

VARIASI TEMPE NON-KEDELAI: ALTERNATIF PENGGANTI TEMPE KEDELAI

VARIATION OF NON-SOYBEAN TEMPE: ALTERNATIVE FOR SOYBEAN TEMPE

Quinny Claudia Valen

Mahasiswa Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

foodtech.quinny.c.19@ukwms.ac.id

Abstrak

Tempe merupakan salah satu produk fermentasi tradisional berasal dari Indonesia yang terbuat dari kacang kedelai. Produksi kedelai dalam negeri saat ini belum mampu mencukupi permintaan untuk produksi tempe sehingga kebutuhan kedelai bergantung pada impor. Sumber bahan baku lain diperlukan dalam pembuatan tempe untuk mengurangi masalah ini. Kacang non-kedelai dapat menjadi bahan baku alternatif pembuatan tempe pengganti kacang kedelai dikarenakan kacang non-kedelai memiliki kandungan protein yang cukup tinggi. Jenis kacang non-kedelai tersebut yaitu kacang hijau, kacang koro benguk, kacang koro pedang, kacang lamtoro, kacang merah, dan kacang tunggak. Tujuan dari kajian ini untuk mengetahui dan mengevaluasi potensi berbagai macam tempe non-kedelai sebagai alternatif bahan baku tempe kedelai. Hasil tempe tersebut memiliki perbedaan dikarenakan adanya karakteristik fisikokimia yang berbeda setiap kacang dari segi ukuran dan kekerasan, kandungan nutrisi dan antinutrisi, perbedaan metode pembuatan serta lama waktu perendaman, perebusan, dan fermentasi.

Kata kunci: tempe, tempe non-kedelai, antinutrisi, karakteristik

Abstract

Tempe is a traditional fermented product made by soybean from Indonesia. Currently, soybean production in Indonesia have not been able to fulfill the demand for tempe production, so soybean needs depends on import. Other base materials are needed in the manufacture of tempe to reduce this problem. Non-soy beans can be an alternative base material for tempe making as a substitute for soybeans because non-soy beans have a fairly high protein content. The types of non-soybeans are mung beans, velvet beans, jack beans, lamtoro beans, red kidney beans, and cowpeas. The purpose of this study was to identify and evaluate the potential of various kinds of non-soybeans tempe as an alternative raw material for soybean tempe. The tempe result has a differences because of the physicochemical characteristics of each bean in terms of size and hardness, nutrient and antinutrient content, differences in manufacturing methods and the length of time for soaking, boiling, and fermentation.

Keywords: soybean tempe, non-soybean tempe, antinutrition, characteristic

PENDAHULUAN

Kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) merupakan hasil pertanian dengan nilai gizi yang baik terutama kandungan proteinnya (Tambunan et al., 2019). Kedelai merupakan bahan baku utama dalam pembuatan tempe (Yudiono, 2020). Tempe merupakan salah satu produk fermentasi tradisional yang berasal dari Indonesia (Rahmawati et al., 2021). Tempe difermentasi oleh aktivitas mikroorganisme yaitu, *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* (Duniaji et al., 2019; Ningrum et

al., 2019; Nursiwi et al., 2021; Romulo & Surya, 2021; Wikandari et al., 2020).

Produksi kedelai dalam negeri saat ini belum mampu mencukupi permintaan untuk produksi tempe sehingga kebutuhan kedelai bergantung pada impor. Indonesia memproduksi 613,3 ribu ton pada tahun 2021 dan diperkirakan mengalami penurunan sebesar 3,05% pada tahun 2022 dengan angka produksi 594,6 ribu ton. Menurut perkiraan Kementerian Pertanian (2021), produksi

kedelai di Indonesia akan terus menurun sejak 2021 hingga 2024. Permintaan kedelai kini terus meningkat dari tahun 2015 hingga tahun 2020. Konsumsi kedelai nasional tahun 2015 sebesar 1,56 juta ton dan meningkat pertahunnya hingga 2,87 juta ton pada tahun 2020. Rata-rata konsumsi per kapita mencapai 0,146 kg setiap minggunya pada tahun 2021 (BPS, 2022). Sumber bahan baku lain diperlukan dalam pembuatan tempe untuk mengurangi masalah ini. Kacang-kacangan lain dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif pembuatan tempe dikarenakan kandungan protein yang cukup tinggi dan tersedia di Indonesia yang dapat dikembangkan menjadi produk tempe. Jenis kacang tersebut yaitu, kacang hijau (Radiati & Sumarto, 2016; Rahmawati et al., 2021; Wikandari et al., 2020), kacang koro bengkok (Rahayu et al., 2019; Susanti et al., 2014; Wikandari et al., 2020), kacang koro pedang (Andriati et al., 2018; Ningrum et al., 2019; Widaningrum et al., 2015), kacang lamtoro (Ishartani et al., 2021; Muthmainna et al., 2016; Nursiwi et al., 2019; Romulo & Surya, 2021; Sari et al., 2021), kacang merah (Indayanti et al., 2021; Kusnandar et al., 2020), dan kacang tunggak (Patang et al., 2020; Wardiah et al., 2016).

Berbagai jenis kacang non-kedelai tersebut tentu memiliki karakteristik yang berbeda-beda dari segi ukuran atau dimensi, bentuk, kekerasan, dan kandungan nutrisi maupun antinutrisinya. Adanya penggunaan berbagai jenis kacang non-kedelai sebagai bahan baku pembuatan tempe akan mempengaruhi proses dan tempe yang dihasilkan. Kajian ini mengulas tentang perbedaan lama waktu proses pembuatan tempe non-kedelai, antinutrisi kacang dan tempe non-kedelai, dan karakteristik fisikokimia dari tempe non-kedelai. Tujuan dari kajian ini untuk mengetahui dan mengevaluasi potensi berbagai macam tempe

non-kedelai sebagai alternatif bahan baku tempe kedelai.

KACANG-KACANGAN BAHAN BAKU TEMPE NON KEDELAI

Kacang-kacangan di Indonesia sangat beragam seperti, kacang kedelai, kacang hijau, kacang koro bengkok, kacang koro pedang, kacang lamtoro, kacang merah, dan kacang tunggak. Kacang-kacangan termasuk dalam sumber protein, vitamin B, dan mineral (Qisthi & Auliana, 2017). Kacang-kacangan memiliki kandungan antinutrisi maupun nutrisi (Wikandari et al., 2020). Antinutrisi pada kacang-kacangan meliputi amilase inhibitor, asam fitat, tanin, oligosakarida, dan saponin. Nutrisi pada kacang-kacangan meliputi air, abu, protein, lemak, serat kasar, dan total karbohidrat sedangkan antinutrisi (Kavitha et al., 2015). Perbedaan kandungan protein pada kacang kedelai dan non-kedelai disampaikan pada Tabel 1. Perbedaan nutrisi juga dapat dipengaruhi oleh ukuran dari setiap kacang yang beragam. Ukuran dari setiap kacang dapat dilihat pada Tabel 2.

Kacang Hijau

Kacang hijau merupakan kacang yang dikenal dengan sebutan *mung bean* (*Vigna radiata* L. *Wilczek*) dan termasuk dalam tanaman dikotil angiosperma dengan famili *Fabaceae* (Degefa, 2016). Kacang hijau merupakan salah satu kacang-kacangan sebagai sumber vitamin (A, B1, dan C), mineral, mengandung zat gizi seimbang antara lain protein, serat pangan, dan senyawa bioaktif (Nasution et al., 2020) termasuk polifenol, polisakarida, dan peptida. Kacang hijau dipercaya dapat mencegah penyakit hiperglikemia, hipertensi, dan melanogenesis (Hou et al., 2019).

Tabel 1. Kandungan protein pada kacang kedelai dan non-kedelai

Jenis Kacang	Protein (%)	Referensi
Kacang kedelai	35-42	Kuzniar et al., 2016
	35,10	Radiati & Sumarto, 2016
	36,49	Rahmawati et al., 2021
	34,15	Wikandari et al., 2020
Kacang hijau	22,20	Radiati & Sumarto, 2016
	23,86	Rahwamati et al., 2021
	15,78	Wikandari et al., 2020
Kacang koro benguk	26,75	Rahayu et al., 2019
	25,20	Susanti et al., 2014
	23,21	Wikandari et al., 2020
Kacang koro pedang	26,33	Arise et al., 2022
	21,70	Diniyah et al., 2014
	24-32	Ningrum et al., 2019
	27,60	Rahmawati et al., 2021
Kacang lamtoro	34,58	Widaningrum et al., 2015
	24,50	Ananda et al., 2022
	26,48	Nursiwi et al., 2021
Kacang merah	20,86	Qomariyah & Utomo, 2016
	24,14	Rachma et al., 2022
	22,70	Kusnandar et al., 2020
	23,10	Radiati & Sumarto, 2016
Kacang tunggak	22,53	Rahmawati et al., 2021
	24,35	Wikandari et al., 2020
	25,47	Abebe & Alemayehu, 2022
	23,85	Rahmawati et al., 2021
	22,00	Wardiah et al., 2016
	19,75	Wikandari et al., 2020

Kacang hijau berbentuk lingkaran kecil berwarna hijau (Naik et al., 2020). Ukuran dari kacang hijau beragam. Lebar dari kacang hijau sebesar 4,99 mm dengan panjang sebesar 3,43 mm (Paul et al., 2018) serta lebar sebesar 4,9 mm, panjang sebesar 3,7 mm, dengan ketebalan sebesar 3,6 mm (Naik et al., 2020).

Kacang hijau memiliki kandungan nutrisi berupa, air 11,60%; abu 4,08%; protein 15,78%; lemak 3,70%; serat kasar 6,59%; dan karbohidrat 69,82% (Wikandari et al., 2020).

Tabel 2. Ukuran setiap jenis kacang

Jenis Kacang	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Referensi
Kacang Kedelai	5,5	6,0	N/A	Bianchi et al., 2022
Kacang Hijau	4,9	3,7	3,6	Naik et al., 2020
	4,99	3,43	N/A	Paul et al., 2018
Kacang Koro Benguk	12,45	9,66	6,43	Eze et al., 2017
Kacang Koro Pedang	18,21	11,96	8,57	Oriola et al., 2021
	19,8	13,1	8,9	Widaningrum et al., 2015
Kacang Lamtoro	8,84	5,17	2,02	Hernandez-Santoz, et al., 2022
Kacang Merah	9,8	7,16	7,24	Izuchukwu & Folarin, 2013
Kacang Tunggak	7,69	6,17	N/A	Baysah et al., 2018

Keterangan: N/A = not available

Kacang Koro Benguk

Kacang koro benguk (*Mucuna pruriens* L.) merupakan kacang yang dikenal dengan sebutan *velvet bean* (Rahayu et al., 2019). Nama lain dari *velvet bean* yaitu, *cowitch* atau *cowhage*. Kacang koro benguk termasuk dalam genus *Mucuna* termasuk dalam famili *Fabaceae* sub famili *Papilionaceae*. Kacang koro benguk digunakan dalam pengobatan penyakit Parkinson dikarenakan kacang koro benguk memiliki sifat antiparkinson yang disebabkan adanya L-dopa (prekursor neurotransmitter dopamin) yang terkait dengan aktivitas antioksidannya. Senyawa antioksidan dari kacang koro benguk yaitu, asam fenolik, polifenol, dan flavonoid (Lampariello et al., 2012). Tempe yang terbuat dari kacang koro benguk disebut dengan tempe benguk yang berasal dari daerah Kulon Progo, Yogyakarta (Romulo & Surya, 2021). Menurut Susanti et al. (2014), kacang koro benguk memiliki

kandungan nutrisi berupa, air 12,9%; abu 3,81%; protein 25,2%; lemak 2,44%; dan karbohidrat 55,7%.

Kacang Koro Pedang

Kacang koro pedang merupakan kacang yang dikenal dengan sebutan *jack bean* (*Canavalia ensiformis* (L.)). Kacang koro pedang memiliki sifat yang berbeda dengan kedelai. Kacang koro pedang memiliki ukuran dua hingga tiga kali lebih besar dari kedelai dengan panjang 19,8 mm; lebar 13,1 mm; dan tebal 8,9 mm (Widaningrum et al., 2020). Tempe yang terbuat dari kacang koro pedang disebut dengan tempe koro pedang yang dikembangkan di Yogyakarta, Jawa Tengah (Andriati et al., 2018). Menurut Arise et al. (2022), kacang koro pedang memiliki kandungan nutrisi berupa, air 5,30%; abu 4,11%; protein 26,33%; lemak 3,32%; serat kasar 5,35% dan karbohidrat 55,59%.

Kacang Lamtoro

Kacang lamtoro (*Leucaena leucocephala*) merupakan kacang yang dikenal dengan sebutan petai cina (Romulo & Surya, 2021). Kacang lamtoro termasuk dalam genus *Fabaceae* (Nursiwi et al., 2021). Kacang lamtoro memiliki kulit biji yang keras (Rachma et al., 2022). Tempe yang terbuat dari kacang lamtoro memiliki nama tempe mlanding yang dikembangkan di daerah Gunungkidul, Yogyakarta (Romulo & Surya, 2021).

Kacang lamtoro yang digunakan dalam pembuatan tempe umumnya merupakan kacang lamtoro yang matang dan berwarna coklat (Nursiwi et al., 2021). Menurut Rachma et al. (2022), kacang lamtoro memiliki kandungan nutrisi berupa, protein 24,14%; lemak 6,3%; serat kasar 0,15%; dan karbohidrat 57,6%. Setelah kacang lamtoro melalui berbagai proses dan terfermentasi menjadi tempe, tempe kacang lamtoro

memiliki kandungan protein sebesar 18,47% (Lathifah & Hermawati, 2019).

Kacang Merah

Kacang merah merupakan kacang yang kerap dikenal dengan sebutan *red kidney bean*. Kacang merah juga dikenal sebagai kacang jogo (*Phaseolus vulgaris* L.). Kacang merah mengandung protein dan karbohidrat yang cukup tinggi serta mengandung mineral (kalsium, fosfor, dan besi), vitamin (vitamin A dan B1), dan komponen bioaktif (flavonoid dan fitosterol). Kacang merah tidak baik dikonsumsi mentah karena masih mengandung senyawa antinutrisi seperti asam fitat, hemaglutinin, antitripsin yang dapat menghambat daya cerna komponen zat gizi. Kacang merah memiliki kandungan nutrisi berupa abu 3,5%; serat pangan 18,8%; lemak 1,0%; protein 22,7%; dan karbohidrat 57,7% (Kusnandar et al., 2020).

Kacang Tunggak

Kacang tunggak (*Vigna unguiculata* (L.)) merupakan kacang yang dikenal dengan sebutan *cowpea*. Kacang tunggak merupakan komoditas yang mempunyai nilai gizi dan nilai ekonomi yang cukup tinggi. Kacang tunggak juga dikenal dengan beberapa nama lain seperti kacang tolo atau kacang dadap (Wardiah et al., 2016). Kacang tunggak Menurut Rahmawati et al. (2021), kacang tunggak memiliki kandungan nutrisi berupa, air 11,05%; protein 23,85%; lemak 2,07%; dan karbohidrat 59,64%.

PROSES PEMBUATAN TEMPE NON KEDELAI

Proses pembuatan tempe non-kedelai diadaptasi dari proses pembuatan tempe kedelai. Tahap pembuatan tempe kedelai yaitu, pencucian, perendaman, penghilangan kulit, perebusan, pendinginan, pemberian inokulum, dan proses fermentasi (Aryanta, 2020; Astawan et al., 2018; Chutrtong, 2013;

Nurholipah & Ayun, 2021; Romulo & Surya, 2021). Adanya proses perendaman, perebusan, dan fermentasi dipercaya dapat mereduksi kandungan antinutrisi dari setiap kacang (Rahmawati et al., 2021). Modifikasi pembuatan tempe non-kedelai mempertimbangkan karakteristik dari jenis kacang non-kedelai yang digunakan karena memiliki kekerasan, ukuran atau dimensi, dan bentuk yang bervariasi (Chalid et al., 2020; Ningrum et al., 2019; Wikandari et al., 2020). Pemberian inokulum pada pembuatan tempe non-kedelai menggunakan starter yang sama dengan pembuatan tempe kedelai yaitu, *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* (Ningrum et al., 2019; Nursiwi et al., 2021; Romulo & Surya, 2021).

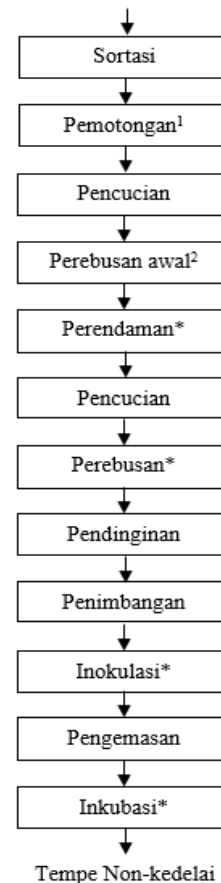
Proses pembuatan tempe non-kedelai telah disampaikan pada Gambar 1. Setiap kacang memiliki 10 tahap yang sama kecuali pada kacang koro pedang dan kacang lamtoro. Kacang koro pedang harus dilakukan pemotongan dengan tujuan pengecilan ukuran. Tahap ini digunakan untuk meningkatkan luas permukaan kacang yang diperlukan untuk pertumbuhan jamur (Widaningrum et al., 2015). Proses pembuatan tempe kacang lamtoro dilakukan perebusan awal sebelum perendaman. Menurut Sari et al. (2021), perebusan awal kacang lamtoro sebelum perendaman dilakukan selama 3 jam sedangkan menurut Nursiwi et al. (2021), perebusan awal sebelum perendaman dilakukan selama 2 jam. Menurut Qomariyah & Utomo (2016), setelah kacang lamtoro direndam dan direbus, dilakukan perendaman lagi selama 12 jam. Perlakuan tambahan tersebut pada kacang lamtoro bertujuan untuk menghilangkan lendir dan menonaktifkan bakteri kontaminan.

Perendaman

Perendaman berfungsi sebagai tahapan fermentasi awal dan memudahkan proses pengelupasan kulit dari kacang

(Widaningrum et al., 2015) serta memungkinkan kedelai mengalami hidrasi sehingga adanya pembengkakan, terjadi fermentasi asam laktat, dan menurunkan pH air rendaman yang semula 7 berkurang menjadi sekitar 5. Kondisi tersebut dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dan mendukung pertumbuhan starter tempe serta pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae* untuk menghasilkan vitamin B12 (Kustyawati et al., 2020). Perendaman juga dapat membuat tekstur dari biji menjadi lebih lunak akibat kandungan air pada biji yang meningkat sehingga lebih mudah untuk ditembus oleh miselia starter tempe selama proses fermentasi (Romulo & Surya, 2021).

Kacang-kacang Non-kedelai
(kacang hijau, koro bengkok, koro pedang, lamtoro, merah, dan tunggak)



Keterangan:¹Kacang koro pedang;

²Kacang lamtoro;

*Berbeda pada tiap kacang

Gambar 1. Proses pembuatan tempe kacang non-kedelai

Sumber: Aryanta (2020); Astawan et al. (2018);

Chutrtong (2013); Nurholipah & Ayun

(2021)

Perbedaan lama waktu perendaman pembuatan tempe non-kedelai dari beberapa jenis kacang disampaikan pada Tabel 3. Lama waktu perendaman dari setiap kacang berkisar antara 10 jam hingga 48 jam. Perbedaan lama waktu perendaman ini dikarenakan penyesuaian karakteristik dari setiap kacang yang berbeda dari segi bentuk, ukuran atau dimensi, dan teksturnya (kekerasan). Perbedaan dari ukuran atau dimensi akan mempengaruhi tempe yang akan dihasilkan (Qomariyah & Utomo, 2016).

Tabel 3. Klasifikasi lama waktu perendaman kacang non-kedelai

Jenis Kacang	Lama Waktu Perendaman	Rasio (Air:Kacang)	Referensi
Kacang Hijau	12 jam	3:1	Wikandari et al., 2020
Kacang Koro Benguk	12 jam	2:1	Susanti et al., 2014
	24 jam	3:1	Wikandari et al., 2020
Kacang Koro Pedang	24 jam	N/A	Ningrum et al., 2019
	24 jam	N/A	Widaningrum et al., 2015
Kacang Lamtoro	24 jam	4:3	Nursiwi et al., 2021
	12 jam	N/A	Qomariyah & Utomo, 2016
	48 jam	N/A	Sari et al., 2021
Kacang Merah	16 jam	4:1	Chalid et al., 2020
Kacang Tunggak	10 jam	3:1	Wikandari et al., 2020

Keterangan: N/A = *not available*

Ukuran setiap kacang yang berbeda disampaikan Tabel 2. Kacang kedelai memiliki ukuran panjang sebesar 5,5 mm dan lebar sebesar 6,0 mm (Bianchi et al., 2022). Menurut Wikandari et al., 2020, semakin besar ukuran dari kacang, maka semakin lama waktu perendamannya. Berdasarkan data pada Tabel 2., dapat dilihat bahwa ukuran kacang koro pedang merupakan kacang paling besar diikuti

dengan kacang koro benguk, kacang merah, kacang lamtoro, kacang tunggak, dan yang terkecil adalah kacang hijau. Tujuan perendaman pada kacang koro pedang yaitu, untuk memudahkan proses pengelupasan kulit yang melekat pada kotiledon dikarenakan getah yang akan larut (Widaningrum et al., 2020).

Kacang lamtoro melalui proses perendaman selama 48 jam (Sari et al., 2021). Proses perendaman pada kacang lamtoro bertujuan untuk menghilangkan lendir dari kacang lamtoro (Qomariyah & Utomo, 2016) dan melunakkan kulit biji kacang lamtoro yang keras (Rachma et al., 2022). Perbedaan lama waktu perendaman juga dipengaruhi oleh kekerasan dari kacang (Rahmawati et al., 2021). Kacang tunggak melalui proses perendaman paling singkat diikuti dengan kacang hijau, kacang koro benguk, kacang merah, dan kacang koro pedang.

Perebusan

Proses pembuatan tempe non-kedelai juga memerlukan proses perebusan. Perebusan dilakukan dengan tujuan untuk melunakkan kacang serta memudahkan proses pengupasan kulit dari kacang (Widaningrum et al., 2015). Umumnya, perebusan kacang dilakukan dua kali. Perebusan pertama dilakukan sebelum proses perendaman dengan tujuan untuk mengurangi bau langu pada bahan. Perebusan kedua dilakukan setelah proses perendaman dengan tujuan untuk melunakkan bahan sehingga jamur pada starter dapat menyatukan kacang dan menghasilkan karakteristik tempe yang baik serta dimaksudkan untuk membunuh bakteri kontaminan yang hidup selama proses perendaman, mengaktifkan inhibitor tripsin, dan melepaskan senyawa yang dibutuhkan untuk pertumbuhan jamur (Romulo & Surya, 2021). Menurut Sari et al. (2021), apabila kacang tidak melalui perebusan pertama, maka proses perendaman akan semakin lama dan timbul bau asam

sedangkan tempe yang melalui dua kali proses perebusan akan memiliki masa simpan yang lebih lama. Proses pembuatan setiap tempe non-kedelai hanya dilakukan satu kali perebusan setelah dilakukan perendaman.

Data dari Tabel 4. menyatakan lama waktu perebusan terlama pada kacang lamtoro selama 1-2 jam (Nursiwi et al., 2021; Sari et al., 2021). Adanya perbedaan dari lama waktu perebusan dipengaruhi oleh kekerasan dari kacang. Kacang hijau, kacang merah, dan kacang tunggak memiliki lama waktu perebusan yang terendah dikarenakan kandungan antinutrisi dalam ketiga kacang tersebut dapat lebih cepat untuk dihilangkan. Antinutrisi pada ketiga kacang tersebut tereduksi secara signifikan setelah dilakukan perendaman sehingga hanya diperlukan waktu singkat untuk melunakan dan mampu diproses lebih lanjut. Pelunakan pada kacang merupakan faktor yang penting dalam pembuatan tempe karena dapat mempengaruhi efektivitas fermentasi. Semakin lunak kacang maka semakin efektif proses fermentasi (Rahmawati et al., 2021).

Tabel 4. Klasifikasi lama waktu perebusan kacang non-kedelai

Jenis Kacang	Lama Waktu Perebusan	Referensi
Kacang Hijau	15 menit	Wikandari et al., 2020
Kacang Koro Benguk	60 menit	Susanti et al., 2014
	60 menit	Wikandari et al., 2020
Kacang Koro Pedang	30 menit	Ningrum et al., 2019
	20 menit	Widaningrum et al., 2015
Kacang Lamtoro	2 jam	Nursiwi et al., 2021
	2 jam	Qomariyah & Utomo, 2016
	1 jam	Sari et al., 2021
Kacang Merah	8 menit	Chalid et al., 2020
Kacang Tunggak	15 menit	Wikandari et al., 2020

Fermentasi

Proses fermentasi akan mengakibatkan jamur tumbuh dan menyatukan kacang menjadi bentuk yang kompak. Umumnya, starter campuran yang digunakan disebut laru

(Nursiwi et al., 2021; Romulo & Surya, 2021; Sari et al., 2021). Laru atau usar adalah inokulum pada fermentasi tempe. Laru dapat ditemukan kapang *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* (Dunijaji et al., 2019). Kedua kapang tersebut merupakan mikroorganisme utama yang berperan penting dalam proses fermentasi tempe (Nurdini et al., 2015). Proses fermentasi dapat meningkatkan nutrisi dan nilai cerna. Banyak faktor yang mempengaruhi fermentasi dari tempe non-kedelai. Faktor tersebut yaitu, lama waktu perendaman, lama waktu perebusan, ukuran dan berat kacang yang berbeda-beda, kekerasan dan kelunakan dari kacang, serta kandungan nutrisi dan antinutrisi dari kacang itu sendiri (Rahmawati et al., 2021). Adanya perbedaan lama waktu fermentasi pada Tabel 5. dari beberapa penelitian dikarenakan perbedaan karakteristik dari setiap kacang dan tujuan dari setiap peneliti.

Tabel 5. Klasifikasi lama waktu fermentasi kacang non-kedelai

Jenis Kacang	Lama Waktu Fermentasi (jam)	Jumlah Inokulum	Suhu	Referensi
Kacang Hijau	36	0,02%	Kamar	Wikandari et al., 2020
Kacang Koro Benguk	48	0,1%	Kamar	Susanti et al., 2014
	48	0,02%	Kamar	Wikandari et al., 2020
Kacang Koro Pedang	24	N/A	30-40° C	Ningrum et al., 2019
	36	0,1%	30°C	Widaningrum et al., 2015
Kacang Lamtoro	42	N/A	28°C	Sari et al., 2021
	60	5%	28°C	Nursiwi et al., 2021
	36	1%	28°C	Qomariyah & Utomo, 2016
Kacang Merah	24	1%	Kamar	Chalid et al., 2020
Kacang Tunggak	36	0,02%	Kamar	Wikandari et al., 2020

Keterangan: N/A = *not available*

Fermentasi terlama yaitu, pada kacang lamtoro selama 42 jam (Sari et al., 2021) dan 60 jam (Nursiwi et al., 2021) dikarenakan tujuan dari peneliti yang akan menganalisa

tempe mlanding (tempe dari kacang lamtoro) yang sudah mengalami fermentasi lanjutan (*over fermented*). Perbedaan lama waktu fermentasi pada kacang koro benguk dengan kacang koro pedang disebabkan oleh ukuran dan ketebalan kacang, penambahan starter, aktivitas kapang, waktu lama perendaman dan perebusan yang akan mempengaruhi kelunakan kacang (Romulo & Surya, 2021). Kacang merah memiliki lama fermentasi yang paling singkat dikarenakan kacang merah dapat mudah dilunakkan pada saat proses perebusan, sehingga tidak butuh waktu yang lama bagi kapang untuk bekerja (Rahmawati et al., 2021). Selama proses fermentasi, metabolisme kapang menyebabkan perubahan komposisi tempe (Ningrum et al., 2019). Kapang *Rhizopus* sp. akan memecah matriks antar sel bakteri sehingga tempe menjadi lunak dan kemudian sel-sel di dalam tempe hancur oleh air dari kerusakan karbohidrat. Perubahan fisik ini merupakan salah satu faktor yang membuat tempe yang difermentasi menjadi lunak dan berair (Sari et al., 2021).

ANTINUTRISI PADA KACANG NON-KEDELAI

Antinutrisi merupakan senyawa yang memiliki efek merugikan pada konsumsi kacang. Umumnya, antinutrisi secara alami ada dalam semua jenis kacang-kacangan. Asam fitat, tanin, tripsin inhibitor merupakan contoh antinutrisi yang merugikan dalam kacang-kacangan (Rahmawati et al., 2021). Asam fitat merupakan bentuk utama penyimpanan fosfat pada kacang yang dapat menurunkan pencernaan protein, pati, dan mineral. Tanin merupakan metabolit sekunder yang tergolong sebagai antinutrisi karena dapat menurunkan pencernaan protein dengan membentuk komponen kompleks pada interaksinya dengan protein dan menghambat kinerja enzim-enzim pencernaan. Tripsin inhibitor adalah senyawa yang tergolong antinutrisi karena dapat menurunkan aktivitas

enzim proteolitik seperti tripsin dan kemotripsin (Maharani et al., 2022).

Kacang hijau, kacang koro benguk, kacang koro pedang, kacang lamtoro, kacang merah, dan kacang tunggak memiliki kandungan antinutrisi utama berupa asam fitat yang tertera pada Tabel 6. (Ananda et al., 2022; Maharani et al., 2022; Rahmawati et al., 2021; Widaningrum et al., 2015; Wikandari et al., 2020). Menurut Wikandari et al. (2020), asam fitat pada kacang koro benguk sebesar 1,94% dan mengalami penurunan sebesar 92,91% setelah melalui beberapa proses tahapan untuk menjadi tempe, sehingga asam fitat pada tempe kacang koro benguk sebesar 0,14%. Kacang koro pedang memiliki asam fitat sebesar 13,2 mg/g. Selain asam futat, antinutrisi lain pada kacang koro pedang adalah tripsin inhibitor, hemaglutinin, glukosida sianogen, dan oligosakarida (Widaningrum et al., 2015).

Tabel 6. Klasifikasi asam fitat pada kacang non-kedelai

Jenis kacang	Asam Fitat dalam Kacang Mentah	Asam Fitat dalam Tempe (%)	Reduksi (%)	Referensi
Kacang Hijau	0,96%	0,38	60,66	Wikandari et al., 2020
Kacang Koro Benguk	1,94%	0,14	92,91	Wikandari et al., 2020
Kacang Koro Pedang	13,2 mg/g	N/A	N/A	Widaningrum et al., 2015
Kacang Lamtoro	0,06%	0,05	16,6	Nursiwi, et al., 2018
Kacang Merah	0,55%	0,06	88,96	Wikandari et al., 2020
	1,82%	N/A	N/A	Rahmawati et al., 2021
Kacang Tunggak	0,70%	0,32	55,33	Wikandari et al., 2020
	1,0-1,2 %	N/A	N/A	Rahmawati et al., 2021

Keterangan: N/A = not available

Kacang merah mengandung beberapa senyawa antinutrisi seperti asam fitat, hemaglutinin, antitripsin, dan goitrogen yang

dapat menghambat daya cerna komponen zat gizi (Kusnandar et al., 2020). Menurut Rahmawati et al. (2021), kacang merah memiliki asam fitat sebesar 1,82%. Berbeda dengan Wikandari et al. (2020), asam fitat pada kacang merah sebesar 0,55% dan mengalami penurunan sebesar 88,96% setelah melalui beberapa proses tahapan untuk menjadi tempe, sehingga asam fitat pada tempe kacang merah sebesar 0,06%. Antinutrisi pada kacang tunggak terdiri dari lektin, tripsin inhibitor, tanin, asam fitat, hemaglutinin, glukosida sianogen, dan saponon (Abede & Alemayehu, 2022). Menurut Rahmawati et al. (2021), kacang tunggak memiliki asam fitat sebesar 1,0-1,2%. Berbeda dengan Wikandari et al. (2020), asam fitat pada kacang tunggak sebesar 0,70% dan mengalami penurunan sebesar 55,33% setelah melalui beberapa proses tahapan untuk menjadi tempe, sehingga asam fitat pada tempe kacang tunggak sebesar 0,32%.

Antinutrisi pada kacang-kacangan dapat direduksi dengan proses perendaman, pengupasan kulit, perebusan, dan fermentasi (Rahmawati et al., 2021). Selama proses pembuatan tempe, asam fitat pada sebagian besar kacang-kacangan akan mengalami penurunan. Perbedaan lama waktu perendaman dan perebusan dari kacang-kacangan menghasilkan kandungan antinutrisi yang berbeda. Asam fitat dapat larut dalam air sehingga adanya proses perendaman pada kacang dapat menurunkan kandungan asam fitat. Perendaman juga meningkatkan aktivitas enzim fitase yang mampu menghidrolisis asam fitat. Aktivitas enzim fitase dipengaruhi oleh pH optimum yaitu 5,0-5,2 dan adanya pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) dapat menurunkan pH kacang-kacangan menjadi 4,5-5,3 sehingga aktivitas enzim fitase meningkat dan hidrolisis asam fitat juga meningkat (Wikandari et al., 2020).

Menurut Rahmawati et al. (2021), fermentasi merupakan proses yang paling efektif dalam mereduksi antinutrisi pada kacang dibandingkan dengan proses perendaman dan perebusan. Proses fermentasi menghasilkan enzim galaktosidase yang dihasilkan oleh BAL yang dapat menghidrolisis senyawa antinutrisi (Vadivel & Biesalski, 2012). Selain itu, fermentasi oleh *Rhizopus oligosporus* menghasilkan enzim fitase yang menghidrolisis asam fitat menjadi fosfat organik dan inositol (Wikandari et al., 2020). Hilangnya asam fitat dapat dilakukan pula dengan meningkatkan konsentrasi ion dari media perendaman. Penghilangan asam fitat dalam kacang-kacangan dikaitkan dengan hidrolisis asam fitat (fitase) enzimatis diikuti oleh difusi. Aktivitas fitase terdeteksi pada kacang-kacangan (Vadivel & Biesalski, 2012). Tujuan dari proses fermentasi adalah untuk memecah senyawa yang tidak mudah dicerna menjadi senyawa yang mudah dicerna dengan bantuan mikroorganisme (Ananda et al., 2022).

KARAKTERISTIK TEMPE NON-KEDELAI

Karakteristik fisik tempe non-kedelai terdiri dari aroma, warna, dan tekstur. Karakteristik dari tempe non-kedelai tidak berbeda dengan tempe kedelai. Tekstur tempe dipengaruhi oleh pertumbuhan miselia kapang, kadar air, kadar lemak, dan jenis serta jumlah karbohidrat dalam tempe. Semakin tinggi kandungan air akan melunakkan tekstur tempe (Wikandari et al., 2020). Adanya fermentasi akan memunculkan serat kapas halus pada permukaan kacang. Selain itu, akan timbul aroma khas tempe dengan miselia kapang yang tumbuh menutupi seluruh permukaan kacang sehingga tempe berwarna putih. Miselia putih yang menyelubungi kacang ini akan membuat tekstur tempe menjadi kompak (Patang et al., 2020; Rahayu et al., 2019;

Wardiah et al., 2016; Widaningrum et al., 2015).

Perubahan warna pada fermentasi tempe disebabkan oleh perubahan biokimia yang terjadi selama fermentasi yaitu, meningkatnya jumlah *Rhizopus oligosporus* yang memasuki fase kematian (*death phase*) dan aktivitas mikroorganisme pembusuk, kerusakan oksidatif asam lemak tak jenuh (asam linoleat dan linolenat) yang disebabkan oleh pemecahan lipid, serta adanya keberadaan vitamin B12 yang mengandung kobalt (warna merah) (Rahayu et al., 2019). Menurut Qomariyah & Utomo (2016), semakin lama waktu fermentasi akan menciptakan tekstur yang semakin kompak sehingga tekstur tempe semakin baik. Miselia yang kurang padat dan kompak akan mengakibatkan tempe menjadi mudah hancur jika ditekan atau dipotong. Tempe yang kurang berhasil memiliki tekstur yang tidak padat dan miselia yang tumbuh kurang kompak sehingga jika ditekan tempe akan hancur karena jaringan miselia tidak terikat dengan kuat (Wardiah et al., 2016).

Pertumbuhan jamur pada media kacang koro benguk cukup lambat dibandingkan kedelai. Setelah 24 jam inkubasi, mulai muncul miselia yang tampak seperti serat kapas halus pada beberapa permukaan kacang koro benguk. Fermentasi selama 48 jam menghasilkan cita rasa tempe yang khas dengan miselia jamur tumbuh dan menutupi seluruh permukaan kacang sehingga menghasilkan tempe berwarna putih dengan tekstur yang padat/kompak. Pertumbuhan miselia jamur ini berhubungan dengan jumlah aktivitas protease dari kapang *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* yang tumbuh pada kacang (Rahayu et al., 2019). Asam amino yang merupakan hasil perombakan senyawa kompleks protein menjadi senyawa-senyawa lebih sederhana penting dalam fermentasi tempe. Asam amino juga merupakan salah satu faktor utama penentu kualitas tempe sebagai sumber protein nabati

yang memiliki nilai cerna tinggi karena lebih mudah untuk diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh secara langsung (Qomariyah & Utomo, 2016).

Tempe kacang koro pedang memiliki struktur yang kompak. Pembentukan struktur terbentuk setelah fermentasi selama 24 jam dengan tekstur yang keras dan permukaan yang halus/lembut. Lamanya fermentasi akan membuat tekstur tempe kacang koro pedang menjadi lebih lunak yang berkebalikan dengan tempe kacang kedelai yang semakin keras apabila proses fermentasi lebih lama (Widaningrum et al., 2015). Tempe lamtoro menghasilkan warna kuning kecoklatan setelah fermentasi dan tekstur yang semakin solid. Semakin lama fermentasi, warna kuning pada tempe lamtoro menjadi kuning kecoklatan dan tekstur dari tempe akan semakin solid. Semakin singkat lama waktu fermentasi, rasa dan aroma tempe lamtoro lebih disukai karena semakin lama waktu fermentasi akan menimbulkan rasa dan aroma masam pada tempe lamtoro (Qomariyah & Utomo, 2016).

Tempe kacang tunggak memiliki tekstur yang kompak dan padat. Miselia akan meningkatkan kerapatan tempe sehingga membentuk suatu tekstur yang kompak dan mengurangi rongga udara di dalamnya sehingga tidak mudah hancur dan memisah saat ditekan. Aroma tempe kacang tunggak yaitu, khas tempe segar dan tidak menyengat. Aroma tersebut berasal dari aroma miselia bercampur dengan aroma gurih dari asam amino bebas dan aroma yang ditimbulkan karena penguraian lemak. Aroma khas tempe ditentukan oleh pertumbuhan kapang dan pemecahan komponen-komponen dalam kacang tunggak menjadi senyawa sederhana yang bersifat volatil seperti amonia, aldehyd, dan keton. Rasa tempe diperoleh dari hasil proses fermentasi karbohidrat, protein, dan lemak dalam bahan yang digunakan oleh

jamur sehingga menghasilkan rasa yang khas (Wardiah et al., 2016).

Karakteristik kimia tempe non-kedelai berubah selama proses pembuatan tempe. Perubahan yang terjadi yaitu adanya peningkatan kadar air dan penurunan kadar protein serta karbohidrat dapat dilihat pada Tabel 7. Penurunan karbohidrat pada tempe karena karbohidrat yang telah banyak dimanfaatkan oleh jamur sebagai nutrisi selama proses fermentasi berlangsung. Peningkatan kadar air dikarenakan selama fermentasi terjadi proses metabolisme dan perombakan senyawa makromolekul menjadi senyawa yang lebih sederhana. Peningkatan kadar air ini dipengaruhi oleh waktu fermentasi. Semakin meningkatnya waktu fermentasi maka kadar air akan meningkat pula. Saat pembuatan tempe, kacang mengalami hidrasi terutama pada saat proses perendaman dan perebusan sehingga berat kacang meningkat karena air akan berdifusi ke dalam dinding sel kacang (Qomariyah & Utomo, 2016).

Penurunan kandungan protein dari kacang menjadi tempe disebabkan oleh enzim protease dihasilkan selama fermentasi tempe sehingga adanya degradasi protein pada kacang. Enzim protease sebagai enzim pemecah senyawa kompleks dihasilkan oleh *Rhizopus oligosporus*. Aktivitas protease dari setiap kacang non-kedelai berbeda dikarenakan kekerasan dari setiap kacang yang berbeda. Hidrolisis protein oleh protease akan menghasilkan protein dengan berat molekul pendek dan peptida (Rahayu et al., 2019). Adanya perombakan senyawa protein kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti asam amino merupakan salah satu faktor utama penentu kualitas tempe sebagai sumber protein nabati yang memiliki nilai cerna tinggi. Nilai cerna tinggi tempe dikarenakan protein yang lebih mudah diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh secara langsung (Qomariyah & Utomo, 2016).

Tabel 7. Klasifikasi kadar protein, karbohidrat, dan air pada kacang

Jenis Kacang	Kadar pada Kacang (%)			Referensi
	Protein*	Karbohidrat	Air	
Kacang keelai	53,85-72,41	N/A	N/A	Kuzniar et al., 2016 Radiarti & Sumarto, 2016 Rahmawati et al., 2021 Wikandari et al., 2020 Radiati & Sumarto, 2016 Rahwamati et al., 2021 Wikandari et al., 2020 Rahayu et al., 2019 Susanti et al., 2014 Wikandari et al., 2020 Arise et al., 2022 Diniyah et al., 2014 Ningrum et al., 2019 Rahmawati et al., 2021 Widaningrum et al., 2015 Ananda et al., 2022 Lathifah & Hermawati, 2019 Nursiwi et al., 2021 Qomariyah & Utomo, 2016 Rachma et al., 2022 Sayudi et al., 2015 Kusnandar et al., 2020 Radiati & Sumarto, 2016 Rahmawati et al., 2021 Wikandari et al., 2020 Abebe & Alemayehu, 2022 Rahmawati et al., 2021
	54,08	32	N/A	
	57,46	30,16	8,54	
	51,86	29,82	10,88	
Kacang hijau	28,53	62,90	N/A	
	31,33	62,62	9,05	
	18,74	69,82	11,60	
Kacang koro benguk	36,52	52,23	15,30	
	33,69	55,70	12,90	
	30,23	48,05	10,81	
	35,74	55,59	N/A	
Kacang koro pedang	27,71	N/A	N/A	
	31,58-47,06	43-60	N/A	
	38,12	49,48	18,17	
	34,58	49,48	18,17	
	32,45	N/A	N/A	
Kacang lamtoro	N/A	N/A	N/A	
	36,02	N/A	N/A	
	26,36	N/A	N/A	
	31,82	47,62	8,69	
	N/A	32,50	10,20	
Kacang merah	29,37	57,70	N/A	
	30,04	59,50	N/A	
Kacang tunggak	29,08	61,29	11,75	
	32,19	57,85	12,62	
	34,17	N/A	N/A	
	31,32	59,64	11,05	
	28,21	53,00	N/A	

Jenis Kacang	Kadar pada Kacang (%)			Referensi
	Protein*	Karbohidrat	Air	
	24,61	71,47	11,50	Wardiah et al., 2016 Wikandari et al., 2020

Tabel 8. Klasifikasi kadar protein, karbohidrat, dan air pada tempe non-kedelai

Jenis Kacang	Kadar pada Tempe (%)			Referensi
	Protein*	Karbohidrat	Air	
Kacang kedelai	N/A	N/A	N/A	Kuzniar et al., 2016
	N/A	N/A	59,11	Radiati & Sumarto, 2016
	21,85	49,38	65,65	Rahmawati et al., 2021
	N/A	N/A	61,79	Wikandari et al., 2020
Kacang hijau	N/A	N/A	56,19	Radiati & Sumarto, 2016
	17,59	20,27	64,32	Rahwamati et al., 2021
	N/A	23,25	70,60	Wikandari et al., 2020
Kacang koro benguk	N/A	N/A	N/A	Rahayu et al., 2019
	14,29	22,60	60,20	Susanti et al., 2014
	N/A	N/A	60,62	Wikandari et al., 2020
Kacang koro pedang	N/A	N/A	N/A	Arise et al., 2022
	24,67	20,16	65,08	Diniyah et al., 2014
	28,29	22,83	67,02	Ningrum et al., 2019
	28,29	22,83	67,02	Rahmawati et al., 2021
Kacang lamtoro	28,29	22,83	67,02	Widaningrum et al., 2015
	N/A	N/A	N/A	Ananda et al., 2022
	22,65	N/A	N/A	Lathifah & Hermawati, 2019
	N/A	N/A	N/A	Nursiwi et al., 2021
Kacang merah	25,52	14,51	67,85	Qomariyah & Utomo, 2016
	N/A	N/A	N/A	Rachma et al., 2022
	22,65	16,83	62,11	Sayudi et al., 2015
	N/A	N/A	N/A	Kusnandar et al., 2020
	N/A	N/A	61,79	Radiati & Sumarto, 2016
Kacang tunggak	23,75	34,19	41,71	Rahmawati et al., 2021
	29,21	30,64	62,48	Wikandari et al., 2020
	N/A	N/A	N/A	Abebe & Alemayehu, 2022
	19,10	18,97	63,47	Rahmawati et al., 2021
	N/A	N/A	N/A	Wardiah et al., 2016

Jenis Kacang	Kadar pada Tempe (%)			Referensi
	Protein*	Karbohidrat	Air	
	20,36	21,39	68,36	Wikandari et al., 2020

Keterangan: * = %db (dry basis); N/A = not available

KESIMPULAN

Tempe non-kedelai yang terbuat dari kacang hijau, kacang koro benguk, kacang koro pedang, kacang lamtoro, kacang merah, dan kacang tunggak dapat menjadi alternatif pengganti tempe kedelai dengan karakteristik tempe yang berbeda. Perbedaan hasil tempe tersebut dikarenakan adanya perbedaan pada sifat setiap kacang dari segi ukuran dan kekerasan, kandungan nutrisi dan antinutrisi, perbedaan metode pembuatan serta lama waktu perendaman, perebusan, dan fermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abebe, B. K., & Alemayehu, M. T. (2022). A review of the nutritional use of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) for human and animal diets. *Journal of Agriculture and Food Research*, 10(100383), 1-14.
- Ananda, P. D., S., Safrida, K., Khairal, H., — Hasanuddin, & D. M., Asiah. (2022). Effect of Feeding Fermented *Leucaena leucocephala* Seed Meal on Growth and Protein Content of *Osphronemus gouramy* Juvenile. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 11(3), 289-297.
- Andriati, N., Anggrahini, S., Setyaningsih, W., Sofiana, I., Pusparasi, D. A., & Mossberg, F. (2018). Physicochemical characterization of jack bean (*Canavalia ensiformis*) tempeh. *Food Research*, 2(5), 481-485.
- Arise, A. K., Malomo, S. A., Cynthia, C. I., Aliyu, N. A., & Arise, R. O. (2022). Influence of processing methods on the antinutrients, morphology and *in-vitro* protein digestibility of jack bean. *Food Chemistry Advances*, 1(100078), 1-7.
- Aryanta, I. W. R. (2020). Manfaat Tempe untuk Kesehatan. *E-Jurnal Widya Kesehatan*, 2(1), 44-50.
- Astawan, M., Mardhiyyah, Y. S., & Wijaya, C. H. (2018). Potential of Bioactive Components in Tempe for the Treatment of Obesity. *Jurnal Gizi Pangan*, 13(2), 79-86.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Konsumsi Tahu dan Tempe per Kapita di Indonesia Naik Pada 2021. <https://www.bps.go.id/>. Tanggal akses 10 September 2022.

- Baysah, N. S., Olympio, N. S., & Asibuo, J. Y. (2018). Influence of seed size on the germination of four cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp) varieties. *ISABB Journal of Food and Agricultural Sciences*, 8(4), 25–29.
- Bianchi, M. C., Vilela, N. J. D., Carvalho, E. R., Pires, R. M. de O., Dos Santos, H. O., & Bruzi, A. T. (2022). Soybean seed size: how does it affect crop development and physiological seed quality? *Journal of Seed Science*, 44, 1–10.
- Chalid, S. Y., Muawanah, A., Nurbayti, S., & Utami, W. M. (2020). Characteristics and Antioxidant Activity of Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Tempeh as Functional Food. *Science and Mathematics International Journal*.
- Chutrtong, J. (2013). Acceptance of Consumer on Various Tempeh and Protein Content Comparison. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 7(7), 473-476.
- Degefa, I. (2016). General Characteristics and Genetic Improvement Status of Mung Bean (*Vigna radiata* L.) in Ethiopia. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 5(2), 232-237.
- Diniyah, N., Windrati, W. S., Maryanto, Purnomo, B. H., & Wardani, W. (2014). Characterization of Jack Bean (*Canavalia Ensiformis*) Tempeh Made from Under Different Persentation of Mold and Type of Packaging. *Journal of Agro-based Industry*, 31(1), 1-10.
- Duniaji, A. S., Wisaniyasa, W., Puspawati, N. N., & Indri H, dan N. M. (2019). Isolation and Identification of *Rhizopus oligosporus* Local Isolate Derived from Several Inoculum Sources. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(09), 1085–1098.
- Eze, P. C., Eze, C. N., & Agu, R. S. (2017). Determination of physicomechanical properties of velvet bean (*Mucuna pruriens*) from South Eastern Nigeria. *Nigerian Journal of Technology*, 36(2), 628.
- Hernandez-Santos, B., Quijano-Jeronimo, O., & Rodriguez-Miranda, J. (2022). Physical, chemical, tecno-functional, and thermal properties of *Leucaena leucocephala* seed. *Food Science and Technology*, 42, 1–9.
- Hou, D., Yousaf, L., Xue, Y., Hu, J., Wu, J., Hu, X., Feng, N., & Shen, Q. (2019). Mung Bean (*Vigna radiata* L.): Bioactive Polyphenols, Polysaccharides, Peptides, and Health Benefits. *Nutrients*, 11(1238), 1-28.
- Indayanti, E., Maryanto, S., & Purbowati. (2021). Effect of Fermentation on Nutrition Content (Protein, Fat, Carbohydrate and Fiber) in Processed Red Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *JGK*, 13(1), 104-110.
- Ishartani, D., Sistiani, D., Sari, A. M., Nursiwi, A., & Zaman, M. Z. (2021). Changes to the chemical and microbiological characteristics of *Leucaena leucocephala* seeds during tempeh fermentation in Pacitan, East Java. *Food Research*, 5(2), 78-83.
- Izuchukwu, A., & Folarin, A. (2013). Physical Properties of African Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and Their Processing Impact. *Food Biology*, 2(2), 18–23.
- Kavitha.Singh.G., Myrene.R.D'souza, & Yogitha.R. (2015). Nutrient Content and In vivo Reduction of Anti-nutrients of Mung Bean (*Vigna radiate* L.) under Various Processing Methods. *Journal of Chemica,Biological and Physical Sciences*, 5(2), 1627–1638.
- Kementerian Pertanian. (2021). Produksi Kedelai Diproyeksi Turun Hingga 2024. <https://www.pertanian.go.id/>. Tanggal akses 10 September 2022.
- Kusnandar, F., Karisma, V. W., Firlieyanti, A. S., & Purnomo, E. H. (2020). Changes of Chemical Composition of Red Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Tempe during Processing. *Jurnal Teknologi Pangan*, 14(1), 108-123.
- Kustyawati, M. E., Subeki, Murhadi, Rizal, S., & Astuti, P. (2020). Vitamin B12 production in soybean fermentation for tempeh. *AIMS Agriculture and Food*, 5(2), 262–271.
- Kuzniar, P., Szounar-Krok, E., Findura, P., Buczek, J., & Bobrecka-Jamro, D. (2016). Physical and chemical properties of soybean seeds determine their susceptibility to mechanical damage. *Zemdirbyste-Agriculture*, 103(2), 183-192.
- Lampariello, K. R., Cortelazzo, A., Guerranti, R., Sticozzi, C., & Valacchi, G. (2012). The Magic Velvet Bean of *Mucuna pruriens*. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 2(4), 331-339.
- Lathifah, Q. A., & Hermawati, A. H. (2019). The Quantitative Test of Protein Levels in Soybean and Lamtoro Tempeh. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, 2(1), 116-119.
- Maharani, P., Santoso, U., Rachma, Y. A., Fitriani, A., & Supriyadi, S. (2022). Effect of Conventional Processing on Nutritional and Anti Nutritional Content of Petai (*Parkia*

- speciosa* Hassk.) Seed. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 23(2), 151-164.
- Muthmainna, Sabang, S. M., & Supriadi. (2016). Germination Characteristics of Lamtoro [*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit] Seeds and Changes in Nutritional Value of Sprouts in Scarification Treatment. *Jurnal Akademika Kim.*, 5(1), 50-54.
- Naik, G. M., Abhirami, P., & Venkatachalapathy, N. (2020). *Mung Bean*. Springer.
- Nasution, F. M., Hasanah, Y., & Mariati. (2020). Production Response of Mung Bean (*Vigna radiata* L.) on the Application of Phosphorus Fertilizer and Oil Palm Bunch Ash. *Indonesian Journal of Agricultural Research*, 3(1), 48-55.
- Ningrum, A., Anggrahini, S., & Setyanings, W. (2019). Valorization of Jack Bean as Raw Material for Indonesian Traditional Food Tempeh and Its Functional Properties. *Journal of Applied Sciences*, 19(2), 56–61.
- Nurdini, A. L., Nuraida, L., Suwanto, A., & Suliantari. (2015). Microbial growth dynamics during tempe fermentation in two different home industries. *International Food Research Journal*, 22(4), 1668–1674.
- Nurholipah, N., & Ayun, Q. (2021). Isolation and Identification of *Rhizopus oligosporus* and *Rhizopus oryzae* in Tempeh from Bekasi. *Jurnal Teknologi Pangan*, 15(1), 98-104.
- Nursiwi, A., Ishartani, D., Sari, A. M., & Nisyah, K. (2019). Study on *Leucaena leucocephala* seed during fermentation : sensory characteristic and changes on anti nutritional compounds and mimosine level. *ISFA*, 102, 1-7.
- Nursiwi, A., Ishartani, D., Sari, A. M., & Istiqomah, N. A. (2021). Physical Characteristics, Sensory Evaluation, and Amino Acid Content of Powdered Over Fermented Mlanding Tempeh. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 32(1), 190–196.
- Oriola, K. O., Hussein, J. B., Oke, M. O., & Ajetunmobi, A. (2021). Description and evaluation of physical and moisture-dependent thermal properties of jack bean seeds (*Canavalia ensiformis*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(2), 2021–2023.
- Patang, Syam, H., & Idris, A. P. S. (2020). Study of the Possibility of Utilized Cowpea (*Vigna unguiculata*) on Tempe Making Process. *The International Journal of Science & Technoledge*, 8(5), 33-37.
- Paul, D., Chakrabarty, S. K., Dikshit, H. K., & Singh, Y. (2018). Variation for hardseededness and related seed physical parameters in mung bean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 78(3), 333–341.
- Qisthi, L. M., & Auliana, R. (2018). Pengembangan Produk *Rolled Cake* Rendang dengan Substitusi Kacang Merah. *Pendidikan Teknik Boga Busana FT UNY*, 13(1), 1-4.
- Qomariyah, N., & Utomo, D. (2016). Influence of Seed Addition Gung Leucaena (*Leucaena leucocephala*) at Tempe Fermentation Process. *Jurnal Teknologi Pangan*, 7(1), 46-56.
- Rachma, Y. A., Indrati, R., & Supriyadi. (2022). Germination Characteristics of Lamtoro [*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit] Seeds and Changes in Nutritional Value of Sprouts in Scarification Treatment. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 7(1), 11-19.
- Radiati, A., & Sumarto. (2016). Analysis of Physical Properties, Organoleptic Properties, and Nutritional Values of Tempeh From Non-Soybean Legumes. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(1), 16-22.
- Rahayu, N. A., Cahyanto, M. N., & Indrati, R. (2019). The Pattern of Changes in Protein of Velvet Bean (*Mucuna pruriens*) during Tempe Fermentation using *Raprima* Inoculum. *Agritech*, 39(2), 128-135.
- Rahmawati, D., Gunawan-Puteri, M. D. P. T., & Santosa, E. (2021). Non-Soy Legumes as Alternative Raw Ingredient for Tempe Production in Indonesia with Additional Health Benefits: a Review. *Journal of Functional Food and Nutraceutical*, 3(1), 23–38.
- Romulo, A., & Surya, R. (2021). Tempe: A traditional fermented food of Indonesia and its health benefits. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 26(June).
- Sari, A. M., Artini, D. A., Ishartani, D., Nursiwi, A., & Zaman, M. Z. (2021). The changes in the chemical and microbiological characteristics of lamtoro (*Leucaena leucocephala*) tempe from Pacitan with usar inoculum during continued fermentation. *Food Research*, 5(2), 45–50.
- Susanti, I., Siregar, N. C., & Hasanah, F. (2014). The Potential of Velvet Beans (*Mucuna pruriens* L.) as A Source of Protein in Food Products. *Journal Widvariset*, 17(3), 391–398.
- Tambunan, S. Br., Afkar, & Sebayang, N. S. (2019). Growth and Yields Response of Some Varieties of Soybean (*Glycine Max* (L) *Merill*) on Ultisol Soil. *Indonesian*

Journal of Agricultural Research, 2(3), 196-204.

- Vadivel, V., & Biesalski, H. K. (2012). Bioactive Compounds in Velvet Bean Seeds: Effect of Certain Indigenous Processing Methods. *International Journal of Food Properties*, 15, 1069-1085.
- Wardiah, Samingan, & Putri, A. (2016). Characterize the Quality of Color, Aroma, Texture and Taste of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Tempeh Fermented by Different Types of Yeast. *Jurnal Agroindustri*, 6(1), 34-41.
- Widaningrum, Sukasih, E., & Purwani, E. Y. (2015). Introductory Study on Processing of Fermented Jack Bean (*Canavalia ensiformis*). *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 12(3), 129-136.
- Wikandari, R., Utami, T. A. N., Hasniah, N., & . S. (2020). Chemical, Nutritional, Physical and Sensory Characterization of Tempe Made from Various Underutilized Ldeegumes. *Pakistan Journal of Nutrition*, 19(4), 179-190.
- Yudiono, K. (2020). Peningkatan Daya Saing Kedelai Lokal terhadap Kedelai Impor sebagai Bahan Baku Tempe Melalui Pemetaan Fisiko-Kimia. *Agrointek*, 14(1), 57-66.