



Characterization of soy tofu substituted with palm kernel meal (*Elaeis guineensis jacq*)

Karakterisasi Tahu Kedelai Tersubstitusi Bungkil Inti Sawit (*Elaeis guineensis jacq*)

Mohammad Lutfi^{1*}, Fadlia Azzahra¹, Felix Kristianto Pomuruh¹, Gemaliany Pilo Manggau¹, Syamsuddin¹, Aini Auliana Amar¹, Hizra Nur Rahmadina²,

¹Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia.

²Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia.

*Corresponding author: pilupul8@gmail.com

Article info	Abstract
<p>Keywords: Organoleptic, palm kernel meal, proximate, soybean, tofu</p>	<p>Tofu is a common food made from soybeans. However, because soybeans have limitations in terms of availability, other alternative ingredients such as palm kernel meal (BIS) are needed. The purpose of this study was to determine the best concentration of palm kernel meal added to tofu making so as to reduce dependence on the use of soybeans. The study was designed using a completely randomized design with 1 factorial, namely the concentration of BIS and soybeans. The concentration variations used were: A1 (control, 100% soybean), A2 (25% BIS: 75% soybean), A3 (50% BIS: 50% soybean), and A4 (75% BIS: 25% soybean). The parameters tested were BIS crude fiber, proximate analysis and tofu organoleptic. The results showed that BIS after fermentation experienced a decrease in crude fiber from 27.25 to 18.37%. Based on the proximate analysis, the variation of 75% BIS: 25% soybean is the best concentration with the highest protein content of 45.14%. Likewise, the moisture, ash, fat and carbohydrate content obtained were 79.05; 1.00; 6.20; and 0.96%. The organoleptic showed the level of panelists' liking for color, aroma, texture and taste with the value of panelists' liking level respectively 3.11; 4.09; 3.6 and 3.96 which indicates that this product can be accepted by the community.</p>
<p>Kata kunci: Bungkil inti sawit, kedelai, organoleptik, proksimat, tahu</p>	<p>Abstrak</p> <p>Tahu merupakan makanan umum yang dibuat dari kedelai. Namun karena kedelai memiliki keterbatasan dalam hal ketersediaan maka dibutuhkan bahan alternatif lainnya seperti bungkil inti sawit (BIS). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi terbaik bungkil inti sawit yang ditambahkan pada pembuatan tahu sehingga dapat mengurangi ketergantungan penggunaan kedelai. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu konsentrasi campuran BIS dan kedelai. Variasi yang digunakan yaitu: A1 (kontrol, kedelai 100%), A2 (BIS 25% : kedelai 75%), A3 (BIS 50% : kedelai 50%), dan A4 (BIS 75%: kedelai 25%). Proses pembuatan tahu dilakukan dengan cara mencampurkan filtrat kedelai dan BIS tefermentasi kemudian ditambahkan asam cuka agar terbentuk gumpalan kemudian dilakukan pencetakan. Parameter yang diuji adalah serat kasar BIS, analisis proksimat dan organoleptik tahu. Hasil penelitian menunjukkan BIS sesudah fermentasi mengalami penurunan serat kasar dari 27,25 menjadi 18,37%. Berdasarkan analisis proksimatnya, variasi BIS 75% : kedelai 25% merupakan konsentrasi terbaik dengan kadar protein tertinggi yaitu 45,14%. Begitu juga dengan kadar air, abu, lemak dan karbohidrat yang diperoleh adalah 79,05; 1,00; 6,20; dan 0,96%. Organoleptiknya menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna, aroma, tekstur dan rasa dengan nilai tingkat kesukaan panelis berturut-turut 3,11; 4,09; 3,6 dan 3,96 yang menandakan bahwa produk ini dapat diterima oleh masyarakat.</p>

PENDAHULUAN

Tahu merupakan makanan umum yang sering dikonsumsi sehari-hari oleh masyarakat. Tahu dihasilkan dari kedelai melalui proses ekstraksi protein dan penggumpalan menggunakan koagulan khusus (Mushollaeni et al., 2022). Berdasarkan Statistik Konsumsi Pangan 2023, konsumsi tahunan tahu pada 2022 mencapai 2,707 kg dan pada 2023 naik sebesar 2,38% menjadi 2,771 kg (Jenderal-Kementerian Pertanian 2023). Berdasarkan data dari Kementerian Pertanian, pada periode 2018-2022 rasio ketergantungan impor terhadap kedelai berkisar antara 92,11% hingga 97,70% yang menunjukkan hampir 90% kedelai di Indonesia merupakan hasil impor. Ketergantungan ini dikarenakan Indonesia masih belum mampu memproduksi kedelai lokal untuk memenuhi kebutuhan nasional. Pada tahun 2021 produksi kedelai Indonesia mengalami penurunan menjadi 212.86 ton yang sebelumnya 2020 mencapai 290.780 ton. Sedangkan tingkat konsumsi langsung kedelai 2021 menunjukkan angka fantastis mencapai 13.000 ton serta kebutuhan industri mencapai 2.800.000 ton (Jenderal-Kementerian Pertanian 2023).

Kondisi ini diperparah dengan rencana Argentina sebagai satu dari lima negara pengekspor kedelai terbesar di dunia yang menghentikan sementara izin ekspor kedelai akibat ekstrem. Berdasarkan data Badan Pangan Nasional, harga kedelai pada 2023 mencapai Rp 13.320 per kg yang membuat setidaknya ada 15.000 perajin tempe dan tahu melaporkan kebangkrutannya (Santika, 2023). Oleh karena itu, dibutuhkan solusi pengembangan tahu dengan menggunakan bahan lokal nonkedelai yang dapat menggantikan kedelai sehingga dapat mengurangi

ketergantungan penggunaannya. Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan berbagai jenis kacang-kacangan sebagai bahan substitusi kedelai dalam pembuatan tahu, seperti Mushollaeni et al. (2022) yang membuat tahu dengan substitusi kacang tunggak dan Priherista et al. (2018) yang mensubstitusikannya dengan kacang merah. Namun, hingga saat ini belum ada pemanfaatan Bungkil Inti Sawit (BIS) (*Elaeis guineensis Jacq*) sebagai bahan baku pembuatan tahu. Padahal, BIS memiliki kandungan protein yang cukup tinggi dan ketersediannya melimpah.

BIS merupakan salah satu produk samping dari industri pengolahan kelapa sawit. BIS memiliki proporsi 45% dari total inti sawit, sehingga produksi BIS pada tahun 2020 mencapai 4,42 juta ton (Perkebunan Indonesia 2018). BIS memiliki kandungan protein kasar 14-17%, lemak 9,1-10,15%, serat kasar 12,18%, kaya akan mineral fosfor (P), zinc (Zn) dan mangan (Mn) (Kuswanto et al., 2023). Selama ini, penggunaan BIS hanya untuk pakan ternak seperti yang ditunjukkan Pratama et al. (2023) yang membuat pakan untuk ikan kelabau dari BIS, dan Winardi & Prasetyo (2024) yang membuat pakan berbasis BIS untuk komoditas ayam buras. Namun, penelitian yang dilakukan Bisinotto et al. (2023) menunjukkan bahwa BIS mengandung protein dan senyawa fenolik yang setelah dicerna akan menunjukkan aktivitas antioksidan dan probiotik. Hal ini menunjukkan BIS memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku pangan manusia. Salah satu kekurangan yang dimiliki BIS adalah rendahnya tingkat kecernaanannya sehingga diperlukan suatu upaya untuk mengatasi hal tersebut. Salah satu metode adalah dengan proses fermentasi. Hal tersebut telah dilakukan

Hanifah et al. (2022), Palupi & Rahmatika (2022), Prasetyo & Sinaga (2020) dan Rulianah et al. (2020) yang menunjukkan fermentasi dapat menaikkan tingkat kecernaan BIS. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk memanfaatkan BIS sebagai bahan substitusi kedelai dalam pembuatan tahu dan menentukan variasi konsentrasi terbaik sehingga dapat menjadi sumber pangan alternatif dan mengurangi ketergantungan penggunaan kedelai.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) 1 faktorial yaitu konsentrasi campuran BIS dan kedelai. Terdapat 4 tingkat perlakuan yaitu (A1) kedelai 100% (kontrol), (A2) BIS 25% : kedelai 75%, (A3) BIS 50% : kedelai 50%, (A4) BIS 75% : kedelai 25%. Dilakukan pengujian protein untuk menentukan tahu terbaik yang memiliki kadar protein tertinggi. Tahu terbaik dan kontrol dianalisis lebih lanjut berupa analisis serat kasar, proksimat (air, abu, lemak, karbohidrat) dan organoleptik.

Analisis Data

Analisis statistik *Mann Whitney U Test* dengan Software SPSS versi 22 digunakan pada pengujian organoleptik tahu perlakuan dengan dua kali pengulangan meliputi atribut warna, aroma, tekstur dan rasa.

Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah oven (Memmert), neraca analitik (Kern), desikator (Duran), tanur (Muffle), rotary evaporator (Yamato), seperangkat alat soxhlet dan ceratakan tahu (Custom).

Bahan

Bahan yang digunakan adalah Bahan yang digunakan adalah Bungkil Inti Sawit (BIS) yang diperoleh dari PT. Pasangkayu,

Kedelai yang diperoleh dari pasar Inpres Manonda, ragi tape (*Saccharomyces cerevisiae*), N-heksana (Merck, 95%), asam sulfat 1,25% (Merck), natrium hidroksida 3,25% (Merck), asam cuka (Merck, 99%), dan kertas saring whatman 41 (E Healthcare Life Sciences).

Preparasi BIS

Metode fermentasi mengikuti Putra et al. (2020) yang telah dimodifikasi. BIS yang sudah diperoleh diayak untuk memisahkan kotoran kemudian dikukus untuk menghilangkan mikroorganisme pengganggu. BIS difermentasi menggunakan 1,5 g ragi tape dalam 100 g BIS dengan penambahan air 1:2 dengan tujuan menurunkan serat kasar selama 24 jam dalam bejana tertutup.

Analisis Serat Kasar BIS

Analisis serat kasar pada BIS dilakukan sebelum dan sesudah fermentasi untuk mengetahui perubahan kandungan serat akibat perlakuan menggunakan metode SNI- 01-2891-1992.

Preparasi kedelai dan Pembuatan

TABIS (Tahu Bungkil Inti Sawit)

Preparasi dan pembuatan TABIS mengikuti prosedur Rokhayati (2011) yang sudah dimodifikasi. Ditimbang kedelai dan BIS hasil fermentasi sesuai variasi yang ditentukan. Kedelai direndam selama 7-8 jam agar kulit ari kacang kedelai mudah terlepas. Diblender dengan perbandingan air 1 : 7. Kedelai yang telah hancur dimasak selama 15-30 menit, disaring dan diperoleh filtrat kedelai. Kemudian, BIS yang telah difermentasi dimasak selama 15-30 menit dengan perbandingan air yang sama dengan preparasi kedelai, kemudian disaring dan diambil filtratnya. Filtrat BIS dan filtrat kedelai dicampur kemudian dimasak selama 5-10 menit dengan penambahan asam cuka 5 mL kemudian dicetak menggunakan cetakan tahu.

Analisis Proksimat

Analisis yang dilakukan adalah uji kadar protein tepung tahu menggunakan metode Kjeldahl (AOAC, 2005), uji kadar air dan kadar abu tahu mengikuti metode AOAC (2005), kadar lemak tahu mengikuti perlakuan Ariani et al. (2024) dan kadar karbohidrat tahu menggunakan metode *Luff Schoorl* mengikuti pengujian Ningrum et al. (2024).

Uji Organoleptik

Tahu yang dihasilkan dari bungkil inti sawit yang di substitusi dengan kedelai dipotong kotak dadu dengan ukuran $\pm 3\text{-}4$ cm. Disajikan dengan cara di goreng tanpa penambahan bumbu lainnya. Skala pengujian mulai dari tidak suka, netral, agak suka, suka, sangat suka, amat sangat suka dengan panelis berjumlah 100 Mahasiswa/i Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako yang terdiri dari 36 laki-laki dan 64 perempuan. Parameter pengujian yaitu warna, aroma, tekstur, rasa dan hasil yang terdiri dari 2 kali pengulangan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis statistik *Mann Whitney U Test* dengan Software SPSS versi 22 (Nisrina & Aprialdi, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Serat Kasar BIS

Hasil analisis kadar serat kasar menunjukkan terdapat perbedaan pada BIS sebelum dan sesudah fermentasi. Kadar serat sebelum fermentasi adalah 27,45% dan setelah fermentasi mengalami penurunan menjadi 18,38%. Penurunan ini menunjukkan adanya pengaruh nyata dari proses fermentasi terhadap kandungan serat kasar pada BIS.

Penurunan kadar serat kasar disebabkan oleh aktivitas enzimatik mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*

dalam fermentasi yang mampu menghasilkan enzim-enzim seperti selulase dan hemiselulase yang memecah dinding sel tanaman seperti ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa yang mengakibatkan degradasi komponen sehingga menurunkan kadar serat kasar (Klau et al., 2020).

Hasil ini sejalan dengan penelitian Mairizal (2018) yang melakukan fermentasi menggunakan *Bacillus cereus* V9 selama 4 hari dimana menunjukkan penurunan serat kasar dari 11,28 menjadi 6,95%. Selain itu, Sinurat et al. (2015) juga melakukan hal serupa dengan menggunakan *Aspergillus niger* dan terjadi penurunan serat kasar dari 16,20 menjadi 12,90%. Penelitian Pasaribu (2018) juga mendukung ini, dengan membuktikan bahwa dengan menggunakan fermentasi dapat menurunkan serat kasar pada BIS sekitar 12-38%.

Tabel 1. Kadar serat kasar BIS sebelum dan sesudah fermentasi

BIS	Serat kasar (%)
Sebelum fermentasi	27,45
Sesudah fermentasi	18,375

Kadar Protein

Kadar protein tepung tahu A4 (BIS 75% dan kedelai 25%) menunjukkan kadar protein tertinggi mencapai 45,14% dibandingkan perlakuan yang lain termasuk A1 (Kedelai 100%). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi BIS dalam perlakuan, maka kadar protein juga ikut meningkat.

Peningkatan kadar protein disebabkan oleh tingginya kandungan protein dalam BIS. BIS memiliki kandungan protein 14,19-21,66%, lemak 9,5-10,5% dan serat kasar 12-63% sehingga berpotensi sebagai sumber nutrisi dalam pengembangan produk pangan (Ketaren & Ulfah, 2024). Selain itu, BIS telah

mengalami proses fermentasi yang berkontribusi pada peningkatan kadar protein. Amsikan et al. (2022) menyatakan bahwa fermentasi menggunakan khamir dapat menyebabkan perombakan senyawa kompleks menjadi sederhana dan meningkatkan kandungan protein akibat mikroba yang mati. Hal ini dibuktikan dengan penelitian Putra et al. (2020) yang melakukan fermentasi tepung BIS menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dan diperoleh tingkat kecernaan protein hingga 74,27%.

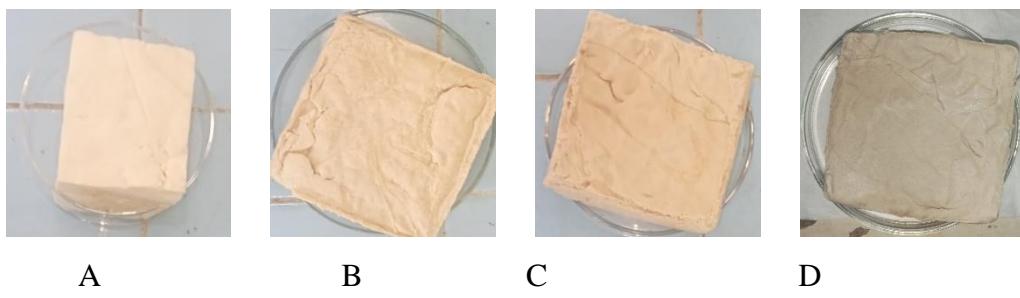
Penelitian ini juga sejalan dengan hasil Khanifah (2018) yang menyatakan bahwa kadar protein tempe meningkat seiring dengan penambahan ekstrak nanas. Dengan demikian, semakin tinggi penambahan bahan dengan kandungan

protein tinggi seperti BIS dalam produk tahu, maka kadar protein yang dihasilkan juga semakin meningkat. Berdasarkan Syarat mutu tahu SNI 01-3142-1998 hasil yang diperoleh tepung tahu A4 dan A1 (kontrol) telah sesuai yaitu minimal 3,5%. Hal ini mengindikasikan bahwa dengan penambahan BIS dapat meningkatkan kualitas nutrisi produk seperti protein.

Tabel 2. Kadar protein tepung tahu

Parameter	Kadar (%)			
	A1	A2	A3	A4
Kadar Protein	28,19	43,29	42,29	45,14

Keterangan: Perlakuan dilakukan dengan 3 kali pengulangan.



Gambar 1. Produk Tahu Bungkil Inti Sawit (TABIS)

Keterangan: Variasi A= A1 (BIS 0% : Kedelai 100%) menggunakan 100 g kedelai, B= A2 (BIS 25% : Kedelai 75%) menggunakan BIS 25 g dan 75 g kedelai, C= A3 (BIS 50% : Kedelai 50%) menggunakan BIS 50 g dan kedelai 50 g, D= A4 (BIS 75% : Kedelai 25%) menggunakan BIS 75 g dan kedelai 25 g.

Kadar Air

Hasil pengujian kadar air menunjukkan bahwa tahu A1 memiliki kadar air tertinggi mencapai 87,03%, sedangkan A4 hanya 79,05%. Hal ini menandakan bahwa penambahan BIS dapat menyebabkan penurunan kadar air pada produk tahu.

Penurunan ini terjadi akibat karakteristik BIS yang memiliki kandungan serat kasar tinggi serta komponen non protein lainnya sehingga kurang mampu

mengikat air. Hal ini didukung penelitian Yulifianti et al. (2012) bahwa penambahan bahan berserat seperti ampas kelapa dapat meningkatkan kandungan serat kasar yang mengakibatkan tekstur tahu menjadi padat dan kadar air menurun.

Hasil ini sesuai penelitian Panyoyai et al. (2021) yang melaporkan bahwa tahu dengan substitusi tepung buncis mengalami penurunan kadar air dari 12,91 menjadi 69,65%. Ibrahim et al. (2022) juga

mendapatkan hasil yang serupa dalam penelitiannya mengenai pembuatan tahu dengan substitusi biji kenaf. Semakin tinggi rasio kedelai yang digunakan maka kadar air akan meningkat begitu pula sebaliknya. Hasil yang diperoleh juga sesuai dengan SNI 01-3142-1998 syarat mutu tahu, dimana semua kadar arinya berada di bawah 92%.

Kadar Abu

Hasil pengujian menunjukkan kadar abu tahu perlakuan A4 sebesar 1,00%. Sedangkan, pada tahu perlakuan A1 adalah 1,73%. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi kedelai dengan BIS cenderung meningkatkan kadar abu tahu.

Peningkatan ini disebabkan oleh tingginya kandungan mineral yang terdapat pada BIS. Menurut Tsaniyah & Hermawan (2015), BIS memiliki kandungan inerale dan asam amino esensial yang lebih tinggi dibandingkan bahan lain seperti jagung, sehingga ketika digunakan dalam formulasi produk pangan, dapat meningkatkan nilai abu sebagai indikator kandungan mineral.

Hasil ini sesuai dengan penelitian Ezeama & Dobson (2019) yang menunjukkan bahwa tahu yang menggunakan garam epsom memiliki kadar abu tertinggi dibandingkan dengan tahu yang menggunakan jeruk nipis dan asam jawa. Garam epsom mengandung magnesium bukan hanya membantu dalam proses penggumpalan protein melainkan menambah kandungan mineral tahu sehingga kadar abu akan meningkat. Namun demikian, kadar abu yang diperoleh pada tahu A4 masih berada dalam batas yang diperbolehkan sesuai SNI, yaitu maksimum 1,00%, sehingga tidak menurunkan kualitas produk secara standar. Jika dibandingkan dengan tahu A1, kenaikan kadar abu dapat menjadi nilai tambah karena menunjukkan adanya peningkatan kandungan nutrisi, terutama mineral, akibat penambahan BIS.

Kadar Lemak

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tahu A4 memiliki kadar lemak tertinggi, yaitu 6,20%, dibandingkan dengan tahu A1 yang memiliki kadar lemak lebih rendah. Peningkatan kadar lemak pada tahu A4 ini disebabkan oleh penambahan BIS, yang dikenal memiliki kandungan lemak yang cukup tinggi. Penambahan BIS dalam formulasi tahu berpengaruh langsung terhadap kandungan lemak produk, mengingat BIS merupakan hasil samping produksi minyak sawit yang memiliki kadar lemak sekitar 10,15% (Kuswanto et al., 2023). Oleh karena itu, semakin banyak BIS yang digunakan, semakin tinggi kadar lemak yang terkandung dalam tahu.

Hal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan Mushollaeni et al. (2022) yang membuat tahu dengan substitusi kacang tunggak dan diperoleh kadar lemak lebih rendah dari pada tahu biasa. Hal ini disebabkan karena kacang tunggak memang memiliki kadar lemak lebih rendah dari bahan pangan lain termasuk BIS. Suatu produk akan memiliki kadar lemak rendah jika menggunakan bahan awal yang memiliki kadar lemak rendah dan begitupula sebaliknya (Lestari et al., 2019). Selain itu, peningkatan kadar lemak pada tahu A4 juga dapat memberikan pengaruh terhadap tekstur dan rasa produk. Lemak berfungsi sebagai agen pembentuk tekstur yang lebih halus dan kenyal pada produk seperti tahu. Namun, meskipun kadar lemak pada tahu A4 lebih tinggi, kadar lemak tersebut masih berada dalam batas yang diterima oleh standar mutu tahu SNI 01-3142-1998.

Kadar Karbohidrat

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tahu A4 memiliki kadar karbohidrat tertinggi, yaitu 0,96%, dibandingkan dengan tahu lainnya. Meskipun demikian, kadar karbohidrat pada tahu relatif lebih rendah

dibandingkan dengan kadar proksimat lainnya, seperti protein, lemak, dan serat kasar.

Kadar karbohidrat yang rendah ini dapat dijelaskan karena tahu pada umumnya memang memiliki kandungan karbohidrat yang lebih rendah jika dibandingkan dengan sumber karbohidrat lain seperti tepung terigu, yang memiliki kadar karbohidrat jauh lebih tinggi (Triwulandari et al., 2017). Penurunan kadar karbohidrat dalam tahu juga dipengaruhi oleh proses pembuatan tahu yang menggunakan bahan utama kedelai, yang meskipun mengandung karbohidrat, namun kadar karbohidratnya relatif rendah dibandingkan dengan bahan-bahan lain yang kaya akan pati atau gula.

Karbohidrat yang terkandung dalam tahu sebagian besar terdiri dari karbohidrat kompleks yang berasal dari kedelai dan

bahan lainnya. Meskipun kontribusinya terhadap kandungan karbohidrat produk lebih rendah, karbohidrat dalam tahu memiliki fungsi penting sebagai sumber energi yang mudah diserap oleh tubuh. Dalam hal ini, kadar karbohidrat pada tahu A4 yang mencapai 0,96% masih tergolong wajar mengingat karakteristik bahan baku yang digunakan. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Kole et al., (2020) yang menyebutkan bahwa karbohidrat memiliki fungsi utama sebagai sumber energi, namun kadar karbohidrat pada tahu lebih rendah dibandingkan dengan bahan makanan lain yang lebih kaya akan pati, seperti tepung terigu. Perbedaan ini menunjukkan bahwa meskipun tahu merupakan sumber energi, kontribusi karbohidratnya tidak sebesar sumber karbohidrat lainnya.

Tabel 3. Hasil analisis proksimat tahu A1 dan A4

Parameter	Kadar (%)		SNI 3142:2018, SNI 01-3142-1998
	A1	A4	
Kadar air	87,03	79,05	Maks 92%
Kadar abu	0,50	1,00	Maks 1%
Kadar lemak	1,40	6,20	Min 0,5%
Kadar karbohidrat	0,80	0,96	-

Tabel 4. Hasil penilaian rata-rata tingkat kesukaan panelis terhadap indikator tahu A4

Keterangan	Rata-rata	Jumlah panelis tidak suka
Warna	3,11	9
Aroma	4,09	2,5
Tekstur	3,6	3
Rasa	3,96	4

Keterangan: Tidak suka: 1, Netral: 2, agak suka: 3, suka: 4, sangat suka: 5, amat sangat suka:6

Tabel 5. Hasil Uji Mann Whitney Organoleptik

<i>Mann Whitney Test – Warna</i>		<i>Mann Whitney Test – Tekstur</i>	
<i>Mann-Whitney U</i>	4964.000	<i>Mann-Whitney U</i>	4788.000
<i>Wilcoxon W</i>	10014.000	<i>Wilcoxon W</i>	9838.000
<i>Z</i>	-.091	<i>Z</i>	-.535
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	.928	<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	.592

<i>Mann Whitney Test – Aroma</i>		<i>Mann Whitney Test – Rasa</i>	
<i>Mann-Whitney U</i>	4850.500	<i>Mann-Whitney U</i>	4951.500
<i>Wilcoxon W</i>	9900.500	<i>Wilcoxon W</i>	10001.500
<i>Z</i>	-.377	<i>Z</i>	-.122
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	.706	<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	.903

Organoleptik

Tahu A4 menunjukkan rata-rata skor kesukaan sebesar 3,11 terhadap parameter warna. Warna tahu A4 cenderung lebih gelap (kecoklatan) dibandingkan tahu konvensional. Warna ini diduga berasal dari karakteristik warna alami bungkil inti sawit (BIS) yang berwarna coklat tua. Menurut (Khalisa et al., 2021) warna merupakan atribut visual pertama yang dapat memengaruhi persepsi awal konsumen terhadap mutu dan daya tarik suatu produk. Perubahan warna pada produk tahu akibat substitusi bahan perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi preferensi konsumen, meskipun tidak secara signifikan menurunkan nilai kesukaan.

Tekstur tahu A4 memperoleh rata-rata nilai kesukaan sebesar 4,09. Tekstur yang dihasilkan cenderung lebih padat dan sedikit lebih keras dibandingkan tahu berbahan baku kedelai murni. Kepadatan ini berkaitan dengan kandungan serat kasar yang tinggi dalam BIS, yang mampu membentuk

matriks protein yang lebih kompak dan menurunkan kapasitas ikat air, sebagaimana ditunjukkan oleh kadar air yang lebih rendah pada sampel A4. Menurut Arziyah et al. (2022) tekstur yang terlalu keras dapat mengurangi tingkat kesukaan, namun tekstur padat yang masih dalam batas kesukaan panelis justru dapat meningkatkan persepsi mutu produk.

Rasa tahu A4 mendapat skor rata-rata sebesar 3,96, menunjukkan bahwa produk masih berada dalam kategori disukai oleh panelis. Adanya sedikit perbedaan rasa dibandingkan tahu konvensional kemungkinan disebabkan oleh karakteristik khas dari BIS yang merupakan hasil samping pengolahan minyak sawit. Meskipun demikian, rasa tahu A4 masih diterima dengan baik oleh panelis. Arziyah et al. (2022) menyatakan bahwa rasa merupakan faktor utama dalam penentuan daya terima suatu produk pangan, karena berkaitan langsung dengan pengalaman konsumsi.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi 75% BIS : 25% kedelai (variasi A4) memberikan pengaruh signifikan terhadap sifat proksimat tahu, khususnya kadar protein yang mencapai 45,14%, tertinggi dibandingkan variasi lainnya. Selain itu, kadar air, abu, lemak, dan karbohidrat pada tahu A4 masing-masing sebesar 79,05%, 1,00%, 6,20%, dan 0,96%. Fermentasi BIS menyebabkan penurunan kadar serat kasar dari 27,45% menjadi 18,38%, yang turut berkontribusi dalam pembentukan tekstur tahu yang lebih padat. Evaluasi organoleptik menunjukkan bahwa tahu A4 memiliki tingkat penerimaan yang baik oleh panelis dengan skor rata-rata berturut-turut untuk warna, aroma, tekstur, dan rasa adalah 3,11; 4,00; 3,68; dan 3,96. Analisis statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan (asymp. sig. > 0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan BIS tidak menurunkan mutu sensori tahu secara signifikan. Dengan demikian, substitusi kedelai dengan BIS pada proporsi 75:25 dapat dijadikan formulasi alternatif dalam pembuatan tahu tinggi protein yang tetap diterima secara sensori, serta berpotensi memanfaatkan limbah agroindustri menjadi produk pangan fungsional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) yang telah membiayai sehingga penelitian ini bisa terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

Amsikan, S., Maranatha, G., & Nenobais, M. (2022). Pengaruh lama fermentasi tepung kulit pisang menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap konsentrasi VFA, N-NH₃, dan pH in

- vitro. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 4(4), 2499–2503. <https://doi.org/10.57089/jplk.v4i4.1008>
- Ariani, F., Rohani, S., Sukanty, N. M. W., Yunita, L., Solehah, N. Z., & Nursofia, B. I. (2024). penentuan kadar lemak pada tepung terigu dan tepung maizena menggunakan metode soxhlet. *Ganec Swara*, 18(1), 172–176. <https://doi.org/10.35327/gara.v18i1.747>
- Arziyah, D., Yusmita, L., & Ariyetti, A. (2019). analisis mutu tahu dari beberapa produsen tahu di Kota Padang. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 23(2), 143–148. <https://doi.org/10.25077/jtpa.23.2.143-148.2019>
- Arziyah, D., Yusmita, L., & Wijayanti, R. (2022). Analisis mutu organoleptik sirup kayu manis dengan modifikasi perbandingan konsentrasi gula aren dan gula pasir. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmiah Eksakta*, 1(2), 105–109.
- Badan Standardisasi Nasional. (1998). *Syarat mutu tahu SNI 01-3142-1998*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2018). *Syarat mutu tahu SNI 3142:2018*. Badan Standardisasi Nasional.
- Bisinotto, L. M., Lima, D. C., da Silva, A. V. C., Canedo, T. K., Assis, L. M. B., dos Santos, T. M., Viana, L. P., & Coimbra, J. S. R. (2023). Sunflower and palm kernel meal present bioaccessible compounds after digestion with antioxidant activity. *Foods*, 12(17), 3283. <https://doi.org/10.3390/foods12173283>
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2018). *Statistik perkebunan indonesia 2018-2020*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Ezeama, C. F., & Dobson, G. N. (2019). Effect of coagulants on the physicochemical properties of fresh tofu. *African Journal of Food Science*,

- 13(12), 287–296.
<https://doi.org/10.5897/AJFS2019.1826>
- Hanifah, A. N., Ikrawan, Y., & Cahyadi, W. (2022). Pengaruh lama fermentasi dan konsentrasi jamur *Rhizopus oligosporus* terhadap karakteristik tempe biji sorgum (*Sorghum Bicolor (L.) Moench*) [Universitas Pasundan]. <http://repository.unpas.ac.id/61061/>
- Ibrahim, S. A. G., Wan Ibadullah, W. Z., Saari, N., & Karim, R. (2022). Quality improvement of kenaf-based tofu: effects of kenaf seed substitution and coagulant types and concentrations on the physicochemical quality, texture profile, and microstructure of the tofu. *International Journal of Food Science and Technology*, 57(7), 4096–4106. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15725>
- Ketaren, R. D. F., & Ulfah, M. (2024). Pemanfaatan limbah ampas tahu, bungkil inti sawit, dan dedak padi untuk pembuatan pakan ayam. *Agroforetech*, 2(1), 413–419.
- Khalisa, K., Lubis, Y. M., & Agustina, R. (2021). Uji organoleptik minuman sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4), 594–601. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i4.18689>
- Khanifah, F. (2018). Analisis kadar protein total pada tempe fermentasi dengan penambahan ekstrak nanas (*Ananas comosus L. Merr.*). *Jurnal Nutrisia*, 20(1), 34–37. <https://doi.org/10.29238/jnutri.v20i1.13>
- Klau, R., Enawati, L. S., & Amalo, D. (2020). Efek substitusi jagung giling dengan tepung tongkol jagung hasil fermentasi khamir *Saccharomyces cerevisiae* dalam pakan konsentrat terhadap kandungan protein kasar, serat kasar, dan lemak. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 2(1), 708–716.
- Kole, H., Tuapattinaya, P. M. J., & Watuguly, T. (2020). Analisis kadar karbohidrat dan lemak pada tempe berbahan dasar biji lamun (*Enhalus acoroides*). *Biopendix: Jurnal Biologi, Pendidikan Terapan*, 6(2), 91–96. <https://doi.org/10.30598/biopendixvol6issue2page91-96>
- Kuswanto, A., Raguati, R., Elymaizar, Z., & Sulaksana, I. (2023). Penggantian rumput gajah dengan pelepas sawit yang disuplementasi probiotik dalam pakan terhadap produksi susu kambing peranakan etawa. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 25(2), 100–106. <https://doi.org/10.22437/jiiip.v25i2.19080>
- Lestari, P. A., Yusasrini, N. A., & Wiadnyani, A. A. I. S. (2019). Pengaruh perbandingan terigu dan tepung kacang tunggak terhadap karakteristik crackers. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 8(4), 457–464. <https://doi.org/10.24843/itepa.2019.v08.i04.p12>
- Mairizal, M. (2018). *Potensi bakteri asal saluran pencernaan sebagai agensi probiotik dan enzim mannanase untuk menghidrolisis BIS dan aplikasi dalam ransum broiler*. Universitas Andalas.
- Mushollaeni, W., Tantalu, L., & Malo, M. (2022). Komposisi gizi tahu kombinasi dari kacang tunggak dan kedelai yang dibuat dengan bahan pengumpal asam cuka dan biang tahu. *Teknologi Pangan: Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 13(1), 29–37. <https://doi.org/10.35891/tp.v13i1.2742>
- Ningrum, A. S., Angraini, Z. N., Rahmawati, D., & Masruhim, M. A. (2024). Analisis perbedaan kadar karbohidrat nasi menggunakan metode Luff Schoorl. *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, 7(2), 96–100. <https://doi.org/10.31602/dl.v7i2.14448>
- Nisrina, B. F., & Aprialdi, M. A. (2023). Pengaruh jenis pengeringan terhadap uji organoleptik penyedap rasa alami berbahan keong sawah. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 5(1), 16–20.

- <https://doi.org/10.30997/jiph.v5i1.999>
7
- Palupi, E., & Rahmatika, M. (2022). Peningkatan nilai gizi pada susu tempe kedelai hitam (*Glycine soja* Sieb). *Jurnal Ilmu Gizi Dietetik*, 1(1), 42–49. <https://doi.org/10.25182/jigd.2022.1.1.42-49>
- Panyoyai, N., Silsin, M., Khongdan, J., & Paramita, V. D. (2021). Effect of partial replacement of soybean with chickpea to the nutritional and textural properties of tofu. *Indonesian Food Science and Technology Journal*, 4(2), 27–31. <https://doi.org/10.22437/ifstj.v4i2.11269>
- Pasaribu, T. (2018). Upaya meningkatkan kualitas bungkil inti sawit melalui teknologi fermentasi dan penambahan enzim untuk unggas. *Wartazoa*, 28(3), 119–128.
- Pertanian, P. D. dan S. I. (2023). *Statistik konsumsi pangan 2023*. Center for Agricultural Data and Information System, Secretariat General - Ministry of Agriculture.
- Prasetyo, H. A., & Sinaga, R. E. (2020). Karakteristik roti dari tepung terigu dan tepung komposit dari tepung terigu dengan tepung fermentasi umbi jalar oranye. *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*, 1(1), 649–654.
- Pratama, J., Maruf, M., Kusdianto, H., Susanto, A., & Sukarti, K. (2023). Respons pertumbuhan ikan kelabau (*Osteochilus melanopleurus*) yang diberi pakan menggunakan bungkil inti sawit dengan kadar yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Sungai Dan Danau*, 8(2), 135–141. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v8i2.173>
- Priherlista, R., Kartikawati, D., & Ilminingtyas, D. (2018). Pengaruh rasio substitusi kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dan jenis bahan penggumpal terhadap sifat fisik, kimia, dan organoleptik tahu press. *Serat Acitya*, 6(2), 60.
- Putra, A. N., Hidayat, S. F., Syamsunarno, M. B., Mustahal, M., Hermawan, D., & Herjayanto, M. (2020). Evaluation of fermented palm kernel meal by *Saccharomyces cerevisiae* in tilapia fed. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 10(1), 20–29. <https://doi.org/10.33512/JPK.V10I1.8978>
- Rulianah, S., Sindhuwati, C., Ayu, D., & Sa'diyah, K. (2020). Pengurangan kadar lignin pada fermentasi limbah kayu mahoni menggunakan *Phanerochaete chrysosporium*. *Jurnal Teknik Kimia Lingkungan*, 4(1), 81–89.
- Santika, E. F. (2023). *Harga kedelai internasional naik 3 bulan beruntun hingga November 2023*. Databoks. <https://databoks.katadata.co.id/agroindustri/statistik/f871891c3f64409/harga-kedelai-internasional-naik-3-bulan-beruntun-hingga-november-2023>
- Sinurat, A. P., Purwadaria, T., & Pasaribu, T. (2015). Peningkatan nilai gizi bungkil inti sawit dengan pengurangan cangkang dan penambahan enzim. *Jurnal Ilmu Ternak Dan Veteriner*, 18(1), 34–41.
- Triwulandari, D., Mustofa, A., & Karyantina, M. (2017). Karakteristik fisikokimia dan uji organoleptik cookies kulit buah naga (*Hylocereus undatus*) dengan substitusi tepung ampas tahu. *Jurnal Ilmiah Teknologi Industri Pangan Unisri*, 2(1). <https://doi.org/10.33061/jitipari.v2i1.1537>
- Tsaniyah, L., & Hermawan, H. (2015). Pengendalian proses produksi bahan pakan bungkil sawit dalam perspektif keamanan pangan. *Jurnal Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 7(2), 268871.
- Winardi, R. R., & Prasetyo, H. A. (2024). Fermentasi pakan berbasis bungkil inti sawit (BIS) terhadap mutu dan kenaikan bobot ayam buras. *Best Journal: Biology Education, Sains and Technology*, 7(1), 702–708.
- Winiastri, D. (2021). Formulasi snack bar

- tepung sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) dan labu kuning (*Cucurbita moschata*) ditinjau dari uji organoleptik dan uji aktivitas antioksidan. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(2), 751–764.
<https://doi.org/10.47492/jip.v2i2.1257>
- Yulifianti, R., Rahayu, E. S., & Utami, T. (2012). Pengaruh penambahan ampas kelapa pada pembuatan tahu terhadap mutu fisik dan organoleptik. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 23(2), 105–112