

Pengembangan Brownies Tinggi Serat dan Protein melalui Substitusi Tepung Tempe Koro Benguk (*Mucuna pruriens*)

*Development of High-Fiber and High-Protein Brownies Using Velvet Bean Tempeh Flour (*Mucuna pruriens*)*

Arum Tejowati¹, Ekawati Purwijantiningsih², Franciscus Sinung Pranata², Rafaella Chandraseta Megananda^{2*}

¹Program Studi Biologi, Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Indonesia

²Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Indonesia

*E-mail Korespondensi: rafaella.megananda@uajy.ac.id

ABSTRAK

Ketergantungan terhadap tepung terigu impor terus meningkat seiring tingginya konsumsi produk berbasis terigu. Selain itu, konsumsi tepung terigu berlebihan dapat meningkatkan risiko masalah kesehatan sehingga diperlukan bahan pangan alternatif yang lebih bernilai gizi. Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik fisik, kimia, mikrobiologis dan organoleptik brownies panggang dengan substitusi tepung tempe koro benguk, serta menentukan konsentrasi substitusi yang paling tepat. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga tingkat substitusi tepung tempe koro benguk dan tepung terigu (20:80, 40:60, 60:40) dan satu perlakuan sebagai kontrol hanya menggunakan tepung terigu. Analisis meliputi kadar proksimat, serat pangan, tekstur, daya kembang, angka lempeng total, angka kapang-khamir, dan uji organoleptik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi tepung tempe koro benguk meningkatkan kadar protein dan serat total serta menghasilkan brownies yang memenuhi persyaratan mikrobiologi. Formulasi terbaik diperoleh pada substitusi 40:60 tepung tempe koro benguk.

Kata kunci:

Brownies panggang, protein, serat pangan, tepung tempe koro benguk.

ABSTRACT

*Dependence on imported wheat flour continues to increase due to the high consumption of wheat-based products. In addition, excessive wheat flour consumption may increase the risk of health problems, highlighting the need for alternative ingredients with higher nutritional value. This study aimed to determine the physical, chemical, microbiological, and sensory characteristics of baked brownies with tempeh velvet bean (*Mucuna pruriens*) flour substitution and determine the optimal substitution concentration. The study employed a completely randomized design with three levels of substitution of mung bean tempeh flour for wheat flour, namely 20:80, 40:60, and 60:40, along with a control treatment consisting solely of wheat flour. Analyses included proximate composition, dietary fiber, texture, expansion volume, total plate count, yeast and mold count, and sensory evaluation. The results showed that tempeh velvet bean flour substitution increased protein and total dietary fiber contents while producing brownies that met microbiological standards. The best formulation was obtained at a 40:60 substitution ratio.*

ARTICLE INFO

Article History:

Submitted/Received 17 Jun 2026

First Revised 9 Aug 2026

Accepted 27 Aug 2026

First Available online 1 Sep 2026

Publication Date 1 Sep 2026

Keyword:

Baked brownies, dietary fiber, protein, tempeh velvet bean flour

1. PENDAHULUAN

Brownies menjadi salah satu jenis makanan yang digemari oleh masyarakat karena memiliki rasa yang nikmat dan proses pembuatannya mudah. Brownies dapat diproduksi dengan dua cara yang berbeda yaitu proses pemanggangan dan pengukusan. Brownies yang dipanggang memiliki tekstur lebih kering dibandingkan dengan brownies yang dikukus. Selama ini, brownies dibuat dengan bahan baku utama tepung terigu, tanpa ada proses fermentasi. Semakin tinggi permintaan jumlah brownies di masyarakat akan menyebabkan terjadi peningkatan permintaan biji gandum. Penelitian yang dilakukan oleh (Rizqi & Darsono, 2024) menunjukkan bahwa sejak tahun 2021 hingga tahun 2030 tren impor gandum diproyeksikan meningkat 638% setiap tahunnya akibat permintaan Masyarakat yang didukung dengan adanya keragaman jenis pangan olahan gandum. Hal ini terbukti berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) menyatakan bahwa pada tahun 2024 impor biji gandum mengalami peningkatan menjadi 11,71 juta ton dibandingkan tahun sebelumnya (Raharja et al., 2026).

Ditinjau dari aspek Kesehatan, konsumsi gandum berlebih dapat menyebabkan terjadinya *celiac disease*, peningkatan resistensi insulin dan memicu terjadinya obesitas (Caeiro et al., 2022; Dong et al., 2025; Sakr et al., 2023). Hal ini terjadi karena kandungan serat dan protein yang ada di dalam gandum jumlahnya sangat sedikit. Tubuh akan dipaksa melakukan proses metabolisme karbohidrat sehingga memicu terjadinya *glucose spiking* yang dapat menyebabkan terjadinya obesitas (Kerimi et al., 2019; Ogiso et al., 2022).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan melakukan metode substitusi tepung terigu dengan tepung jenis lain yang memiliki kandungan serat dan protein. Saat ini mulai dikembangkan tepung yang berasal dari kacang-kacangan sebagai bahan substitusi untuk meningkatkan kandungan gizi pada produk. Salah satu jenis kacang yang digunakan adalah kacang koro benguk. Penelitian yang dilakukan oleh Vb Encalada dan Segura Campos, (2021) menunjukkan bahwa kandungan serat pada kacang koro benguk adalah 26%. Hal ini menunjukkan adanya potensi kacang koro benguk untuk dijadikan bahan substitusi tepung terigu. Kacang koro benguk juga memiliki kandungan mineral diantaranya magnesium, kalsium, sodium, fosfor, zinc dan mangan (Pathania et al., 2020).

Namun, diantara kandungan gizi yang tinggi pada kacang koro benguk, terdapat permasalahan adanya senyawa anti gizi, yaitu asam fitat. Asam fitat menyebabkan terjadinya gangguan penyerapan mineral dan protein (Kaspchak et al., 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Rokhmah et al., (2019) menunjukkan bahwa proses fermentasi dapat dilakukan untuk menurunkan kandungan asam fitat pada koro benguk. Oleh karena itu, kacang koro benguk sebelum dijadikan tepung untuk substitusi brownies dilakukan proses pembuatan tempe terlebih dahulu.

Penelitian yang dilakukan oleh Rosfitasari dan Tahir (2024) menunjukkan substitusi tepung kacang hijau dan tepung labu sebanyak 60% dapat digunakan sebagai substitusi tepung terigu. Brownies yang dihasilkan disukai oleh panelis dan memiliki kandungan gizi lebih baik dibandingkan menggunakan 100% tepung terigu. Penelitian yang dilakukan oleh Hariadi et al., (2023) menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang 60% pada brownies memiliki karakteristik kimia yang baik dan disukai oleh panelis. Hal ini menunjukkan bahwa adanya potensi tepung kacang untuk dijadikan sebagai bahan substitusi tepung terigu dalam pembuatan brownies.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk brownies tinggi serat dan protein dengan substitusi tepung tempe koro benguk. Produk brownies hasil formulasi kemudian dilakukan analisis karakteristik kimia, fisik, mikrobiologi dan organoleptik.

Formulasi terbaik didapatkan berdasarkan tingkat kesukaan panelis yang didukung dengan kualitas fisik, kimia dan mikrobiologi.

2. METODOLOGI

2.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam pembuatan brownies antara lain oven, mixer, spatula, baskom dan loyang. Alat yang digunakan untuk pengujian antara lain oven, desikator, waterbath, laminar air flow, vortex, labu kjeldahl, Soxhlet dan timbangan analitik.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan brownies adalah tempe koro benguk, tepung terigu protein sedang, coklat bubuk, coklat batang, vanili, minyak goreng garam, telur dan gula pasir. Bahan yang digunakan untuk pengujian antara lain n-heksana, H₂SO₄, katalisator N, asam borat, HCl, akuades, media PCA, dan media PDA.

2.2 Pembuatan Tepung Tempe Koro Benguk

Tempe koro benguk yang didapatkan dari pasar tradisional dikukus selama 10 menit kemudian dilakukan proses penirisan. Setelah tempe dingin, dilakukan pengecilan ukuran dan proses pemanggangan untuk menghilangkan kadar air pada tempe selama 17 jam dengan suhu 65°C. Tempe kering hasil pemanggangan kemudian diangin-anginkan hingga dingin sebelum dilakukan proses penepungan dengan grinder dan diayak menggunakan ayakan berukuran 60 mesh (Setyani *et al.*, 2017).

2.3 Pembuatan Brownies

Pembuatan brownies dilakukan dengan penimbangan bahan kering sesuai dengan formulasi. Pada bagian terpisah dilakukan pengocokan telur dan gula hingga terbentuk foam stabil dan kaku. Isian brownies menggunakan lelehan coklat batang yang sudah dicampurkan dengan margarin dan minyak goreng. Seluruh bahan yang sudah disiapkan kemudian dilakukan pencampuran hingga homogen menggunakan teknik *folding* agar foam tidak rusak. Adonan yang sudah homogen kemudian dicetak pada loyang dengan ukuran 21 x 9,5 x 5,5 cm dan dilakukan proses pemanggangan selama 30 menit pada suhu 180°C. Adapun formulasi yang digunakan dalam pembuatan brownies disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Brownies

Bahan	Perlakuan			
	0:100 (K)	20:80 (A)	40:60 (B)	60:40 (C)
Tepung terigu (g)	100	80	60	40
Tepung tempe koro benguk (g)	0	20	40	60
Tepung gula (g)	90	90	90	90
Cokelat batang (g)	85	85	85	85
Cokelat bubuk (g)	25	25	25	25
Margarin (g)	60	60	60	60
Minyak goreng (mL)	20	20	20	20
Telur (butir)	1	1	1	1
Garam (sdt)	1/8	1/8	1/8	1/8
Vanili bubuk (sdt)	1/4	1/4	1/4	1/4

2.4 Pengujian Parameter

2.4.1 Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan untuk mengetahui kandungan air bebas pada brownies. Pengujian kadar air dilakukan dengan alat *moisture analyzer*. Sebanyak 1 gram sampel brownies dari masing-masing perlakuan dimasukkan dalam cawan aluminium kemudian alat secara otomatis akan melakukan pengecekan kadar air. Hasil pengujian kadar air ditunjukkan pada layar alat (Normilawati et al., 2019).

2.4.2 Kadar Abu

Pengujian kadar abu dilakukan untuk menggambarakan kandungan mineral yang ada pada brownies. Sebanyak 2 gram sampel dimasukkan ke dalam cawan porselen kemudian dilakukan proses pemanasan dengan tanur pada suhu 550°C selama 5 jam. Cawan kemudian didinginkan di dalam desikator kemudian dilakukan penimbangan (Normilawati et al., 2019). Adapun rumus yang digunakan untuk mengetahui kadar abu pada sampel adalah sebagai berikut.

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{W_2 - W_0}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

W₀: Berat cawan kosong (gram)

W₁: Berat cawan + sampel awal sebelum pengabuan (gram)

W₂: Berat cawan + residu abu setelah pengabuan (gram)

2.4.3 Kadar Protein

Analisis kadar protein dilakukan untuk mengetahui kandungan protein kasar yang ada di dalam sampel brownies. Sebanyak 1 gram sampel dimasukkan dalam labu kjeldahl kemudian ditambahkan 8 gram katalisator N dan 20 ml H₂SO₄ pekat. Proses destruksi dilakukan hingga sampel berubah menjadi bening. Selanjutnya dilakukan proses destilasi menggunakan 60 ml asam borat 4% dan 4 tetes indikator MRBCG. Sampel yang didapatkan dari hasil destilasi kemudian dilakukan proses titrasi dengan HCl 0,1N hingga didapatkan larutan berwarna ungu muda (Normilawati et al., 2019). Adapun rumus yang digunakan dalam perhitungan kadar protein adalah sebagai berikut.

$$\%N = \frac{(V \text{ sampel} - V \text{ blanko}) \times N \text{ titran} \times Ar \text{ Nitrogen}}{\text{Bobot sampel (mg)}} \times 100\%$$

2.4.4 Kadar Lemak

Analisis kadar lemak dilakukan untuk mengetahui kandungan lemak pada sampel brownies. Sebanyak 2 gram sampel dimasukkan dalam selongsong kertas saring dan ditutup dengan kapas bebas lemak. Sampel yang akan dianalisis kemudian dimasukkan pada labu dan ditambahkan larutan n-heksan hingga seluruh sampel terendam, Proses ekstraksi dilakukan selama 5 jam hingga terjadi perubahan warna pada n-heksan. Sampel hasil ekstraksi kemudian dikeringkan pada oven selama 1 jam kemudian dilakukan penimbangan (Ghaffar et al., 2026). Adapun rumus yang digunakan untuk perhitungan kadar lemak adalah sebagai berikut.

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{W_2 - W_1}{S} \times 100\%$$

Keterangan:

W_2 : Bobot labu lemak + lemak (setelah ekstraksi dan pengeringan; gram)

W_1 : Bobot labu lemak kosong (gram)

S: Berat sampel awal (gram)

2.4.5 Kadar Karbohidrat

Analisis kadar karbohidrat dilakukan dengan metode *by difference* dengan cara mengurangkan seluruh hasil analisis protein, lemak, kadar air dan kadar abu (Ghaffari *et al.*, 2017). Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\% \text{ Karbohidrat} = 100\% - (\text{Kadar protein} + \text{kadar lemak} + \text{kadar air} + \text{kadar abu})$$

2.4.6 Kadar Serat Tak Larut

Sebanyak 1 gram sampel bebas lemak ditambahkan 100 mL H_2SO_4 1,25%, dipanaskan hingga mendidih, lalu disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 41 yang telah diketahui beratnya. Residu dicuci dengan 100 mL akuades panas dan 100 mL NaOH 3,25%, kemudian larutan dipanaskan kembali hingga mendidih dan disaring ulang. Residu pada kertas saring dicuci dengan 100 mL akuades panas, dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam, didinginkan dalam desikator selama 10 menit, lalu ditimbang. Pengeringan dan penimbangan diulang hingga berat kertas saring konstan (Zainab & Azizah, 2022). Adapun rumus yang digunakan dalam penghitungan kadar serat tak larut adalah sebagai berikut.

$$\text{Kadar Serat Tak Larut (\%)} = \frac{(W_1 - W_2)}{W} \times 100\%$$

W: Bobot sampel awal (gram)

W_1 : Bobot residu + kertas saring (gram)

W_2 : Bobot kertas saring kosong (gram)

2.4.7 Kadar Serat Terlarut

Hasil penyaringan uji kadar serat tidak larut ditambahkan 200 mL etanol 96%, dipanaskan dalam waterbath pada suhu 60°C selama 1 jam, kemudian diendapkan selama 1 jam. Larutan selanjutnya disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 41 yang telah diketahui beratnya dan dilapisi 0,25 g celite. Residu pada kertas saring dicuci berturut-turut dengan 10 mL etanol 78%, 10 mL etanol 96%, dan 10 mL aseton, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam, didinginkan dalam desikator selama 10 menit, dan ditimbang. Pengeringan serta penimbangan diulang hingga diperoleh berat konstan (Chandra *et al.*, 2021). Adapun rumus yang digunakan dalam penghitungan kadar serat tak larut adalah sebagai berikut.

$$\text{Kadar Serat Tak Larut (\%)} = \frac{(W_1 - W_2) - 0,25}{W} \times 100\%$$

W: Bobot sampel awal (gram)

W_1 : Bobot residu + kertas saring (gram)

W_2 : Bobot kertas saring kosong (gram)

2.4.8 Daya Kembang

Pengujian daya kembang dilakukan dengan mengukur ketinggian brownies sebelum dan sesudah pemanggangan (Zainab & Azizah, 2022). Adapun rumus yang digunakan dalam pengujian daya kembang adalah sebagai berikut.

$$\text{Daya kembang (\%)} = \frac{B - A}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

A: Tinggi adonan sebelum pemanggangan

B: Tinggi adonan setelah pemanggangan

2.4.9 Indeks Kekenyalan dan Kekerasan

Pengujian kekenyalan dan kekerasan dilakukan menggunakan *texture analyzer*. Sample brownies dipotong dengan ukuran seragam 2x2x2 cm kemudian dipasang pada probe untuk dilakukan analisis indeks kekenyalan dan kekerasan. Angka yang tertera pada layer merupakan indeks kekenyalan dan kekerasan brownies.

2.4.10 Angka Lempeng Total (ALT)

Sebanyak 1 gram sampel brownies dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 mL akuades steril dan dihomogenkan untuk memperoleh pengenceran 10^{-1} . Pengenceran bertingkat dilakukan hingga 10^{-5} dengan memindahkan 1 mL sampel ke dalam 9 mL larutan pengencer. Sebanyak 1 mL dari masing-masing pengenceran (10^{-1} – 10^{-5}) dimasukkan ke dalam cawan petri, kemudian ditambahkan medium PCA hangat dan dihomogenkan dengan gerakan membentuk angka 8 sebelum dibiarkan memadat. Cawan petri yang telah memadat dibungkus dengan *plastic wrap* dan diinkubasi secara terbalik pada suhu 37°C selama 24 jam. Jumlah koloni yang dihitung adalah 30–300 koloni per cawan menggunakan rumus yang sesuai (Abna et al., 2021).

2.4.11 Angka Kapang dan Khamir

Sebanyak 1 gram sampel brownies dihomogenkan dalam 9 mL akuades steril untuk memperoleh pengenceran 10^{-1} , kemudian dilakukan pengenceran bertingkat hingga 10^{-3} dengan memindahkan 1 mL sampel ke dalam 9 mL larutan pengencer. Sebanyak 0,1 mL dari masing-masing pengenceran (10^{-1} – 10^{-3}) diinokulasikan pada medium PDA padat yang mengandung kloramfenikol menggunakan metode *spread plate*. Cawan petri kemudian dibungkus dengan *plastic wrap* dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam (BSN, 2015).

2.4.12 Uji Organoleptik

Uji hedonik dilakukan dengan 30 panelis semi terlatih. Panelis diminta untuk mengevaluasi tingkat kesukaan berdasarkan parameter warna, aroma, tekstur, rasa dan tingkat kesukaan. Skala yang digunakan dalam pengujian adalah 1-4 yang menunjukkan 1 sangat tidak suka, 2 tidak suka, 3 agak suka dan 4 sangat suka.

2.5 Analisis Data

Seluruh data parametrik dilakukan analisis statistik dengan One Way Anova untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan. Apabila ditemukan pengaruh perlakuan yang diberikan kemudian dilakukan uji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui adanya perbedaan antar perlakuan. Data non parameterik dianalisis dengan uji

Kruskal Wallis untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan kemudian dilakukan uji lanjut *Mann Whitney* untuk mengetahui adanya perbedaan antar perlakuan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Kimia Tepung Tempe Koro Benguk

Analisis karakteristik kimia tepung tempe koro benguk dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai komponen kimia pada bahan baku sehingga dapat digunakan sebagai dasar interpretasi hasil penelitian. Karakteristik kimia tepung tempe koro benguk dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu dan dibandingkan dengan tepung terigu. Adapun data karakteristik kimia tepung tempe koro benguk disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Kimia Tepung Tempe Koro Benguk

Karakteristik	Hasil	Tepung Tempe Koro Benguk (Fitriyah dkk., 2021)	Tepung Terigu merk Segi Tiga Biru (Prasetyo dan Sinaga, 2020)
Kadar Air (%)	4,82	13,13	3,04
Kadar Abu (%)	1,02	0,87	0,44
Kadar Lemak (%)	6,13	7,80	0,18
Kadar Protein (%)	31,18	29,11	9,46
Kadar Karbohidrat (%)	56,84	62,22	84,32
Kadar Serat Tidak Larut (%)	29,1	4,76	-
Kadar Serat Larut (%)	8,63	-	-

Tepung tempe koro benguk yang dihasilkan memiliki kadar air 4,82%, kadar abu 1,02%, kadar lemak 6,13%, kadar protein 31,18%, kadar karbohidrat 56,84%, kadar serat tidak larut 29,1%, dan kadar serat larut 8,63%. Nilai kadar air tersebut telah memenuhi persyaratan SNI 3751:2018 untuk tepung terigu (<14,5%). Sebaliknya, kadar abu yang diperoleh lebih tinggi dari batas SNI (0,7%), yang dapat berasal dari kandungan mineral bahan baku. Kadar lemak yang lebih rendah dibandingkan Fitriyah *et al.*, (2021) diduga dipengaruhi oleh aktivitas lipolitik kapang selama fermentasi yang menghidrolisis lemak. Sementara itu, kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan penelitian (Fitriyah *et al.*, 2021) menunjukkan bahwa lama fermentasi dan ukuran biji koro benguk berperan dalam meningkatkan protein terlarut serta menurunkan kadar asam fitat. Selain itu, kadar serat tidak larut yang lebih tinggi dibandingkan penelitian (Fitriyah *et al.*, 2021) diduga berkaitan dengan pertumbuhan miselia selama fermentasi, karena dinding sel miselia mengandung selulosa dan kitin yang berkontribusi terhadap peningkatan serat. Adapun kadar serat larut yang diperoleh sebesar 8,63% didukung oleh keberadaan oligosakarida pada koro benguk, terutama rafinosa, stakiosa, dan verbaskosa (Vázquez Encalada & Segura Campos, 2021; Baby *et al.*, 2023).

3.2 Karakteristik Kimia Brownies

Hasil penelitian mengenai karakteristik kimia brownies substitusi tepung tempe koro benguk pada empat variasi konsentrasi substitusi yang berbeda disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Kimia Brownies Substitusi Tepung Tempe Koro Benguk

Parameter	Substitusi Tepung Tempe Koro Benguk (%)			
	0 (K)	20 (A)	40 (B)	60 (C)
Air (%)	10,91 ± 0,50 ^a	11,25 ± 0,19 ^a	10,88 ± 0,54 ^a	10,71 ± 0,34 ^a
Abu (%)	1,72 ± 0,03 ^a	1,67 ± 0,03 ^a	1,70 ± 0,05 ^a	1,88 ± 0,03 ^b
Lemak (%)	23,95 ± 0,40 ^a	27,50 ± 0,35 ^c	27,98 ± 0,77 ^c	25,83 ± 0,78 ^b
Protein (%)	7,85 ± 0,05 ^a	8,56 ± 0,19 ^b	9,93 ± 0,18 ^c	11,00 ± 0,14 ^d
Karbohidrat (%)	55,57 ± 0,85 ^b	51,02 ± 0,68 ^a	49,50 ± 1,23 ^a	50,57 ± 0,89 ^a
Serat Tidak Larut (%)	4,50 ± 1,23 ^a	13,43 ± 1,99 ^b	15,43 ± 2,77 ^b	16,00 ± 2,99 ^b
Serat Larut (%)	6,50 ± 0,95 ^{ab}	6,50 ± 0,92 ^{ab}	6,10 ± 1,25 ^a	8,50 ± 0,95 ^b
Serat Total (%)	11,00 ± 0,40 ^a	19,93 ± 1,89 ^b	21,53 ± 2,78 ^{bc}	24,50 ± 2,17 ^c

Hasil analisis kadar air brownies panggang substitusi tepung tempe koro benguk perlakuan K, A, B, dan C secara berturut-turut adalah 10,91%; 11,25%; 10,88% dan 10,71%. Hasil analisis kadar air brownies panggang substitusi tepung tempe koro benguk perlakuan K, A, B, dan C secara berturut-turut adalah 1,72%; 1,67%; 1,70% dan 1,88%. Hasil analisis kadar lemak brownies panggang substitusi tepung tempe koro benguk perlakuan K, A, B, dan C secara berturut-turut adalah 23,95%; 27,50%; 27,98% dan 25,83%. Hasil analisis kadar lemak brownies panggang substitusi tepung tempe koro benguk perlakuan K, A, B, dan C secara berturut-turut adalah 7,85%; 8,56%; 9,93% dan 11%. Hasil analisis kadar karbohidrat brownies panggang substitusi tepung tempe koro benguk perlakuan K, A, B, dan C secara berturut-turut adalah 55,57%; 51,02%; 49,50% dan 50,57%. Hasil analisis kadar serat tidak larut brownies panggang substitusi tepung tempe koro benguk perlakuan K, A, B, dan C secara berturut-turut adalah 4,50%; 13,43%; 15,43% dan 16%. Hasil analisis kadar serat larut brownies panggang substitusi tepung tempe koro benguk perlakuan K, A, B, dan C secara berturut-turut adalah 6,50%; 6,50%; 6,10% dan 8,50%. Hasil analisis kadar serat total brownies panggang substitusi tepung tempe koro benguk perlakuan K, A, B, dan C secara berturut-turut adalah 11%; 19,93%; 21,53% dan 24,50%. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi tepung tempe koro benguk dapat meningkatkan kandungan gizi brownies. Hal ini terbukti dengan adanya peningkatan kadar protein dan serat pada brownies.

Kadar air dan kadar abu yang diperoleh telah memenuhi syarat mutu roti manis berdasarkan SNI 01-3840-1995, yaitu masing-masing tidak melebihi 40% dan 3,0% (BSN, 1995). Sementara itu, peningkatan kadar abu pada perlakuan C disebabkan karena jumlah substitusi tepung tempe koro benguk lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Kacang koro benguk memiliki kandungan mineral diantaranya adalah magnesium, kalsium, sodium, fosfor, zinc dan mangan (Pathania et al., 2020).

Kadar lemak brownies panggang berkisar antara 23,95–27,98% dan tidak memenuhi syarat mutu kadar lemak roti manis menurut SNI 01-3840-1995 karena melebihi 3,0% (BSN, 1995). Dibandingkan brownies tanpa substitusi, kadar lemak brownies substitusi tepung tempe koro benguk lebih tinggi karena tepung tempe koro benguk mengandung lemak lebih tinggi daripada tepung terigu komersial. Kadar lemak tepung tempe koro benguk pada penelitian ini mencapai 6,13%, sedangkan tepung terigu komersial hanya 1,13% (Fitriyah et al., 2021). Selain itu, kadar protein brownies meningkat seiring bertambahnya konsentrasi tepung tempe koro benguk dan menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan pada tingkat

kepercayaan 95%. Fenomena ini terjadi karena kandungan protein tepung tempe koro benguk lebih tinggi dibandingkan tepung terigu, yaitu 29,11% dan 10,20% (Fitriyah *et al.*, 2021).

Kadar karbohidrat perlakuan K lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan A, B, dan C. Hal ini disebabkan karena komponen gizi makro lain pada perlakuan K lebih rendah sehingga menyebabkan peningkatan kadar karbohidrat. Kadar serat total brownies berkisar antara 11,00–24,50%, yang terdiri atas serat tidak larut 4,50–16,00% dan serat larut 6,10–8,50%. Substitusi tepung tempe koro benguk terbukti meningkatkan kandungan serat total brownies hingga melebihi 6%, sehingga dapat dikategorikan sebagai pangan tinggi serat sesuai ketentuan (BPOM, 2016), yang menyatakan bahwa produk pangan dapat diklaim tinggi serat apabila mengandung minimal 6 g serat per 100 g produk.

3.3 Karakteristik Fisik Brownies

Hasil penelitian mengenai karakteristik fisik brownies substitusi tepung tempe koro benguk pada empat variasi konsentrasi substitusi yang berbeda disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik Fisik Brownies Substitusi Tepung Tempe Koro Benguk

Parameter	Substitusi Tepung Tempe Koro Benguk (%)				Brownies Komersial (Brownies Panggang Amanda)
	0 (K)	20 (A)	40 (B)	60 (C)	
Kekerasan (N)	13,81 ± 0,48 ^a	19,96 ± 2,25 ^b	23,74 ± 0,52 ^c	26,81 ± 3,12 ^c	10,83 ± 0,19 ^a
Indeks Kekenyalan (mm)	0,59 ± 0,00 ^a	0,64 ± 0,02 ^b	0,61 ± 0,01 ^a	0,58 ± 0,01 ^a	0,77 ± 0,01 ^c
Daya Kembang (%)	23,33 ± 4,00 ^a	55,59 ± 2,98 ^b	50,98 ± 13,59 ^l	35,90 ± 4,99 ^a	-

Hasil analisis tekstur brownies panggang substitusi tepung tempe koro benguk menunjukkan nilai kekerasan sebesar 13,81–26,81 N, indeks kekenyalan 0,58–0,64 mm, dan daya kembang 23,33–55,59%. Nilai kekerasan yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan brownies panggang komersial (10,83 N), yang menunjukkan bahwa brownies penelitian memiliki tekstur lebih keras. Peningkatan kekerasan ini diduga disebabkan oleh substitusi tepung tempe koro benguk dalam formulasi brownies, (Setyani *et al.*, 2017) yang menyatakan bahwa produk cake dengan substitusi tepung selain terigu cenderung memiliki tingkat kekerasan lebih tinggi dibandingkan tanpa substitusi.

Selain dipengaruhi oleh substitusi tepung, perbedaan tingkat kekerasan juga dapat dikaitkan dengan komposisi amilosa dan amilopektin bahan baku. Amilosa berperan dalam menghasilkan tekstur yang lebih keras dan meningkatkan daya patah, sedangkan amilopektin berfungsi sebagai perekat pada produk pangan (Soewondo *et al.*, 2023). Sementara itu, indeks kekenyalan brownies penelitian lebih rendah dibandingkan brownies panggang komersial yang memiliki nilai 0,77 mm, menunjukkan bahwa brownies penelitian kurang empuk. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh komposisi bahan, terutama penggunaan telur yang berperan dalam pembentukan busa, pemerangkapan gas karbon dioksida, pembentukan pori, dan peningkatan elastisitas produk (Ding *et al.*, 2022).

Daya kembang brownies panggang substitusi tepung tempe koro benguk berkisar antara 23,33–55,59% dan menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan brownies tanpa substitusi. Pengembangan pada brownies dipengaruhi oleh adanya kandungan protein yang tinggi pada tepung tempe koro benguk. Protein pada tempe kacang koro benguk memiliki kemampuan untuk berikatan dengan gas, air dan matriks pati sehingga dapat menjaga

stabilitas foam yang dapat mendukung adanya pengembangan pada brownies (Djodjio Djouka et al., 2017). Perbedaan hasil tersebut diduga dipengaruhi oleh kemampuan daya buih telur yang digunakan dalam pembuatan brownies. Buih telur berfungsi membentuk dan menstabilkan rongga udara pada adonan sehingga mendukung pengembangan produk selama pemanggangan. Stabilitas buih yang baik akan menghasilkan pengembangan yang lebih maksimal, sedangkan telur yang semakin lama disimpan memiliki stabilitas buih yang lebih rendah akibat melemahnya protein *ovomucin* yang berperan sebagai pengikat air (Ding et al., 2022).

3.4 Karakteristik Mikrobiologi Brownies

Berikut merupakan karakteristik mikrobiologi brownies substitusi tepung tempe koro benguk disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakteristik Mikrobiologi Brownies Substitusi Tepung Tempe Koro Benguk

Substitusi Tepung Tempe Koro Benguk (%)	Angka Lempeng Total (koloni/g)	Angka Kapang dan Khamir (koloni/g)
0 (K)	$1,08 \times 10^2 \pm 79,74^a$	$0,00 \pm 0^a$
20 (A)	$1,2 \times 10^3 \pm 700,00^{bc}$	$0,33 \times 10^1 \pm 5,77^a$
40 (B)	$2,6 \times 10^2 \pm 51,32^{ab}$	$0,33 \times 10^1 \pm 5,77^a$
60 (C)	$1,4 \times 10^3 \pm 721,69^c$	$0,00 \pm 0^a$

Brownies panggang substitusi tepung tempe koro benguk memiliki angka lempeng total pada perlakuan K, A, B, dan C berturut-turut sebesar $1,08 \times 10^2$ koloni/g, $1,2 \times 10^3$ koloni/g, $2,6 \times 10^2$ koloni/g, dan $1,4 \times 10^3$ koloni/g, sedangkan angka kapang dan khamir sebesar 0 koloni/g, $0,33 \times 10^1$ koloni/g, $0,33 \times 10^1$ koloni/g, dan 0 koloni/g. Seluruh hasil tersebut memenuhi persyaratan mutu roti manis berdasarkan SNI 01-3840-1995, yaitu angka lempeng total tidak melebihi 1×10^6 koloni/g dan angka kapang-khamir tidak melebihi 1×10^4 koloni/g (BSN, 1995). Dibandingkan perlakuan kontrol, peningkatan angka lempeng total pada beberapa perlakuan substitusi diduga dipengaruhi oleh tingginya kandungan protein tepung tempe koro benguk yang dapat menjadi sumber nutrisi bagi pertumbuhan mikroorganisme (Fitriyah et al., 2021). Selain itu, gula dalam brownies juga dapat dimanfaatkan bakteri sebagai sumber energi melalui pemanfaatan monosakarida hasil pemecahan gula selama pertumbuhan mikroba (Hosaka et al., 2020). Meskipun demikian, substitusi tepung tempe koro benguk hingga 60% tidak menyebabkan perbedaan nyata pada pertumbuhan kapang dan khamir, meskipun secara teoritis kandungan protein yang lebih tinggi dapat mendukung pertumbuhan bakteri, kapang, dan khamir pada media yang kaya zat gizi (Rokhmah et al., 2019).

3.5 Daya Terima Konsumen

Tabel 6. Daya Terima Konsumen Brownies Substitusi Tepung Tempe Koro Pedang

Substitusi Tepung Tempe Koro Benguk (%)	Parameter				Rata-rata	Ranking
	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa		
0 (K)	3,57	3,43	3,5	3,57	3,52	1
20 (A)	3,53	3,63	3,03	3,47	3,42	3
40 (B)	3,57	3,5	3,4	3,53	3,5	2
60 (C)	3,7	3,47	3,1	3,23	3,38	4

Berdasarkan hasil uji organoleptik, tingkat kesukaan panelis terhadap brownies panggang substitusi tepung tempe koro benguk menunjukkan perbedaan pada setiap parameter yang diamati. Perlakuan C memperoleh nilai kesukaan tertinggi pada parameter warna, perlakuan A pada parameter aroma, dan perlakuan K pada parameter tekstur. Pada parameter rasa, tingkat kesukaan panelis cenderung menurun seiring meningkatnya konsentrasi substitusi tepung tempe koro benguk. Secara keseluruhan, skor rata-rata penerimaan panelis dari tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah perlakuan K, B, A, dan C.

Pada parameter warna, perlakuan C memperoleh tingkat kesukaan tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil ini diduga karena brownies pada perlakuan C memiliki warna paling gelap sehingga lebih menarik bagi panelis. Warna coklat keabuan yang dimiliki tepung tempe koro benguk menghasilkan warna coklat pekat setelah proses pencampuran dan pemanggangan, yang sesuai dengan preferensi panelis terhadap warna brownies. Warna menjadi atribut pertama yang diamati panelis sehingga berperan penting dalam membentuk kesan awal terhadap produk.

Pada parameter aroma, perlakuan A menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Penambahan tepung tempe koro benguk dalam jumlah yang tepat dapat meningkatkan penerimaan aroma, namun peningkatan konsentrasi substitusi menyebabkan aroma khas tempe koro benguk menjadi semakin kuat dan kurang disukai panelis. Aroma khas langu tersebut berasal dari miselium kapang dan kacang yang direbus selama proses pembuatan tempe (Irmay et al., 2018). Oleh karena itu, semakin tinggi konsentrasi tepung tempe koro benguk yang digunakan, tingkat kesukaan panelis terhadap aroma cenderung menurun.

Pada parameter tekstur, perlakuan K memperoleh nilai kesukaan tertinggi. Brownies dengan substitusi tepung tempe koro benguk memiliki tekstur yang lebih mudah hancur dan kurang empuk dibandingkan brownies tanpa substitusi, sehingga tingkat kesukaannya lebih rendah. Pengurangan penggunaan tepung terigu menyebabkan berkurangnya kandungan gluten yang berperan dalam membentuk struktur produk yang mengembang dan empuk (Hanafiah., 2023). Selain itu, panelis juga merasakan sensasi berpasir saat produk ditelan, yang paling nyata pada perlakuan C, sehingga turut memengaruhi penilaian tekstur (Salihat & Putra, 2021).

Pada parameter rasa, tingkat kesukaan panelis menurun seiring meningkatnya konsentrasi substitusi tepung tempe koro benguk. Perlakuan dengan konsentrasi substitusi tertinggi memperoleh tingkat kesukaan terendah karena rasa khas tempe koro benguk yang cenderung lebih pahit dibandingkan tempe kedelai. Semakin tinggi konsentrasi tepung tempe koro benguk yang ditambahkan, semakin kuat rasa pahit yang dirasakan panelis sehingga menurunkan penerimaan terhadap produk. Rasa pahit disebabkan karena adanya kandungan tanin dan senyawa polifenol lainnya pada kacang koro benguk (Pathania et al., 2020). Rasa merupakan faktor utama yang menentukan penerimaan konsumen terhadap produk pangan, atribut ini memberikan kontribusi besar terhadap penilaian organoleptik secara keseluruhan (Salihat & Putra, 2021).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, formulasi terbaik brownies substitusi tepung tempe koro benguk adalah perlakuan B dengan rasio substitusi tepung tempe koro benguk dan tepung terigu 40:60. Semakin tinggi tingkat substitusi tepung tempe kacang koro benguk meningkatkan kadar abu, protein, serat tak larut, serat larut, serat total, dan kekerasan brownies tepung tempe kacang koro benguk. Brownies ini dapat digunakan sebagai alternatif makanan tinggi serat dan protein serta dapat mengurangi jumlah konsumsi tepung terigu.

5. CATATAN PENULIS

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan terkait penerbitan artikel ini. Penulis menegaskan bahwa artikel ini bebas dari plagiarisme.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abna, I. M., Amir, M., Puspitalena, A., & Hurit, H. E. (2021). Pemeriksaan angka lempeng total bakteri pada susu pasteurisasi tanpa merek di Kecamatan Cengkareng kota Jakarta Barat. *Archives Pharmacia*, 3(2), 49-57.
- Badan Standardisasi Nasional. (1995). *SNI 01-3840-1995: Roti manis*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI 2332.7:2015: Cara uji mikrobiologi – Bagian 7: Perhitungan kapang dan khamir pada produk perikanan*.
- Baby, C., Kaur, S., Singh, J., & Prasad, R. (2023). Velvet bean (*Mucuna pruriens*): A sustainable protein source for tomorrow. *Legume Science*, 5(3), e178.
- BPOM. (2016). *Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan*.
- Caeiro, C., Pragosa, C., Cruz, M. C., Pereira, C. D., & Pereira, S. G. (2022). The role of pseudocereals in celiac disease: Reducing nutritional deficiencies to improve well-being and health. *Journal of nutrition and metabolism*, 2022(1), 8502169.
- Chandra, Z. A., Swasti, Y. R., & Pranata, F. S. (2021). Substitusi tepung sukun sebagai sumber serat untuk peningkatan kualitas flacky crackers. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 25(2), 153-161.
- Ding, L., Xia, M., Zeng, Q., Zhao, Q., Cai, Z., & Zhu, Z. (2022). Foaming properties and aggregation mechanism of egg white protein with different physical treatments. *Lwt*, 153, 112505.
- Djouka, P. D., Mbougoung, P. D., & Yanou, N. N. (2017). Effect of *Mucuna* species (*Mucuna pruriens* var. *pruriens*) flour and protein concentrate on quality of beef sausages. *African Journal of Food Science*, 11(7), 246-254.
- Dong, H., Colosimo, A., & Xu, Y. (2025). Postprandial glycaemic response to white and wholemeal bread consumption between normal weight and overweight/obese healthy adults. *MedRxiv*, 2025-01.
- Fitriyah, H., Anwar, F., & Palupi, E. (2021). Morphological characteristics, chemical and amino acids composition of flours from velvet beans tempe (*Mucuna pruriens*), an indigeneous legumes from Yogyakarta. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1869, No. 1, p. 012012). IOP Publishing.
- Ghaffar, M., Nurhamzah, L. Y., & Puspareni, L. D. (2026). Karakterisasi Sensorik dan Proksimat Bubur Bayi Instan Fortifikasi Tepung Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*). *EDUFORTECH*, 11(1), 74-85.

- Ghaffari, M., Hatami, H., Rakhshanderou, S., & Karimi, H. (2017). Effectiveness of snack-centered nutrition education on promoting knowledge, attitude, and nutritional behaviors in elementary students. *International Journal of Pediatrics*, 5(12), 6495–6502.
- Hanafiah, M. A. (2023). Uji organoleptik substitusi mocaf dengan pengayaan tepung pisang jantan pada pembuatan brownies kukus. *Jurnal Multidisiplin Dehasen (MUDE)*, 2(1), 1-6.
- Hariadi, H., Anggara, C. E. W., Fizriani, A., Judiono, J., Quddus, A. A., Widiawati, W., ... & Fauziyyah, A. (2023). Characteristics of brownies from mocaf flour (modified cassava flour) and black soybean flour (Glycine soja). *Applied Research in Science and Technology*, 3(1), 13-26.
- Tifauzah, N., & Oktasari, R. (2018). Variasi campuran tepung terigu dan tepung kacang hijau pada pembuatan nastar kacang hijau (*Phaseolus radiates*) memperbaiki sifat fisik dan organoleptik. *Jurnal Nutrisia*, 20(2), 77-82.
- Kaspchak, E., Mafra, L. I., & Mafra, M. R. (2018). Effect of heating and ionic strength on the interaction of bovine serum albumin and the antinutrients tannic and phytic acids, and its influence on in vitro protein digestibility. *Food Chemistry*, 252, 1-8.
- Kerimi, A., Nyambe-Silavwe, H., Pyner, A., Oladele, E., Gauer, J. S., Stevens, Y., & Williamson, G. (2019). Nutritional implications of olives and sugar: attenuation of post-prandial glucose spikes in healthy volunteers by inhibition of sucrose hydrolysis and glucose transport by oleuropein. *European Journal of Nutrition*, 58(3), 1315–1330.
- Hadi, S. (2019). Penetapan Kadar Air Dan Kadar Protein Pada Biskuit Yang Beredar Di Pasar Banjarbaru. *CERATA Jurnal Ilmu Farmasi*, 10(2), 51-55.
- Hosaka, H., Kawamura, M., Hirano, T., Hakamata, W., & Nishio, T. (2020). Utilization of sucrose and analog disaccharides by human intestinal bifidobacteria and lactobacilli: search of the bifidobacteria enzymes involved in the degradation of these disaccharides. *Microbiological Research*, 240, 126558.
- Ogiso, K., Shayo, S. C., Kawade, S., Hashiguchi, H., Deguchi, T., & Nishio, Y. (2022). Repeated glucose spikes and insulin resistance synergistically deteriorate endothelial function and bardoxolone methyl ameliorates endothelial dysfunction. *PLoS One*, 17(1), e0263080.
- Pathania, R., Chawla, P., Khan, H., Kaushik, R., & Khan, M. A. (2020). An assessment of potential nutritive and medicinal properties of *Mucuna pruriens*: a natural food legume. *3 Biotech*, 10(6), 261.
- Raharja, H., Safari, A., Wicaksono, A. R., & Nababan, B. O. (2026). Analisis Kebijakan Impor Gandum Dalam Mengantisipasi Terjadinya Krisis Pangan. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*, 13(1), 30.
- Rizqi, A. H., Darsono, D., & Agustono, A. (2024). Analisis trend impor gandum dan faktor yang memengaruhi impor gandum Indonesia. *Agrista*, 12(3).
- Rokhmah, L. N., Anam, C. H. O. I. R. U. L., Handajani, S., & Rachmawati, D. I. A. N. (2009). Study of phytic acid and protein contents during velvet beans (*Mucuna pruriens*) tempe production with variation of size reduction and fermentation time. *Biofarmasi Journal Of Natural Product Biochemistry*, 7(1).
- Rosfitasari, E., & Tahir, M. M. (2024, March). Study of making steamed brownies premix flour made from mung beans flour (*vigna radiata*) and pumpkin flour (*cucurbita moschata*). In *BIO Web of Conferences* (Vol. 96, p. 01026). EDP Sciences.

- Sakr, H. F., Sirasanagandla, S. R., Das, S., Bima, A. I., & Elsamanoudy, A. Z. (2023). Insulin resistance and hypertension: mechanisms involved and modifying factors for effective glucose control. *Biomedicines*, 11(8), 2271.
- Salihat, R. A., & Putra, D. P. (2021). Pengujian mutu dan aktivitas antioksidan brownies panggang dari substitusi tepung terigu dengan tepung beras ungu. *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, 6(2), 3817-3830.
- Setyani, S., Nurdjanah, S., & Permatahati, D. A. P. (2017). Formulasi Tepung Tempe Jagung (Zea Mays L.) Dan Tepung Terigu Terhadap Sifat Kimia, Fisik Dan Sensory Brownies Panggang [The Formulation Of Corn Tempeh Flour (Zea Mays L.) And Wheat Flour Toward Chemical, Physical And Sensory Characteristics Of Baked Brownies]. *Teknologi Industri Pertanian*, 22(2).
- Soewondo, G. A., Basuki, E., & Cicilia, S. (2023). Pengaruh rasio mocaf dan bubur rumput laut (E. cottonii) terhadap karakteristik keripik brownies. *Pro Food (Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan)*, 9(2), 109-121.
- Vazquez Encalada, S., & Segura Campos, M. R. (2020). Mucuna pruriens fiber: nutritional, functional and biological properties. *Food Science and Technology*, 41(1), 120-126.
- Zainab, S. A., & Azizah, D. N. (2022). Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Terhadap Karakteristik Roti Tawar Ampas Kelapa. *Edufortech*, 7(1), 39-61.