	I	II	I	II
Kedelai	2	24	20	15
Biji labu kuning	2	24	20	15
Biji bunga matahari	2	24	20	15
Kacang adzuki	48	24	90	15

Setelah semua bahan baku dikering anginkan maka diinokulasi dengan inokulum tempe (2 g/kg bahan baku) dan diinkubasi pada suhu 30 °C selama 42 jam pada kemasan plastik yang telah diberi lubang. Proses pembuatan tempe diulang sebanyak 3 kali. Selanjutnya semua tempe dievaluasi dalam hal: penerimaan panelis melalui uji organoleptik (3 kali ulangan), aktivitas antioksidan dengan DPPH (3 kali ulangan) dan analisis proksimat. Analisis proksimat dilakukan 1 kali dengan mencampur masing-masing tepung tempe yang dilakukan 3 kali menjadi satu.

Analisis organoleptik tempe

Untuk uji organoleptik masing masing tempe dilakukan secara uji hedonik mengikuti metode Lawless dan Heymann (1999). Organoleptik dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih. Kriteria penilaian meliputi warna, aroma, tekstur, dan rasa, dengan skala kesukaan: 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (netral), 4 (suka), 5 (sangat suka). Sampel tempe yang diberikan kepada panelis berukuran 1 cm x 2 cm x 2 cm yang telah dikukus selama 15 menit.

Pembuatan tepung tempe

Masing-masing sebanyak 250 g sampel tempe dikeringkan dengan pengering beku (*freeze dryer*) kemudian dihaluskan dengan *food processor*. Selanjutnya disaring dengan saringan berukuran 300 µm dan disimpan pada suhu 4 °C sebelum digunakan untuk analisis proksimat dan analisis aktivitas antioksidan.

Ekstraksi antioksidan

Ekstraksi antioksidan pada tempe dilakukan dengan mengikuti metode Ningsih, Siswanto dan Winarsa (2018) dengan modifikasi. Sebanyak 1 g tepung tempe dicampur dengan 10 mL etanol absolut dalam *conical tube* 25 mL. Suspensi dimaserasi pada *waterbath* (Memmert WB-10, Jerman) dengan suhu 65 °C selama 1 jam. Selanjutnya suspensi disentrifugasi dengan kecepatan 5.000 rpm selama 15 menit hingga terpisah menjadi dua fase. Supernatan yang diperoleh akan digunakan untuk pengukuran aktivitas antioksidan dengan metode DPPH.

Pengukuran aktivitas antioksidan

Pengukuran aktivitas antioksidan mengikuti metode Ningsih, Siswanto dan Winarsa (2018). Sebanyak 1 mL supernatan sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi

yang ditutup dengan *aluminium foil*. Setelah itu ekstrak tersebut ditambahkan 2 mL larutan DPPH 0,06 mM, kemudian dihomogenisasi. Suspensi diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37 °C lalu dilakukan pengukuran absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Blanko yang digunakan yaitu etanol, sedangkan kontrol menggunakan larutan DPPH dalam etanol. Aktivitas antioksidan ditunjukkan dengan adanya perubahan warna dari ungu menjadi kuning dan dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Aktivitas antioksidan (\%)} = 1 - \frac{\text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi kontrol}} \times 100\%$$

Analisis komposisi kimia

Sampel tepung tempe dianalisis menggunakan standar Internasional AOAC edisi ke-19 tahun 2012 (AOAC, 2012) di PT. Saraswanti Indo Genetech. Pengukuran proksimat yang dilakukan terdiri atas kadar protein, abu, lemak total, air, dan karbohidrat.

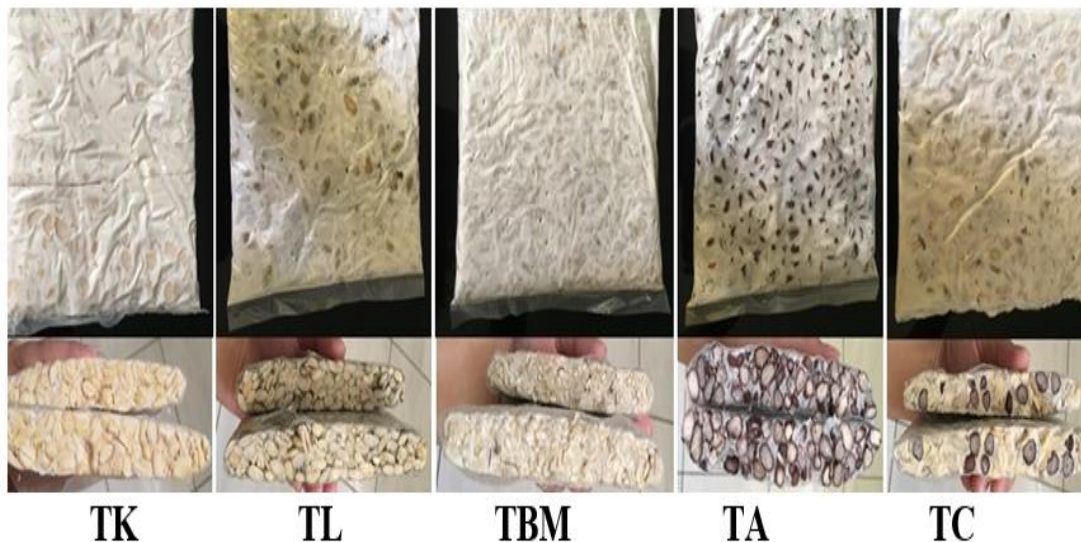
Analisis statistik

Data uji organoleptik dianalisis dengan metode *analysis of variance* (ANOVA) satu arah program IBM SPSS 25.0 Signifikansi diterima pada taraf kepercayaan $P \leq 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan tempe

Tempe kedelai (Tempe TK), tempe biji labu kuning (Tempe TL), tempe biji bunga matahari (Tempe TBM), tempe kacang adzuki (Tempe TA), dan tempe campuran semua (1:1:1:1) (Tempe TC) telah berhasil dibuat dengan menggunakan inokulum komersial (2 g/kg bahan baku) (Gambar 1). Miselium kapang *R. microsporus* dapat tumbuh dengan baik pada masing-masing bahan baku sehingga permukaan semua tempe tampak berwarna putih. Gambar 1 menunjukkan miselium *R. microsporus* tersebut mengikat bahan baku satu sama lain sehingga tempe bersifat kompak. Hal ini mengakibatkan saat tempe dipotong tetap utuh (tidak rontok). Aroma semua tempe tersebut memiliki bau khas tempe tidak ditemukan adanya bau amoniak.



Gambar 1. Tempe berbahan baku kedelai (TK), biji labu kuning (TL), biji bunga matahari (TBM), kacang adzuki (TA), dan campuran keempatnya (1:1:1:1) (TC)

Berdasarkan warna, tekstur dan aroma (bau) semua tempe tersebut memenuhi syarat mutu tempe kedelai yang diatur pada SNI 3144:2015. Dimana menurut SNI 3144:2015 tersebut menyatakan bahwa syarat mutu

tempe harus memiliki tekstur yang kompak sehingga saat diiris tetap utuh (tidak mudah rontok), berwarna putih pada seluruh permukaan tempe dan memiliki aroma bau khas tempe tanpa adanya bau amoniak.

Namun setelah tempe dipotong tampak perbedaan ragam warna pada tempe tersebut sesuai dengan bahan baku biji bijian yang digunakan (Gambar 1). Perbedaan ragam warna pada biji-bijian tanaman akibat adanya kandungan pigmen pada masing masing bahan baku tersebut, seperti: pigmen xantofil pada kedelai (Aptesia dan Rasyid, 2013), foto klorofil pada biji labu kuning (Schoefs, 2002), fito melanin pada biji bunga matahari (Keles dan Ozdemir, 2018), dan antosianin pada kacang adzuki (Takahama, Yamauchi dan Hirota, 2013).

Saat ini, pengaturan syarat mutu hanya diperuntukkan untuk tempe kedelai, yaitu SNI 3144:2015. Hal ini karena tempe yang paling banyak diproduksi dan dikonsumsi di Indonesia adalah tempe kedelai. Namun perlu terus dikembangkan variasi jenis tempe dengan menggunakan berbagai jenis bahan baku tempe selain kedelai sehingga menambah ragam jenis tempe, seperti biji labu kuning, biji bunga matahari, kacang adzuki dan campurannya. Hal ini sudah dilakukan oleh peneliti dari berbagai negara, dimana tempe diolah dari bahan baku *Phaseolus vulgaris* L. (Reyes-Bastidas *et al.*, 2010), *white bean* (Vital *et al.*, 2018) dan *red-bean* (Chen, Hsieh dan Hu, 2020).

Penelitian tentang tempe dilakukan di beberapa negara karena tempe merupakan pangan fermentasi yang bersifat fungsional dan dapat diolah menjadi berbagai jenis bahan pangan turunannya. Seperti dapat membangun mikrobiota usus yang baik (Stephanie *et al.* 2017a), dapat meningkatkan imun sistem (Stephanie *et al.*, 2017), mengandung antioksidan (Barus, Maya dan Hartanti, 2019; Liao, *et al.*, 2013), dan mengandung the γ -aminobutyric acid (GABA) yang telah dilaporkan baik untuk kesehatan (Handoyo dan Morita, 2006). Tempe juga dapat diolah menjadi bahan baku pembuatan makanan dari turunannya, seperti tepung tempe untuk pembuatan beberapa jenis makanan (Reyes-Bastidas *et al.*, 2010), burger tempe (Vital *et al.*, 2018), dan *sausage tempeh* (Syamsuri, Dewayani dan Septianti, 2020).

Aroma tempe yang baik adalah berbau khas tempe dan tidak ada bau amonia (SNI

3144:2015). Aroma tempe muncul karena aktivitas enzimatik yang memecah berbagai macam makromolekul bahan baku tempe, seperti protease yang memecah protein serta lipase yang memecah lemak sehingga berukuran lebih sederhana dan menghasilkan senyawa yang bersifat volatil. Pada umumnya senyawa *3-octanone* dan *1-octen-3-ol* merupakan aroma *Rhizopus* spp. yang tercium (Feng, Larsen dan Schnürer, 2007). Perbedaan aroma pada masing-masing tempe disebabkan karena perbedaan komponen yang terkandung pada setiap substrat sehingga saat proses fermentasi komponen yang dipecah akan menghasilkan senyawa volatil yang berbeda-beda. Mikroorganisme tersebut juga berpengaruh terhadap terbentuknya berbagai senyawa yang bersifat volatil yang berpengaruh terhadap aroma.

Sifat sensori tempe

Tabel 2 menunjukkan data hasil uji organoleptik tempe dalam hal rasa, tekstur, aroma, dan warna. Penerimaan panelis terhadap atribut rasa, tekstur dan aroma Tempe TL, Tempe TBM, dan Tempe TC cenderung tidak berbeda secara signifikan dibandingkan dengan Tempe TK. Hal ini merupakan hal yang surprise dan yang kita harapkan. Dengan demikian biji labu kuning, bunga biji matahari dan campuran antara biji labu kuning, bunga biji matahari dan kacang adzuki dapat digunakan sebagai alternatif bahan baku tempe. Dengan demikian dapat bertambah ragam jenis tempe yang dapat diproduksi yang selama ini didominasi oleh tempe kedelai. Dalam hal warna panelis paling menyukai warna Tempe TK. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh warna bahan baku. Variasi warna kedelai yang kuning muda dengan miselium kapang yang berwarna putih menjadi warna yang lebih cerah sehingga menarik bagi panelis. Tabel 1 menunjukkan bahwa panelis tidak menyukai Tempe TA terhadap semua parameter yang diuji. Dengan demikian penggunaan kacang adzuki saja tidak berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku tempe. Namun bila dicampur dengan bahan baku lain (Tempe C) menghasilkan tempe yang dapat diterima dengan baik.

Tabel 2. Hasil organoleptik Tempe TK (kedelai), TB (biji labu kuning), TBM (biji bunga matahari), TA (kacang adzuki), TC (campuran semua dengan perbandingan 1:1:1:1)

Jenis tempe	Rasa	Tekstur	Aroma	Warna
TK	3,7 ± 0,8 ^b	3,9 ± 0,7 ^b	3,9 ± 0,8 ^c	4,2 ± 0,7 ^b
TL	3,4 ± 1,1 ^b	3,7 ± 0,9 ^b	3,6 ± 0,8 ^{bc}	3,0 ± 1,0 ^a
TBM	3,4 ± 1,3 ^b	3,6 ± 0,9 ^b	3,4 ± 1,0 ^b	2,9 ± 1,0 ^a
TA	2,5 ± 1,1 ^a	2,4 ± 1,0 ^a	2,9 ± 1,0 ^a	3,2 ± 1,1 ^a
TC	3,5 ± 0,9 ^b	3,8 ± 0,9 ^b	3,5 ± 0,9 ^{bc}	3,0 ± 1,2 ^a

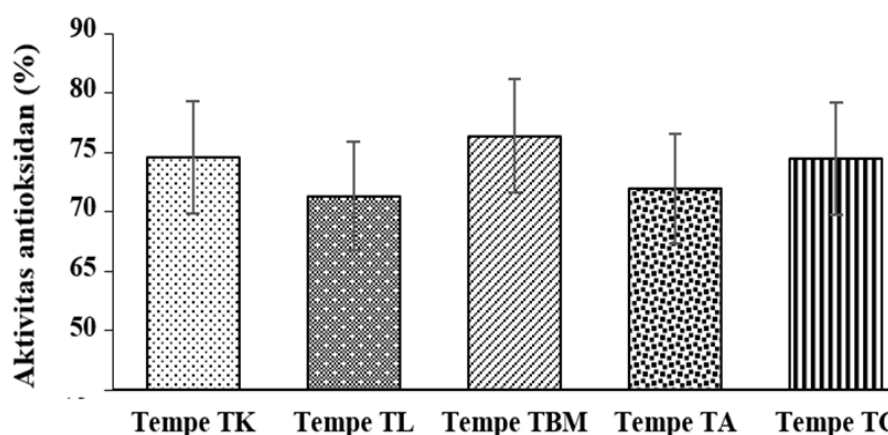
Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P \leq 0.05$)

Cita rasa tempe pada penelitian ini terutama ditentukan oleh karena jenis bahan baku yang digunakan karena semua dikondisikan sama kecuali bahan baku. Namun banyak faktor lain yang dapat mempengaruhi cita rasa tempe. Diantaranya dapat karena adanya jenis mikroorganisme yang berbeda selama proses fermentasi berlangsung. Telah dilaporkan bahwa cita rasa tempe yang disenangi panelis dan yang tidak disenangi memiliki jumlah dan jenis mikroorganisme yang sangat berbeda (Barus *et al.*, 2008). Aktivitas mikroorganisme berbeda dapat menghasilkan peptida, asam amino bebas dan senyawa lainnya yang berbeda. Degradasi makromolekul bahan baku secara enzimatis, seperti protein oleh enzim protease berpengaruh terhadap cita rasa tempe (Zhao *et al.*, 2018). Dimana

mikroorganisme yang menghasilkan enzim, seperti *Bacillus* spp. yang menghasilkan enzim protease ditemukan berlimpah selama fermentasi tempe berlangsung (Barus, Wati dan Suwanto, 2017). Jenis *Rhizopus* berbeda dapat juga menghasilkan cita rasa berbeda (Barus, Maya dan Hartanti, 2019).

Aktivitas antioksidan

Hasil pengukuran aktivitas antioksidan melalui persen penghambatan radikal bebas dengan metode DPPH ditunjukkan pada Gambar 2. Semua tempe ditemukan memiliki aktivitas antioksidan, namun secara statistik menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan satu dengan yang lain. Aktivitas antioksidan tertinggi ditemukan pada Tempe TBM lalu diikuti secara berurutan oleh oleh Tempe: TK, TC, TA dan TL.



Gambar 2. Aktivitas antioksidan Tempe: TK (kedelai), TL (biji labu kuning), TBM (biji bunga matahari), TA (kacang adzuki), TC (campuran semua dengan perbandingan 1:1:1:1)

Antioksidan adalah zat atau senyawa yang sangat dibutuhkan oleh tubuh untuk menjaga kesehatan karena dapat mencegah atau memperlambat kerusakan sel akibat

paparan radikal bebas. Radikal bebas dapat terbentuk di dalam tubuh sebagai produk metabolisme atau dari luar tubuh seperti polusi dan sisa pestisida pada

makanan. Metode DPPH merupakan salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengukur penghambatan radikal bebas dari suatu bahan makanan (Musa *et al.*, 2013). Aktivitas antioksidan berdasarkan reduksi radikal DPPH yang berwarna violet oleh antioksidan dari makanan melalui mekanisme transfer atom hidrogen yang menyebabkan perubahan warna DPPH menjadi kuning pucat yang stabil. Lalu perubahan warna diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada sekitar 515 - 520 nm (Sirivibulkovit, Nouanthavong dan Sameenoi, 2018).

Keberadaan aktivitas antioksidan pada biji labu kuning ini sejalan dengan yang telah dilaporkan oleh Junita *et al.* (2017) dan pada tempe kedelai (Barus, Maya dan Hartanti, 2019). Namun, kadar aktivitas antioksidannya bervariasi yang kemungkinan disebabkan oleh jenis atau varietas bahan baku yang berbeda, pengolahan tempe yang berbeda, preparasi pengukuran aktivitas antioksidan yang berbeda dan jenis mikroorganisme yang berbeda selama proses fermentasi berlangsung. Perbedaan jenis mikroorganisme yang digunakan pada saat proses pembuatan tempe dapat menghasilkan aktivitas antioksidan yang berbeda (Barus, Maya dan Hartanti, 2019). Namun, sejauh ini kami belum menemukan informasi tentang aktivitas antioksidan dari tempe yang terbuat dari kacang adzuki, biji bunga matahari dan tempe yang dibuat dari campuran kacang adzuki, biji bunga matahari, biji labu kuning dan kedelai. Dengan demikian maka hasil penelitian ini yang pertama melaporkan tentang aktivitas antioksidan tempe tersebut.

Komposisi kimia tempe

Tempe merupakan sumber protein penting masyarakat Indonesia. Kadar protein tempe ditentukan oleh kadar protein bahan baku yang digunakan. Tabel

2 menunjukkan bahwa Tempe TK memiliki kadar protein tertinggi dibandingkan dengan Tempe: TL, TBM, dan TC. Hal ini karena kandungan protein kedelai yang tinggi, yaitu sekitar 45% (Liu, 1997) dan merupakan kandungan protein tertinggi diantara semua jenis kacang-kacangan. Dengan demikian maka pengembangan tempe yang diperuntukkan sebagai sumber protein maka tempe berbahan baku kedelai adalah yang terbaik. Kadar protein Tempe: TK, TL, TBM, dan TC berkisar antara 21,83% - 43,51% (Tabel 1). Kadar protein semua tempe tersebut berada di atas kadar protein yang ditetapkan pada SNI 3144:2015, yaitu minimal 15%.

Kadar protein Tempe LB (34,62%) lebih rendah dibandingkan Tempe TK. Namun pemanfaatan biji labu kuning tersebut sebagai bahan baku tempe berpotensi dikembangkan sebab biji labu kuning mengandung zat besi yang tinggi (290.0 ppm) dan zinc yang tinggi (39.9 ppm). Kedua unsur tersebut penting bagi kesehatan. Kadar abu mewakili nilai kadar mineral yang terkandung pada bahan pangan. Tempe TL memiliki kadar abu yang lebih tinggi dibanding tempe lain hal ini kemungkinan karena kadar besi dan zinc pada biji labu kuning tersebut. Demikian juga kadar protein Tempe TBM (24,68%) lebih rendah dibandingkan Tempe TK. Walaupun demikian, pemanfaatan biji bunga matahari tersebut berpotensi dikembangkan sebab mengandung E (*alpha-tocopherol*) yang tinggi dan kadar lemak jenuh yang tinggi (Škrbic dan Cvejanov 2011; Franco, Iseppi dan Taverna, 2018). Dengan demikian maka pengembangan tempe yang diperuntukkan sebagai sumber nutrisi lemak yang sehat maka tempe berbahan baku biji bunga matahari adalah yang terbaik.

Tabel 3. Uji proksimat tempe TK (kedelai), TL (biji labu kuning), TBM (biji bunga matahari), TA (kacang adzuki), TC (campuran semua).

Kadar (%)	Tempe TK	Tempe TL	Tempe TBM	Tempe TA	Tempe TC
Protein	43,5	34,6	24,6	21,8	32,1
Kadar abu	2,9	3,9	3,0	1,6	2,4
Lemak	23,1	45,5	45,0	1,5	31,8
Kadar air	7,6	5,9	7,9	17,1	7,7
Karbohidrat	22,7	9,9	19,3	57,7	25,7

Tabel 3 menunjukkan kadar lemak Tempe: TK, TL, TBM dan TC bervariasi mulai dari 1,59% hingga 45,52%. Dengan demikian, kadar lemak Tempe: TK, TL, TBM dan TC hasil penelitian ini masih di atas kadar lemak yang ditetapkan pada SNI 3144:2015, yaitu minimal 7%. Sebaliknya, Tempe TA memiliki kadar lemak hanya 1,59% jauh di bawah kadar lemak yang ditetapkan pada SNI 3144:2015.

Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar lemak tertinggi ditemukan pada Tempe TBM (45,522%). Tingginya kadar lemak tempe TBM tersebut karena kadar lemak pada biji matahari yang tinggi, yaitu sekitar 46%. Minyak biji bunga matahari merupakan sumber asam lemak tidak jenuh yang paling banyak dikonsumsi di dunia. Mengandung berbagai *essential oil* dan vitamin E penting yang baik bagi kesehatan (Škrbic dan Cvejanov 2011; Franco, Iseppi dan Taverna, 2018). Vitamin E merupakan salah satu jenis vitamin penting untuk antioksidan yang berperan sebagai penangkal radikal bebas sehingga antioksidan Tempe TBM ditemukan paling tinggi pada penelitian ini (Gambar 2). Dengan demikian maka tempe berbahan baku biji bunga matahari adalah yang terbaik.

KESIMPULAN

Biji labu kuning, biji bunga matahari, dan campuran kedelai, biji labu kuning, biji bunga matahari, kacang adzuki (1:1:1:1) berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku tempe. Namun penelitian lebih lanjut masih dibutuhkan untuk mengkaji sifat fungsional tempe yang diolah dari semua bahan baku tersebut dan mengkaji pengaruhnya terhadap kesehatan dan keseimbangan mikrobiota usus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah Fakultas.

DAFTAR PUSTAKA

- Amarowicz, R., Estrella, I., Hernandez, T., & Troszyńska, A. (2008). Antioxidant activity of extract of adzuki bean and its fractions. *Journal of Food Lipids*, 15(1), 119-136. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.2007.00106.x>
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 2012. *Official methods of analysis*, 19th edition. Arlington
- Aptesia, L. T., & Al Rasyid, H. (2013). Pemanfaatan *Lactobacillus casei* dan tapioka dalam upaya menghambat kerusakan tempe kedelai. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 18(2), 175-184. <http://dx.doi.org/10.23960/jtihp.v18i2.175%20-%20184>
- 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), 17-22. <https://doi.org/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), 4-4. <https://doi.org/10.5454/mi.2.1.4>

- Barus, T., Titarsole, N. N., Mulyono, N., & Prasasty, V. D. (2019). Tempeh antioxidant activity using DPPH method: effects of fermentation, processing, and microorganisms. *Journal of Food Engineering and Technology*, 8(2), 75-80. <https://doi.org/10.32732/jfet.2019.8.2.75>
- Barus, T., Wati, L., & Suwanto, A. (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. <https://doi.org/10.1016/j.hjb.2017.05.001>
- Berni, C. R., Paparo, L., Nocerino, R., Di Scala, C., Della, G., Maddalena, Y., Buono, A., Bruno, C., Voto, L., & Ercolini, D. (2019). Gut microbiome as target for innovative strategies against food allergy. *Frontiers in immunology*, 10, 1-40. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.00191>
- Chen, Y. C., Hsieh, S. L., & Hu, C. Y. (2020). Effects of red-bean tempeh with various strains of *Rhizopus* on GABA content and cortisol level in zebrafish. *Microorganisms*, 8(9), 330. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091330>
- Clapp, M., Aurora, N., Herrera, L., Bhatia, M., Wilen, E., & Wakefield, S. (2017). Gut microbiota's effect on mental health: the gut-brain axis. *Clinics and practice*, 7(4), 131-136. <https://doi.org/10.4081/cp.2017.987>
- Collins, S. M., Surette, M., & Bercik, P. (2012). The interplay between the intestinal microbiota and the brain. *Nature Reviews Microbiology*, 10(11), 735-742. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2876>
- Daliri, E. B. M., Ofosu, F. K., Chelliah, R., Lee, B. H., An, H., Elahi, F., ... & Oh, D. H. (2020). Influence of fermented soy protein consumption on hypertension and gut microbial modulation in spontaneous hypertensive rats. *Bioscience of microbiota, food and health* 39(4), 199-208. <https://doi.org/10.12938/bmfh.2020-001>
- Dao, M. C., Everard, A., Aron-Wisniewsky, J., Sokolovska, N., Prifti, E., Verger, E. O., ... & MICRO-Obes Consortium. (2016). *Akkermansia muciniphila* and improved metabolic health during a dietary intervention in obesity: relationship with gut microbiome richness and ecology. *Gut*, 65(3), 426-436. [10.1136/gutjnl-2014-308778](https://doi.org/10.1136/gutjnl-2014-308778)
- Depommier, C., Everard, A., Druart, C., Plovier, H., Van Hul, M., Vieira-Silva, S., ... & Cani, P. D. (2019). Supplementation with *Akkermansia muciniphila* in overweight and obese human volunteers: a proof-of-concept exploratory study. *Nature medicine*, 25(7), 1096-1103. <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0495-2>
- Feng, X. M., Larsen, T. O., & Schnürer, J. (2007). Production of volatile compounds by *Rhizopus oligosporus* during soybean and barley tempeh fermentation. *International journal of food microbiology*, 113(2), 133-141. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.06.025>
- Franco, R., Iseppi, L., & Taverna, M. (2018). Sunflower oil functional properties for specialty food. *Nutrition and Food Science International Journal*, 5(4), 4-7. <http://dx.doi.org/10.19080/NFSIJ.2018.05.555668>
- Gumulung D. 2018. Analisis kandungan total fenolik pada jonjot buah labu kuning (*Cucurbita moschata*). *Fullerene Journal of Chemistry*, 3(1), 1-4. <https://doi.org/10.37033/fjc.v3i1.25>
- 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, 1-6. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1080/10942910500224746>
- Huang, X., Fan, X., Ying, J., & Chen, S. (2019). Emerging trends and research foci in gastrointestinal microbiome. *Journal of translational medicine*, 17(1), 1-11.
- Junita, D., Setiawan, B., Anwar, F., & Muhandri, T. (2017). Komponen gizi, aktivitas antioksidan dan karakteristik sensori bubuk fungsional labu kuning (*Cucurbita moschata*) dan tempe. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 12(2), 109-116. <https://doi.org/10.25182/jgp.2017.12.2.109-116>
- Keles, Y., & Özdemir, Ö. (2018). Extraction, purification, antioxidant properties and stability conditions of phytomelanin pigment on the sunflower seeds. *International Journal of Secondary Metabolite*, 5(2), 140-148. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.112>
- 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.
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (1999). *Discrimination testing. In Sensory evaluation of food* (pp. 116-139). Springer, Boston, MA.
- Liao, W. C., Wang, C. Y., Shyu, Y. T., Yu, R. C., & Ho, K. C. (2013). Influence of preprocessing methods and fermentation of adzuki beans on γ -aminobutyric acid (GABA) accumulation by lactic acid bacteria. *Journal of Functional Foods*, 5(3), 1108-1115. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.03.006>
- Liu, K. (1997). *Chemistry and nutritional value of soybean components*. In Soybeans (pp. 25-113). Springer, Boston, MA.
- Musa, K. H., Abdullah, A., Kuswandi, B., & Hidayat, M. A. (2013). A novel high throughput method based on the DPPH dry reagent array for determination of antioxidant activity. *Food chemistry*, 141(4), 4102-4106.
- Ningsih, T. E., Siswanto, S., & Winarsa, R. (2018). Aktivitas antioksidan kedelai edamame hasil fermentasi kultur campuran oleh *Rhizopus oligosporus* dan *Bacillus subtilis*. *Berkala Sainstek*, 6(1), 17-21. <https://doi.org/10.19184/bst.v6i1.7556>
- Reyes-Bastidas, M., Reyes-Fernández, E. Z., López-Cervantes, J., Milán-Carrillo, J., Loarca-Piña, G. F., & Reyes-Moreno, C. (2010). Physicochemical, nutritional and antioxidant properties of tempeh flour from common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Science and Technology International*, 16(5), 427-434. <https://doi.org/10.1177/1082013210367559>
- Schoefs, B. (2002). Chlorophyll and carotenoid analysis in food products. Properties of the pigments and methods of analysis. *Trends in food science & technology*, 13(11), 361-371. [https://doi.org/10.1016/S0924-244\(02\)00182-6](https://doi.org/10.1016/S0924-244(02)00182-6)
- Sirivibulkovit, K., Nouanthavong, S., & Sameenoi, Y. (2018). based DPPH assay for antioxidant activity analysis. *Analytical sciences*, 34(7), 795-800. <https://doi.org/10.2116/analsci.18P014>
- Škrbić, B., & Cvejanov, J. (2011). The enrichment of wheat cookies with high-oleic sunflower seed and hull-less barley flour: Impact on nutritional composition, content of heavy elements and physical properties. *Food Chemistry*, 124(4), 1416-1422. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.101>
- SNI (Standar Nasional Indonesia) 3144-2015 Tempe Kedelai. 2015. *Badan Standarisasi Nasional*. Jakarta.
- Stephanie, S., Ratih, N. K., Soka, S., & Suwanto, A. (2017). Effect of tempeh supplementation on the profiles of

- human intestinal immune system and gut microbiota. *Microbiology Indonesia*, 11(1), 2. <https://doi.org/10.5454/mi.11.1.2>
- Syamsuri, R., Dewayani, W., & Septianti, E. (2020, October). Chemical characteristic and sensory of tempeh sausage on different soybean varieties and cooking methods variation. In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science*, 575(1). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/575/1/012012>
- Takahama, U., Yamauchi, R., & Hirota, S. (2013). Isolation and characterization of a cyanidin-catechin pigment from adzuki bean (*Vigna angularis*). *Food chemistry*, 141(1), 282-288. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.02.113>
- Vital, R. J., Bassinello, P. Z., Cruz, Q. A., Carvalho, R. N., De Paiva, J., & Colombo, A. O. (2018). Production, quality, and acceptance of tempeh and white bean tempeh burgers. *Foods*, 7(9), 136. <https://doi.org/10.3390/foods7090136>
- Zhang, X., Zhao, L. D., & Li, H. (2020). The gut microbiota: emerging evidence in autoimmune diseases. *Trends in molecular medicine* 16(9), 862-873. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2020.04.001>
- Zhao, G., Ding, L. L., Yao, Y., Cao, Y., Pan, Z. H., & Kong, D. H. (2018). Extracellular proteome analysis and flavor formation during soy sauce fermentation. *Frontiers in microbiology*, 9, 1-7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01872>