



Aktivitas antioksidan, total polifenol, total flavonoid, dan sifat sensoris inovasi tempe kedelai dengan substitusi tepung daun kelor

Kukuk Yudiono*

Teknologi Pangan, Universitas Katolik Widya Karya, Malang, Indonesia

Article history

Diterima:

14 Oktober 2022

Diperbaiki:

20 Desember 2022

Disetujui:

21 Desember 2022

Keyword

antioxidants;

flavonoids;

moringa leaf flour

organoleptic;

polyphenols;

tempeh;

ABSTRACT

One of our nation's original fermented products using soybean raw materials is Tempeh. Tempeh has been known as an inexpensive source of vegetable protein but tempeh also contains micronutrient compounds that play an important role in body health. To increase the content of micronutrient compounds such as polyphenols and flavonoids which are known as sources of antioxidants, in this study Moringa leaf flour was added in the process of making tempeh. The purpose of this study was to determine how much the content of polyphenols, flavonoids and antioxidants in tempeh might increase with the addition of Moringa leaf flour. One factor experimental design was used, with the percentage of Moringa leaf flour (0 %, 3 %, and 6 %) as treatment. The observed variables: antioxidant activity (%), total polyphenols (mg GAE/g extract) and total flavonoids ($\mu\text{g/g}$). The antioxidant test results of tempe substituted with Moringa leaf flour (3 %) and (6 %) were (85.156 % and 93.67 %) higher than without the addition of Moringa flour which was only (68.166 %). To test the total polyphenols in tempe substituted with Moringa leaves (3 %) and (6 %) were (29.24 and 49.52 mg GAE/g extract) or 2-3.5 times the total polyphenols in tempe without Moringa leaf flour which only of (14.15 mg GAE/g extract). While the total flavonoid yields were: a) soybean tempeh without innovation of moringa leaf flour 642.19 ($\mu\text{g/g}$), b) soybean tempeh with innovation of 3 % Moringa leaf flour was 798.70 ($\mu\text{g/g}$), and c) soybean tempe with 6 % Moringa leaf flour innovation is 904.97 ($\mu\text{g/g}$). In conclusion, the antioxidant activity, total polyphenols, and total flavonoids in the tempeh with the addition of moringa leaf flour increased above 100 %. In the descriptive organoleptic test, the panelists gave positive impressions for the parameters of cohesiveness, texture, taste, and aroma, except for the color of the tempeh.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : kukuk@widyakarya.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v17i4.17146

PENDAHULUAN

Sejauh ini para peneliti melakukan penelitian tentang tempe dan kelor masih secara parsial, sedangkan penelitian tentang tempe yang berinovasi dengan tepung daun kelor belum pernah ada, karena itu penelitian ini sangat penting mengingat saat ini masyarakat Indonesia mempersepsikan tempe hanya sebagai sumber protein, karena para peneliti belum pernah mengeksklore aspek fungsional atau kesehatan terutama menggabungkan dua komoditas sebagai pangan “*superfood*”.

Bahan baku tempe yaitu kedelai kaya akan isoflavon yang berperan penting sebagai penangkal radikal bebas dan mencegah penyakit *degenerative*. Isoflavon pada kedelai dalam bentuk terikat (glikosida/glikon), sedang isoflavon dominan pada tempe adalah aglikon (bebas/tidak terikat). Dalam bentuk aglikon (tidak terikat), isoflavon lebih mudah terabsorpsi (Utari and Riyadi 2010; Xu and Chang 2008). Selama proses fermentasi, glukosida menghidrolisis glukosida isoflavon (daidzin dan genistin) menjadi bentuk aglikon (daidzein dan genistein) lebih aktif sebagai antioksidan. Hasil penelitian Yudiono (2020) setelah 22 jam fermentasi tempe kedelai, isoflavon aglikon yang terkandung dalam kedelai meningkat 6,5 kali dari kedelai rebus sehingga fungsi tempe sebagai makanan fungsional khususnya sebagai antioksidan, jauh lebih tinggi dari pada kedelai. Senyawa flavon, flavonol, isoflavon, katekin, dan kalkon merupakan senyawa antioksidan golongan flavonoid. Sifat multifungsional dari senyawa antioksidan polifenolik berfungsi sebagai penangkal radikal bebas, pereduksi, peredam oksigen singlet dan pengelat logam (Yuslianti 2018). Hasil penelitian Yudiono et al. (2021) mendapat temuan bahwa kandungan antioksidan dan total fenolik tempe dengan bahan baku kedelai lokal lebih tinggi dari pada tempe dengan bahan baku kedelai impor

Selama fermentasi tempe, kapang tempe menghasilkan senyawa antibakteri, (Miskah et al. 2009). Studi selanjutnya tentang aktivitas antibakteri ekstrak tempe kedelai menunjukkan aktivitas antibakteri dalam kaitannya dengan *B. subtilis* dan *Bacillus stearothermophilus* (Kiers et al. 2003). Peptida pada tempe menunjukkan aktivitas antibakteri dalam hubungannya dengan *Bacillus cereus* (Roubos et al. 2010). Tempe juga kaya bakteri asam laktat (BAL), bakteri asam laktat (*Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus*

plantarum, *Lactobacillus brevis*, dan *Pediococcus cerevisiae*.) memiliki aktivitas antibakteri yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Pisol et al. 2013; Suhaidi 2003; Megat et al. 2020). Bakteri asam laktat sendiri adalah bakteri yang memecah glukosa menjadi asam laktat. Peningkatan keasaman tersebut dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen (Nurhayati et al. 2011).

Tempe kedelai berperan penting dalam mencegah penyakit *diabetes mellitus*. Data dari IDF (International Diabetes Federation, 2021) Indonesia menduduki ranking ke-5 di dunia yang terkena penyakit ini, Salah satu faktor utama penyebab *diabetes mellitus* adalah konsumsi pangan dengan indeks glikemik tinggi. Kedelai masuk dalam kategori indeks glikemik bernilai rendah (<50) dan juga memiliki kandungan protein yang mampu menurunkan lemak dan memperbaiki serum insulin. Menurut Hanin and Pratiwi (2017) aktivitas antioksidan senyawa flavonoid memiliki potensi untuk mencegah terjadinya penumpukan lemak sehingga dapat mengatasi masalah obesitas yang menjadi salah satu penyebab penyakit *diabetes mellitus*.

Masyarakat Indonesia dalam pengobatan sering menggunakan Tanaman kelor (*Moringa oleifera*), terutama dalam sistem obat tradisional seperti seperti rematik, kelumpuhan dan epilepsi. Menurut Sashidhara et al. (2009) telah mempelajari ekstrak daun, biji, dan akar sebagai antiinflamasi, antitumor, antihepatotolik, dan analgesik. Kemudian Kasolo et al. (2010) menyatakan bahwa daun kelor kaya senyawa fitokimia seperti: tanin, steroid, triterpenoid, flavonoid, saponin, antrakuinon, dan alkaloid. Flavonoid memengaruhi berbagai macam aktivitas biologi dan farmakologi seperti antioksidan, antitumor, antiangiogenik, antiinflamasi, antialergi, dan antiviral. Singh et al. (2012) menyatakan bahwa daun kelor kaya asam askorbat, asam amino, sterol, glukosida, isoquarsentin, karoten, ramentin, kaemferol dan kaemferitin., vitamin B, dan asam amino esensial (arginine, metionin, treonin, leusin, isoleusin, dan valin.

Komponen aktif yang terdapat pada daun kelor dari golongan glikosida, fenol, sterol, flavanol yang penting untuk membangun sistem imunitas dan nutrisi bagi tubuh. Aktivitas komponen aktif daun kelor tiokarbamat dan isotiosianat dapat menghambat pertumbuhan promotor teleosidin B-4 dengan virus Epstein-

Barr pada sel sebagai penginduksi. Golongan isotiosianat berperan aktif menghambat pertumbuhan tumor (Herawati 2020). Krisnadi (2014) menyatakan bahwa teh daun kelor kaya dengan kandungan *polifenol catechin*, terutama *epigallocatechin gallate* (EGCG). EGCG berfungsi menghambat pertumbuhan sel kanker, membunuh sel kanker, efektif dalam menurunkan kadar kolesterol LDL, dan menghambat pembentukan bekuan darah abnormal yang menjadi penyebab utama serangan jantung dan stroke. Hasil penelitian Siti dan Bidura (2017) daun kelor meningkatkan produksi dan menurunkan kolestrol pada telur ayam. Hal ini karena antioksidan dan vitamin C yang terkandung dalam daun kelor cukup tinggi sehingga enzim *Acetyl CoA synthetase* yang berguna untuk biosintesis asam lemak dapat terhambat (Saputra et al. 2020)

Hasil studi fitokimia daun kelor Putra et al. (2016) dan Rivai (2020) menyebutkan bahwa daun kelor mengandung senyawa metabolit sekunder tanin, steroid, flavonoid, saponin, dan alkaloid sebagai antioksidan juga dapat sebagai anti-bakteri. Flavonoid memiliki sifat anti-oksidatif, anti-inflamasi, anti-mutagenik dan anti-karsinogenik, serta kemampuan untuk memodulasi fungsi enzim seluler utama (Panche et al. 2016), selanjutnya flavonoid merupakan komponen obat untuk mengurangi risiko penyakit kronis seperti stroke, penyakit kardiovaskular, dan beberapa jenis kanker (Andarwulan 2010). Kandungan flavonoid pada kelor seperti *apiin*, *epicatechin* dan hesperetin memiliki afinitas pengikatan yang baik terhadap sisi aktif ACE2, sehingga berpotensi mencegah infeksi COVID-19 (Koentjoro et al. 2020). Oktaviani et al. (2019) menyatakan bahwa tanaman kelor mengandung 46 jenis antioksidan dan lebih dari 90 nutrisi juga ada 36 senyawa anti-inflamasi. Daun yang lebih muda mempunyai kandungan fitokimia paling tinggi (Wijaya et al. 2014).

Secara tradisional masyarakat telah banyak memanfaatkan daun untuk sayur hingga saat ini berkembang menjadi produk pangan modern seperti tepung kelor, kerupuk kelor, kue kelor, permen kelor dan teh daun kelor. Selain itu ekstrak daun kelor dapat berfungsi sebagai antimikroba dan biji kelor berguna untuk menjernihkan air (Krisnadi 2014). Namun pemanfaatan tepung daun kelor sebagai substitusi tempe kedelai belum ada yang melakukan penelitian.

Dalam penelitian ini substitusi tepung daun kelor menggunakan 3% dan 6% yang berdasarkan pada penelitian pendahuluan, juga karena belum pernah ada penelitian sebelumnya tentang substitusi tepung daun kelor untuk tempe kedelai. Selanjutnya dari hasil penelitian pendahuluan bahwa pada substitusi >6% secara visual hasil tempe sudah tidak layak terutama dari warna dan tekstur

METODE

Tempat

Pelaksanaan Penelitian di Laboratorium Pangan dan Kimia Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Katolik Widya Karya Malang

Bahan

Bahan baku tempe adalah kedelai varietas Anjasmoro dari Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (BALITKABI) Malang, sedang daun kelor membeli dari pedagang sayuran di pasar Oro-oro Dowo Malang.

Metode penelitian

Menggunakan Rancangan satu arah yang penyusunan perlakuan dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri 3 taraf yaitu: 1) K1: Tempe kedelai tanpa penambahan tepung daun kelor; 2) K2: Tempe kedelai dengan penambahan tepung daun kelor 3%; 3) K3: Tempe kedelai dengan penambahan tepung daun kelor 6%.

Pelaksanaan penelitian

Pembuatan tepung daun kelor

Daun kelor segar: 1) memisahkan dari tangkainya; 2) memilih daun yang tidak cacat, 3) mencuci dalam air mengalir, 4) menblanching 70°C, 5 menit (untuk menghilangkan bau langu), 5) meniriskan, 6) mengeringkan (a. dengan oven suhu 45°C, selama 24 jam atau b) dengan sinar matahari tidak langsung selama 2-3 hari dengan indikator daun mudah patah atau pada kadar air sekitar 5%, 7) pengecilan ukuran dengan diblender dengan kecepatan tinggi selama 5 menit, 8) pengayakan (80-100 mesh).

Pembuatan tempe dengan substitusi tepung daun kelor (Yudiono et al. 2021)

Seratus (100) g biji kedelai sesuai perlakuan setelah mensortir dan melakukan pencucian I, kemudian melakukan perebusan I (30 menit mulai dari air mendidih), merendam dalam air selama 24

jam dengan ketinggian air 5 cm di atas biji kedelai kemudian mengupas kulit arinya dan melakukan pencucian II, selanjutnya melakukan perebusan II (30 menit) dengan perbandingan biji kedelai : air=1:10 b/v , setelah itu meniriskan kemudian meletakkan secara merata pada “tampah” (terbuat dari anyaman bambu) sambil proses pendinginan sampai suhu dibawah 40°C. Menambahkan tepung daun kelor sesuai perlakuan. Proses berikutnya adalah peragian yaitu biji kedelai yang telah kering dari air rebusan dengan mencampurkan dengan ragi tempe sebanyak 0,2% dari bahan, kemudian mengaduk hingga ragi tercampur merata dan selanjutnya membungkus dengan kantong plastik ukuran 250 g dan melubangi masing-masing 15 lubang pada sisi atas dan bawah serta masing-masing 3 lubang pada sisi kanan dan kiri atau dengan daun pisang tanpa memberi lubang. Tahap terakhir adalah proses pemeraman/fermentasi selama 48 jam pada suhu ruang (suhu 28 – 30 °C).

Analisis kimia dan organoleptik

Analisis Kimia meliputi: 1) Aktivitas Antioksidan DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) (Jabbar et al. 2019), 2) Total Senyawa Fenol (Ahmad et al. 2015), 3) Total Flavonoid (Chang and Wen 2002). Sedang uji organoleptik (Kusuma et al. 2017) meliputi: 1) Warna, 2) Kekompakan, dan 3) Rasa

Analisis data

Mengolah data hasil uji kimia dengan program SPSS Statistik-20. Selanjutnya melakukan uji organoleptik dengan *deskriptif flavor profile* secara kualitatif menggunakan panelis terbatas (5 orang pelaku/produsen tempe) satu orang sebagai panelis kepala. Melakukan pengujian sampel dua sesi, yaitu sesi tertutup dan sesi terbuka. Pada sesi tertutup setiap panelis melakukan pengujian sampel secara individu, sedangkan pada sesi terbuka setiap panelis melaporkan hasilnya (data kualitatif) dan mendiskusikan dengan panelis kepala untuk mendapatkan kesimpulan akhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan antioksidan

Daun kelor menjadi sumber antioksidan alami yang baik karena memiliki senyawa antioksidan seperti vitamin C, flavonoid, *phenolic* dan karotenoid (Krisnadi 2015). Kasolo et al. (2010) menyatakan daun kelor kaya akan kandungan antioksidan karena mempunyai

komponen-komponen seperti: alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, antarkuinon, steroid dan triterpenoid. Adapun kandungan antioksidan dan total polifenol pada tempe dengan mensubstitusi/tanpa mensubstitusi tepung daun kelor seperti terlihat pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 Hasil uji LSD 5 % semua perlakuan menunjukkan perbedaan sangat nyata pada perlakuan tempe dengan mensubstitusi tepung daun kelor 6 % menghasilkan kandungan antioksidan tertinggi. Kandungan antioksidan pada tempe kedelai tanpa substitusi tepung daun kelor sebesar 68,166 %, dengan substitusi tepung daun kelor 3 % meningkat menjadi 85,156% dan dengan substitusi 6 % kandungan antioksidan menjadi 93,67 %. Kedelai sebagai bahan baku tempe dan daun kelor kaya antioksidan. Antioksidan pada kedelai mayoritas oleh komponen isoflavon (Yudiono, 2020), sedang pada daun kelor karena kandungan senyawa bioaktif seperti asam askorbat, flavonoid, fenolik, dan karotenoid (Makkar dan Becker, 1996 dalam Gozalli, 2015). Proses fermentasi pada tempe akan meningkatkan aktivitas antioksidannya, karena ragi *Rhizopus* menghidrolisis senyawa glukosida isoflavon dalam kedelai (daidzin dan genistin) oleh enzim glukosidase menjadi bentuk aglikon (daidzein dan genistein) lebih aktif sebagai antioksidan. Dalam proses ini juga memproduksi glisitein dan faktor II (6,7,4 tri - hidroksi isoflavon). Faktor II memiliki 3 kali lebih tinggi kekuatan antioksidan dari aglikon lainnya (Wang and Murphy (1996) dalam Widoyo (2010). Selanjutnya setelah 22 jam fermentasi, isoflavon aglikon yang terkandung dalam kedelai meningkat 6,5 kali dari kedelai rebus.

Total polifenol

Senyawa fenolik juga dapat terdiri dua kelompok yaitu, senyawa flavonoid dan non-flavonoid. Adapun kandungan antioksidan dan total polifenol pada tempe dengan mensubstitusi/tanpa mensubstitusi tepung daun kelor seperti terlihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa kandungan total fenolik pada tempe dengan mensubstitusi tepung kelor 3% dan 6% meningkat 2 sampai 3,5 kali lipat lebih tinggi dari tempe tanpa penambahan tepung daun kelor. Hal ini menunjukkan bahwa tepung kelor berperan penting untuk meningkatkan kandungan total fenolik tempe kedelai (dari 14,15 menjadi 29,24 dan 49,52 mg GAE/g ekstrak) sebagai senyawa bioaktif. Pada proses fermentasi

tempe juga berperan dalam meningkatkan ketersediaan asam fenolik bebas, dan peran *Rhizopus oryzae* yang dapat memproduksi senyawa fenolik sehingga nilai total fenol mengalami kenaikan. Sidiq et al. (2016) menyatakan bahwa *Rhizopus oryzae* dapat memproduksi enzim β -glukosidase. Selanjutnya β -glukosidase berfungsi dalam pemotongan ikatan glukosa atau oligosakarida pada tempe sehingga menghasilkan senyawa fenolik bebas saat proses fermentasi dengan cara mendegradasi cincin fenil, sehingga komponen fenol akan meningkat. Dalam uji kandungan total fenol menggunakan standar asam galat yang merupakan salah satu contoh golongan senyawa fenolik dari klasifikasi asam fenolat dengan jumlah atom karbon 7 dan senyawanya paling sederhana (Hakkinen 2000).

Kandungan total flavonoid

Pada semua bagian tumbuhan termasuk buah, akar, daun dan kulit luar batang mengandung flavonoid. Flavonoid merupakan senyawa polifenol yang terdiri atas 15 atau lebih karbon dengan dua cincin aromatis dengan 3 atom karbon yang menghubungkan. Flavonoid

merupakan senyawa fenolik yang paling dominan pada tanaman (Smirnoff, 2005). Kandungan total flavonoid pada tempe tanpa dan yang dengan substitusi tepung daun kelor terlihat seperti pada Tabel 3.

Hasil uji LSD 5% pada Tabel 3. terlihat bahwa substitusi tepung daun kelor dalam tempe kedelai secara signifikan meningkatkan total flavonoid. Hal ini menunjukkan bahwa tepung daun kelor berperan penting dalam meningkatkan kandungan antioksidan pada tempe. Tempe dengan substitusi tepung daun kelor 6% mempunyai total flavonoid tertinggi (904,97 μ g/g), sedang yang terendah tempe tanpa tepung daun kelor (642,19 μ g/g). Flavonoid merupakan salah satu kandungan terbanyak pada kelor seperti kuersetin, kaempferol, dan *myricetin*. Flavonoid termasuk dalam golongan metabolit sekunder yang tersintesis melalui asam piruvat dengan metabolisme asam amino. Dalam penelitian ini uji kandungan total flavonoid digunakan standar Quercetin yang merupakan bagian dari flavanol dan flavanol ini adalah subkelas flavonoid yang paling banyak ditemukan di alam.

Tabel 1 Kandungan antioksidan (%) tempe tanpa dan dengan substitusi tepung daun kelor

Perlakuan	Absorbansi			Antioksidan (%)			Rerata Antioksidan (%) [*]
	1	2	3	1	2	3	
Tempe tanpa substitusi	0,473	0,460	0,447	67,266	68,166	69,066	68,166 ^a
Tempe + tepung daun kelor (3 %)	0,232	0,215	0,197	83,945	85,156	86,367	85,156 ^b
Tempe + tepung daun kelor (6 %)	0,096	0,091	0,087	93,360	93,670	93,980	93,670 ^c

Keterangan: ^{*}Nilai rerata dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan pada uji LSD 5 %

Tabel 2 Kandungan total polifenol tempe tanpa dan dengan substitusi tepung daun kelor

Perlakuan	Absorbansi			Total fenol (mg GAE/g ekstrak)			Rerata total fenol (mg GAE/g ekstrak) [*]
	1	2	3	1	2	3	
Tempe tanpa substitusi	0,214	0,223	0,211	13,962	14,811	13,679	14,15 ^a
Tempe + tepung daun kelor (3%)	0,394	0,361	0,373	30,943	27,830	28,962	29,24 ^b
Tempe + tepung daun kelor (6%)	0,570	0,592	0,579	47,55	49,62	48,39	49,52 ^c

Keterangan: ^{*}Nilai rerata dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan pada uji LSD 5 %

Tabel 3 Kandungan Total Flavonoid/TFC (Quercetin Equivalent) tempe tanpa dan dengan substitusi tepung daun kelor

Perlakuan	Absorbansi			TFC ($\mu\text{g/g}$)			Rerata TFC ($\mu\text{g/g}$)*
	1	2	3	1	2	3	
Tempe tanpa substitusi	0,374	0,430	0,486	639,78	642,19	644,61	642,19 ^a
Tempe+tepung daun kelor (3%)	0,484	0,594	0,705	802,00	798,70	795,40	798,70 ^b
Tempe+tepung daun kelor (6%)	0,497	0,612	0,727	905,26	904,97	904,68	904,97 ^c

Keterangan: *Nilai rerata dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan pada uji LSD 5 %

Tabel 4 Uji *deskriptif flavor profile* tempe tanpa dan dengan substitusi tepung daun kelor

Ul.	Perlakuan	Warna tempe mentah	Kekompakan tempe mentah	Warna Tempe digoreng	Aroma	Tekstur	Rasa
1	Tempe tanpa tepung daun kelor	Putih	Kompak	Kuning kecoklatan	Normal	Empuk	Normal
2	Tempe tanpa tepung daun kelor	Putih	Kompak	Kuning kecoklatan	Normal	Empuk	Normal
1	Tempe + tepung daun kelor (3 %)	Putih ada bintik hijau (25 %)	Kompak	Kuning tua kecoklatan	Normal	Empuk	Enak dan unik (gabungan gurih, manis dan pahit)
2	Tempe+tepung daun kelor (3 %)	Putih ada bintik hijau (25 %)	Kompak	Kuning tua kecoklatan	Normal	Empuk	Enak dan unik (gabungan gurih, manis dan pahit)
1	Tempe+tepung daun kelor (6 %)	Putih ada bintik hijau (35 %)	Kompak	Kuning tua kecoklatan	Normal	Empuk	Enak dan unik (gabungan gurih, manis dan pahit)
2	Tempe+tepung daun kelor (6 %)	Putih ada bintik hijau (35 %)	Kompak	Kuning tua kecoklatan	Normal	Empuk	Enak dan unik (gabungan gurih, manis dan pahit)

Uji Organoleptik

Tujuan uji ini untuk memberikan Gambaran atribut mutu produk tempe serta Gambaran perbandingannya dengan produk standarnya. Hasil dari uji organoleptik disajikan pada Tabel 4.

Pada Tabel 4, terlihat bahwa dari aspek rasa tempe kedelai dengan mensubstitusi tepung daun

kelor mempunyai keunggulan dari pada tempe tanpa substitusi, adanya rasa pahit dari tepung daun kelor menurut panelis justru menciptakan varian rasa baru tempe yang unik karena bercampur dengan rasa gurih dan manis dari hasil fermentasi kedele. Menurut Rosyidah (2016) yang menyebabkan pahit pada daun kelor adalah senyawa tanin kemudian Luthfiyah (2012)

menyatakan bahwa rasa pahit karena kandungan alkaloid dan fenolik kemudian Shuntang (2018) menyatakan karena kandungan saponin. Namun hasil penelitian ini rasa pahit tidak tajam atau memudar seperti rasa pada tepung daun kelor akibat proses fermentasi tempe.

Pada aspek aroma secara kualitatif panelis berpendapat normal, artinya tidak ada penyimpangan aroma khususnya pada perlakuan substitusi tepung daun kelor 3% maupun 6%. Padahal menurut penelitian Roihanah (2014) bahwa daun kelor mempunyai aroma khas langu. Selanjutnya Santoso (2005) dalam Iona dan Rita (2015) menyatakan bahwa penambahan ekstrak daun kelor pada yoghurt berpengaruh terhadap aroma yoghurt karena daun kelor mengandung enzim *lipoksidase*. Enzim *lipoksidase* menghidrolisis lemak menjadi senyawa- senyawa penyebab bau langu, yang tergolong pada kelompok heksanal 7 dan heksanol. Artinya proses fermentasi tempe juga dapat mencegah terbentuknya bau langu akibat aktivitas enzim *lipoksidase*.

Uji tekstur dan kekompakan tempe baik dengan substitusi maupun tanpa substitusi tepung daun kelor tidak ada bedanya, artinya substitusi tepung daun kelor tidak akan menghambat pertumbuhan kapang *Rhizopus oryzae* selama fermentasi.

Hanya pada uji warna panelis menyatakan bahwa penampilan warna tempnya kurang menarik, karena adanya warna bintik-bintik hijau, kebiasaan panelis bahwa tempe mentah yang baik adalah yang berwarna putih merata. Warna hijau pada tempe karena klorofil dari daun kelor.

KESIMPULAN

Kandungan antioksidan tempe dengan substitusi tepung daun kelor 3% meningkat 125 % sedang substitusi tepung daun kelor 6% meningkat 137 %. Kandungan total polifenol tempe dengan substitusi tepung daun kelor 3% meningkat 200% sedang substitusi tepung daun kelor 6% meningkat 350 %. Kandungan total total flavonoid tempe dengan substitusi tepung daun kelor 3 % meningkat 125 % sedang substitusi tepung daun kelor 6% meningkat 140 %. Hasil uji organoleptik pada rasa, panelis sangat menyukai tempe dengan substitusi tepung daun kelor karena mempunyai rasa yang khas/unik yaitu gabungan antara *taste* gurih, manis dengan pahit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada: 1) Handini, 2) Verdy, 3) Lisa, dan 4) Ririn sebagai laboran dan mahasiswa Teknologi Pangan Universitas Katolik Widya Karya Malang, yang telah membantu penulis dalam analisis/uji laboratorium sampel penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A.R., Juwita, J., Ratulangi, S.A.D. 2015. Penetapan kadar fenolik dan flavonoid total ekstrak metanol buah dan daun Patikala (*Etlingera elatior* (Jack) R.M.SM). *Pharm Sci Res* 2, 1–10. <https://doi.org/10.7454/psr.v2i1.3481>
- Andarwulan, N. 2010. Flavonoid content and antioxidant activity of vegetables from Indonesia. *Food Chemistry*, 121 Analysis of total phenolics, tannins and flavonoids from *Moringa oleifera* seed extract, 1231–1235.
- Chang, C.Y.M., Wen. 2002. Estimation of total flavonoid in propolis by two complementary colorimetric methods, *J. Food Drug Anal*, 178-182.
- Gozalli, M., Nurhayati, Nafi, A. 2015. Karakteristik tepung kedelai dari jenis impor dan lokal (Varietas Anjasmoro dan Baluran) dengan perlakuan perebusan dan tanpa perebusan. *J. Agroteknologi*, 9(2): 191–200.
- Hakkinen, S. 2000. Flavonols and Phenolic Acids in Berries and Berry Product. University of Kuopio. Kuopio.
- Hanin, N.N.F., Pratiwi, R. 2017. Kandungan fenolik, flavonoid dan aktivitas antioksidan ekstrak daun paku laut (*Acrostichum aureum* L.) fertil dan steril di kawasan mangrove kulon progo, Yogyakarta. *J.Tropical Biodiversity Biotechnology* 2, 51. <https://doi.org/10.22146/jtbb.29819>
- Herawati, H. 2020. Daun Kelor. Bahan Pangan Potensial Untuk Antivirus dan Imun Booster. Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Bogor
- Iona A.D., Ismawati, R. 2015. Pengaruh penambahan ekstrak daun kelor dan waktu inkubasi terhadap sifat organoleptik yoghurt. *J. Tata Boga*, 4(3).151-159.
- International Diabetes Federation. 2021. Provides Detailed Information on The estimated and

- Projected Prevalence of Diabetes, Globally, by Region, Country and Territory, for 2021, 2030 and 2045 (10th edition). Brussels, Belgium. Online version <https://www.idf.org/>
- Jabbar, A., Wahyuni, W., Malaka, M.H., Apriliani, A. 2019. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Buah, Daun, Batang Dan Rimpang Pada Tanaman Wualae (*Etlingera Elatior* (Jack) R.M Smith): *JFG* 5, 189–197. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2019.v5.i2.13671>.
- Kasolo, J.N., Bimeya, G.S., Ojok, L., Ochieng, J., Okwal-okeng, J.W. 2010. Phytochemicals and uses of *Mongira oleifera* leaves in Uganda Rural Communities. *J. of Medical Plant Research* 4(9): 753-757.
- Krisnadi, A.D. 2015. Kelor Super Nutrisi. Blora: Pusat Informasi dan Pengembangan Tanaman Kelor Indonesia.
- Kusuma, T.S., Kurniawati, A.D., Rahmi, Y., Rusdan, I.H., Widyanto, R.M. 2017. Pengawasan Mutu Makanan. Universitas Brawijaya Press, Malang
- Kiers, E.T., Rousseau, R.A., West, S.A., Denison, R.F. 2003. Host sanctions and the legume-rhizobia mutualism. *Nature* 425: 78– 81.
- Koentjoro, M.P., Donastin, A., Prasetyo, E.N. 2020. Potensi senyawa bioaktif tanaman kelor penghambat interaksi angiotensin-converting enzyme 2 pada sindroma Sars-Cov-2. *J. Bioteknologi & Biosains Indonesia* 7(2): 259-270
- Luthfiyah, F. 2012. Hasil Pemeriksaan Kandungan Gizi Kelor Asal NTB jenis Kelor Hijau dan Kelor Merah. Yogyakarta: UGM
- Miskah, S., Daslam, R., Suryani, E. 2009. Pengaruh penambahan ekstrak bonggol dan kulit nanas pada proses fermentasi tempe. *J. Teknik Kimia* 1(16): 18-23
- Megat, A.A.P.N., Shamsudin, R., Che Man, H., Ya'acob, M.E. 2020. Effect of soaking process on physical properties of mature pepper berries (*Piper nigrum* L.). *Food Research* 4 (Suppl. 1) : 116 – 123
- Nurhayati. 2011. Penggunaan Jamur dan Bakteri Dalam Pengendalian Penyakit tanaman Secara Hayati yang Ramah Lingkungan. Prosiding Seminar Bidang Ilmu-ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat Tahun 2011.
- Panche, A.N., Diwan, A.D., Chandra, S.R. 2016. Flavonoids: An overview. *Journal of Nutritional Science*, 5, e47. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
- Pisol, B., Nuraida, L., Abdullah, N., Suliantari, Khalil, K.A. 2013. Isolation and Characterization of Lactic Acid Bacteria from Indonesian Soybean Tempe. IACSIT Press, Singapore
- Putra, I.W.D.P., Dharmayudha, A.A.G.O., Sudimartini, L.M. 2016. Identifikasi senyawa kimia ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* L) di Bali. *J. Indonesia Medicus Veterinus*, 5(5), 464-473.
- Rivai, A.T.O. 2020. Identifikasi senyawa yang terkandung pada ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*). *Indonesian J. of Fundamental Sciences* 6(2): 63-70.
- Roihanah, M. 2014. Pengaruh jumlah karagenan dan ekstrak daun pandanwangi (*pandanus amaryllifolius*) terhadap sifat organoleptikjelly drink daun kelor (*Moringa Oleifera*). *J. Tata Boga*, 3(3).
- Rosyidah A.Z., Ismawati, R. 2015. Studi tentang tingkat kesukaan responden terhadap penganekaragaman lauk pauk dari daun kelor (*Moringa oleivera*). *J. Tata Boga*, 5(1).
- Roubous. 2010. *Soya bean* “tempe” extract show antibacterial activity against *Bacillus cereus* cells and spore. *J. of Applied Microbiology* (109): 137-145. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2009.04637.x
- Saputra, A., Arfi, F., Yulian, M. 2020. *Literature Review*: Analisis fitokimia dan manfaat ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*). *J. Amina* 2(3) : 114-119.
- Sashidhara, K.V., Rasaiah, J.N., Tyagi, E., Sukhla, R., Raghbir, R., Rajendran, S.M. 2009. Rare dipeptide and urea derivatives from roots of moringa oleifera as potential anti-inflammatory and antinociceptive agent, *European J. of Medicinal Chemistry*, 44 (1): 432-436
- Shuntang, G. 2018. Current topics in saponins and the bitter taste. *Research in medical & engineering sciences*, 5(1). <https://doi.org/10.31031/RMES.2018.05.000601>
- Sidiq, M., Mappiratu, Nurhaeni. 2016. Kajian kandungan fenolat dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol tempe gembus dari berbagai

- waktu inkubasi. *J. Riset Kimia Kovalen* 2(3):1-9.
- Sigh, G.P., Rakesh, G., Sudeep, B.S., Kumar, S. 2012. Anti inflamantory evaluation of leaf extrac of *Moringa oleifera*. *J. of Pharmaceutical and Scientific Innovation*, 1(1): 22-24
- Siti, N.W., Bidura, G.N.G. 2017. Pemanfaatan Ekstrak Air Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Melalui Air Minum Untuk Meningkatkan Produksi dan Menurunkan Kolesterol Telur Ayam. Skripsi. Fakultas Peternakan, Universitas Udayana. Denpasar.
- Smirnoff, N. 2005. Antioxidant and Reactive Oxygen Species in Plants. Blackwell Publishing : Iowa
- Suhaidi, I. 2003. Pengaruh Lama Perendaman Kedelai Dan Jenis Zat Penggumpal Terhadap Mutu Tahu. Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara
- Utari, D.M., Rimbawan, Riyadi, H., Muhilal, Purwastyastuti. 2010. Pengaruh pengolahan kedelai menjadi tempe dan pemasakan tempe terhadap kadar isoflavon. *Penelitian Gizi dan makanan* 33: 148-153
- Xu, B., Chang, S.K. 2007. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes affected by extraction. *J. Food Science*, 72, pp. 59-66
- Yudiono, K., 2020. Peningkatan daya saing kedelai lokal terhadap kedelai impor sebagai bahan baku tempe melalui pemetaan fisiko-kimia. *Agrointek* 14, 57-66.
<https://doi.org/10.21107/agrointek.v14i1.6311>
- Yudiono, K., Ayu, W.C., Susilowati, S. 2021. Antioxidant activity, total phenolic, and aflatoxin contamination in tempeh made from assorted soybeans (*Glycine max* L Merrill). *Jurnal Food Research*, 5 (3) (2021) 393 – 398.
- Yuslianti, E.R. 2018. Pengantar Radikal Bebas dan Antioksidan. Deepublish, Yogyakarta
- Widoyo, S. 2010. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Serat Kasar Dan Aktivitas Antioksidan Tempeh Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine sp.*). Bachelor thesis. Sebelas Maret University.
- Wijaya, A.N.P., Yudiono, K., Susilowati, S. 2014. Kajian kandungan senyawa polifenol dan antioksidan dalam berbagai varietas dan tingkat perkembangan daun ubi jalar. *J. Bistek Pertanian*. 1(1): 21-30.