

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Protein *Brownies Crispy*

Pengujian protein dilakukan dengan metode Kjeldahl dan dianalisis dengan ANOVA dan DMRT. Hasil analisis uji kadar protein pada *brownies crispy* dengan penggunaan tepung komposit sorgum dan tempe dapat dilihat pada Tabel 7. dan Lampiran 2.

Tabel 7. Protein *Brownies Crispy* Tepung Komposit Sorgum dan Tempe

Rasio Tepung Komposit Sorgum:Tempe (%)	Kadar Protein (%)
80:20	6,83 ± 1,07 ^a
50:50	8,96 ± 1,04 ^b
20:80	13,03 ± 1,25 ^c

Keterangan: Data ditampilkan berupa rata-rata ± standar deviasi dengan superskrip huruf kecil berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata pada taraf uji DMRT memiliki nilai 5%.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa perbedaan rasio tepung komposit sorgum dan tempe menghasilkan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap kadar protein *brownies crispy*. Kadar protein tertinggi terdapat pada tepung komposit sorgum dan tempe 20:80 sebesar 13,03%. Sebaliknya, kadar terendah diperoleh pada rasio tepung komposit sorgum dan tempe 80:20 sebesar 6,83%.

Brownies crispy tepung komposit sorgum dan tempe dengan kisaran protein 6,83%–13,03% telah melampaui standar kadar protein apabila melalui pendekatan SNI 2973 tahun 2018 tentang biskuit. Meskipun demikian, kadar protein pada seluruh perlakuan masih belum mencukupi persyaratan klaim pangan pada peraturan BPOM No. 1 tahun 2022 yang sekurang-kurangnya mengandung 20% untuk klaim sumber protein dan 35% untuk klaim tinggi protein.

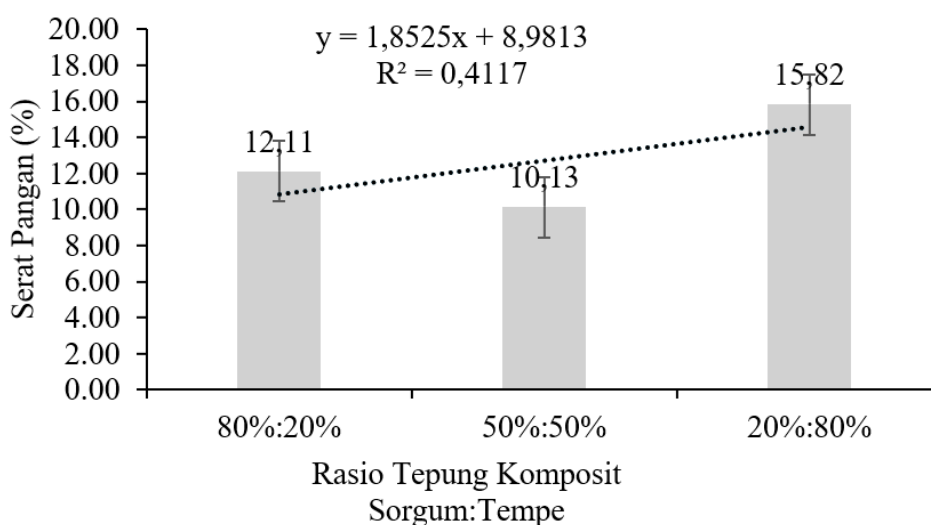
Peningkatan kadar protein seiring meningkatnya proporsi tepung tempe menunjukkan kesesuaian dengan harapan tujuan penelitian. Berdasarkan Ratnayanti *et al.* (2025), tepung tempe mengandung kadar protein hingga 48,11%. Tempe kacang kedelai mengandung kadar protein sebesar 36,49% dan kaya akan asam amino (Rahmawati *et al.*, 2021). Pada proses fermentasi menjadi tempe, aktivitas kapang (*Rhizopus oligosporus*) menghidrolisis protein kompleks menjadi peptida dan asam amino bebas.

Tepung sorgum juga tinggi akan protein meskipun tidak lebih banyak dibandingkan tempe, yaitu hingga 8,88% (Prasetyowati *et al.*, 2023). Maka dari itu, sumber protein utama adalah tepung tempe. Hal tersebut menyebabkan *brownies crispy* tepung komposit rasio 50:50 tetap menghasilkan protein yang lebih sedikit dibandingkan *brownies crispy* tepung komposit rasio 20:80.

Temuan peningkatan tren protein selaras dengan Syahrial *et al.* (2016) pada produk keripik sagu, substitusi tepung tempe mampu meningkatkan kadar protein keripik dari kontrol (0% tepung tempe) sebesar 0,50% menjadi 8,13% pada perlakuan 30% tepung tempe. Kemudian, pada Kristansi *et al.* (2020) dalam produk *cookies mocaf*, substitusi tepung tempe mampu meningkatkan kadar protein *cookies* dari kontrol (0% tepung tempe) sebesar 7,29% menjadi 26,36% pada perlakuan 100% tepung tempe.

4.2 Kadar Serat Pangan *Brownies Crispy*

Pengujian kadar serat pangan dilakukan dengan analisis deskriptif menggunakan regresi linier sederhana. Hasil analisis uji serat pangan *brownies crispy* tepung komposit sorgum dan tempe dapat dilihat pada Ilustrasi 3 dan Lampiran 4.



Ilustrasi 3. Serat Pangan *Brownies Crispy* dengan Tepung Komposit

Berdasarkan grafik pada Ilustrasi 3, kadar serat pangan *brownies crispy* tepung komposit sorgum dan tempe didapatkan serat pangan tertinggi pada perlakuan tepung komposit sorgum dan tempe rasio 20:80 yaitu 15,82%. Sebaliknya, kadar terendah terdapat pada perlakuan penggunaan tepung komposit sorgum dan tempe rasio 50:50 yaitu 10,13%. *Brownies crispy* tepung komposit sorgum dan tempe dengan kisaran serat pangan 10,13%–15,82% telah mencukupi persyaratan klaim pangan pada peraturan BPOM No. 1 tahun 2022 yang sekurang-kurangnya mengandung 3% untuk klaim sumber serat dan 6% untuk klaim tinggi serat.

Pada lampiran 4. didapatkan rerata serat pangan tak larut seluruh perlakuan berada pada kisaran 9-14%, sementara itu kisaran rerata serat terlarut adalah pada 0,6-0,9%. Tingginya serat tak larut berkaitan dengan komponen serat dari masing-masing sorgum dan tempe. Menurut Mba *et al.* (2023) sorgum didominasi serat tak larut, yakni hingga 13,9%. Kemudian didukung oleh tepung tempe yang juga mengandung serat tak larut hingga 36,71% pada studi Ratnayanti *et al.* (2025). Tingginya serat tak larut tempe dapat juga berkaitan dari aktivitas kapang selama fermentasi. Serat tak larut dapat membantu meningkatkan volume ekskresi feses dan mengendalikan berat badan (Zahra *et al.*, 2025).

Berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana secara deskriptif, didapatkan perbedaan rasio tepung komposit sorgum dan tempe berkorelasi positif dengan persamaan regresi $Y=8,983+1,853x$ diikuti dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,641 dan koefisien determinan (R^2) sebesar 0,412 atau 41,2%. Analisis regresi menggunakan rasio tepung komposit sebagai basis variabel yang dipresentasikan melalui persentase tepung sorgum. Meskipun rasio tepung sorgum semakin menurun, grafik regresi menunjukkan tren peningkatan. Hal ini disebabkan oleh tepung tempe yang juga memiliki kandungan serat pangan tinggi dan mampu meningkatkan total serat produk.

Nilai korelasi sebesar 0,641 mengindikasikan hubungan yang cukup kuat antara perbedaan rasio tepung komposit sorgum dan tempe dengan kadar serat pangan. Koefisien determinan (R^2) dikatakan semakin baik apabila angka semakin mendekati nilai 1 (Wulandari *et al.*, 2023). Nilai determinan (R^2) sebesar 0,412 menunjukkan bahwa perubahan rasio tepung komposit sorgum dan tempe hanya

berkorelasi sebesar 41,2% terhadap variasi kadar serat pangan *brownies crispy*. Sementara itu, 58,8% sisanya berkaitan dengan faktor lain di luar rasio tepung komposit.

Tepung sorgum diketahui memiliki kandungan serat yang tinggi dan telah digunakan sebagai sumber serat pada berbagai studi. Hal ini didukung dengan jumlah serat pangan pada tepung sorgum adalah sebesar 14,77% (Mba *et al.*, 2023). Temuan serupa juga terjadi pada penelitian oleh Mba *et al.* (2023) pada produk *cookies* dengan tepung komposit sorgum dan kacang tunggak, tepung sorgum mampu meningkatkan kadar serat pangan secara signifikan dari perlakuan rasio 0% sebesar 9,55% menjadi 12,94% pada perlakuan rasio 70%.

Hasil uji total kadar serat mencakupi serat larut, serat tak larut, serta pati resistan (Gibson *et al.*, 2017). Studi oleh Afandi (2023) menyebutkan bahwa sorgum putih mengandung 21,89% pati resistan. Pati resistan bersifat tidak dapat tercerna dengan enzim α -amilase di usus halus dan akan terfermentasi di usus besar oleh mikrobiota (Lestari dan Nasrulloh, 2025). Menurunnya kadar serat secara numerik pada perlakuan rasio tepung komposit 50:50 dapat disebabkan oleh fenomena kompetisi hidrasi antar komponen pati, protein dan serat untuk mengikat air dalam produk pangan (Gionte *et al.*, 2022). Hal ini menyebabkan pati kekurangan air untuk membengkak dan menghambat proses gelatinisasi (Akin dan Miller, 2017). Proses gelatinisasi yang terbatas juga akan menghasilkan pati resistan yang terbatas, sehingga pati resistan yang ikut terdeteksi akan lebih sedikit.

Tempe tidak hanya tinggi akan protein, melainkan juga cukup tinggi akan serat pangan. Studi oleh Huang *et al.* (2019) menyebutkan bahwa serat pangan

tepung tempe sebesar 6,2%. Lalu, studi oleh Kiswanto, (2017) tepung tempe dapat mengandung serat pangan hingga 21% dan potensial sebagai sumber serat pada produk pangan. Struktur tempe yang kompak dan padat tersusun dari hifa atau jalinan *misellium* yang terbentuk oleh aktivitas kapang *Rhizopus oligosporus*. selama proses fermentasi. *Misellium* mengandung protoplasma yang dinding selnya tersusun dari selulosa dan kitin (Moulia *et al.*, 2024). Selulosa adalah salah satu komponen utama dari serat tak larut.

4.3 Warna Brownies Crispy

Pengujian warna $L^*a^*b^*$ *brownies crispy* dilakukan dengan metode *ImageJ*. Hasil analisis ANOVA dan DMRT warna $L^*a^*b^*$ *brownies crispy* tepung komposit sorgum dan tempe dapat dilihat pada Tabel 8. dan Lampiran 8.

Tabel 8. Warna *Brownies Crispy* Tepung Komposit Sorgum dan Tempe

Warna	Rasio Tepung Komposit Sorgum : Tempe (%)		
	80:20	50:50	20:80
L*	15,87 ± 1,24 ^b	18,27 ± 1,54 ^b	10,93 ± 1,48 ^a
a*	3,84 ± 1,09 ^a	7,74 ± 0,65 ^b	5,91 ± 1,09 ^{ab}
b*	4,81 ± 1,05 ^a	7,91 ± 0,99 ^b	5,34 ± 1,44 ^a
C*	6,15 ± 1,37 ^a	11,07 ± 1,85 ^b	7,97 ± 1,46 ^a
H* (°)	51,40 ± 2,65 ^a	45,62 ± 2,69 ^a	42,10 ± 2,36 ^a

Keterangan: Data ditampilkan berupa rata-rata + standar deviasi dengan superskrip huruf kecil berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata pada taraf uji DMRT memiliki nilai 5%.

Hasil uji warna *brownies crispy* tepung komposit sorgum dan tempe terhadap nilai kecerahan (L*) didapatkan kisaran nilai rerata sebesar 10,93–18,27. Nilai kemerahan (a*) didapatkan kisaran nilai rerata sebesar 3,84–7,74. Lalu nilai kekuningan (b*) didapatkan kisaran nilai rerata sebesar 5,34–7,91. Nilai *chroma*

(C*) didapatkan kisaran rerata 6,15–11,07. Terakhir, nilai *hue* (H*) didapatkan kisaran rerata 42,10–51,40

Nilai rerata kecerahan (L*) tercerah diperoleh pada rasio tepung komposit 50:50 yaitu bernilai 18,27. Sebaliknya, rerata kecerahan (L*) tergelap diperoleh pada perlakuan tepung komposit 20:80 yaitu 10,93. Kemudian pada rerata nilai kemerahan (a*) tertinggi diperoleh pada perlakuan tepung komposit 50:50 yaitu 7,74. Lalu rerata kemerahan (a*) terendah diperoleh pada rasio tepung komposit 80:20 yaitu sebesar 3,84. Terakhir, nilai rerata kekuningan (b*) tertinggi diperoleh pada rasio tepung komposit 50:50 sebesar 7,91. Lalu rerata kekuningan (b*) terendah diperoleh pada rasio tepung komposit 80:20 yaitu sebesar 4,81.

Rendahnya tingkat kecerahan (L*) di seluruh perlakuan *brownies cripsy* disebabkan oleh penggunaan bahan baku seperti, *cocoa powder*, dan *dark chocolate compound*. Meskipun demikian, perbedaan kecerahan warna antar perlakuan juga dipengaruhi oleh perbedaan rasio penggunaan tepung komposit sorgum dan tempe. Nilai kecerahan tergelap ditemukan pada perlakuan tepung komposit 20:80 karena kadar protein yang tinggi dari rasio tepung tempe yang juga tinggi. Sedangkan kecerahan tergelap pada perlakuan tepung komposit 80:20 disebabkan oleh tanin atau polifenol dari tingginya rasio tepung sorgum. Sementara itu, rasio seimbang pada perlakuan tepung komposit 50:50 bernilai kecerahan tinggi secara numerik karena tidak adanya tepung yang memberikan reaksi lebih dominan.

Tingkat kecerahan yang rendah (gelap) berkaitan dengan tingginya rasio tepung tempe yang digunakan. Proses fermentasi menghasilkan banyak asam amino bebas yang menjadikannya lebih reaktif dan mendorong terjadinya reaksi *maillard*.

El Hosry *et al.* (2025) menyebutkan bahwa reaksi *maillard* adalah kondensasi antara gugus amino dengan gula pereduksi yang menghasilkan polimer *melanoidin*. Temuan perubahan warna serupa juga ditemukan oleh Kristanti *et al.* (2020) pada pembuatan *cookies mocaf*, penggunaan tepung tempe sebanyak 100% pada *cookies* menghasilkan nilai kecerahan (L^*) bernilai 45,06 yang merupakan lebih rendah dibandingkan pada perlakuan kontrolnya (0%) dengan nilai (L^*) 52,38.

Tepung sorgum juga dapat mempengaruhi tingkat kecerahan produk pangan. Menurut Adzqia *et al.* (2023) tepung sorgum berwarna lebih gelap dibandingkan tepung terigu, dan cenderung keabu-abuan. Tepung sorgum putih masih mengandung sedikit tanin dan polifenol dalam jumlah kecil sehingga dapat memicu terjadinya *browning*. Temuan ini konsisten dengan studi oleh Omer *et al.* (2023) pada roti tanpa gluten berbasis tepung sorgum yang mengalami penurunan tingkat kecerahan seiring peningkatan rasio tepung sorgum.

Nilai kemerahan (a^*) produk meningkat seiring bertambahnya rasio tepung sorgum. Hal ini disebabkan oleh komponen tanin memiliki sentuhan warna merah keunguan. Warna coklat juga merupakan kombinasi dari warna oranye dan ungu, yang mana oranye adalah kombinasi dari warna merah dan kuning (Syifahaque *et al.*, 2023). Nilai kekuningan (b^*) juga berkaitan dengan bertambahnya konsentrasi tepung tempe. Tepung tempe sendiri memiliki warna kuning kecokelatan. Lalu dorongan terjadinya reaksi *maillard* dari protein tempe memproduksi lebih banyak *melanoidin* atau pigmen coklat yang merupakan kombinasi warna oranye dan merah.

Nilai *hue* (H^*) dengan kisaran $42,10^\circ$ – $51,40^\circ$ dan tidak berbeda nyata di seluruh perlakuan mengindikasikan bahwa seluruh perlakuan berada pada kuadran 1 yakni area kecenderungan warna merah-kuning. Nilai *chroma* (C^*) pada produk dengan kisaran 6,15–11,07 mengindikasikan bahwa tingkat kejenuhan (saturasi) warna secara keseluruhan cenderung rendah atau tidak mencolok. Perlakuan rasio 50:50 memiliki nilai tertinggi dan berbeda nyata dari perlakuan lain. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kejenuhan warna keseluruhan pada rasio seimbang didapatkan sedikit lebih kuat dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini juga dapat mendukung pada nilai kemerahan (a^*) dan kekuningan (b^*) pada perlakuan tepung komposit 50:50 yang juga didapatkan tertinggi dan berbeda nyata. Tingginya *chroma* mampu menampilkan refleksi warna yang lebih jelas, sehingga nilai a^* dan b^* lebih mudah terdeteksi.

4.4 Organoleptik *Brownies Crispy* Tepung Komposit

Pengujian organoleptik dilakukan dengan penilaian 25 panelis tak terlatih terkait atribut sensoris *produk* dalam formulir penilaian. Kriteria panelis adalah mahasiswa Universitas Diponegoro dengan kisaran umur 18–25 yang tidak memiliki alergi padah bahan-bahan pembuatan *brownies crispy* tepung komposit sorgum dan tempe. Hasil analisis uji organoleptik *brownies crispy* tepung komposit sorgum dan tempe dapat dilihat pada Tabel 9–12 dan Lampiran 9.

4.4.1 Warna

Hasil analisis menunjukkan bahwa perbedaan rasio tepung komposit sorgum dan tempe menghasilkan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap atribut warna di perlakuan tertentu. Hasil analisis atribut warna *brownies crispy* tepung komposit sorgum dan tempe dapat dilihat pada Tabel 9. dan Lampiran 9.

Tabel 9. Atribut Warna *Brownies Crispy* Tepung Komposit

Rasio Tepung Komposit Sorgum:Tempe	Warna	Keterangan
80:20	$3,76 \pm 0,52^b$	Cokelat – Sangat cokelat
50:50	$3,00 \pm 0,41^a$	Cokelat – Sangat cokelat
20:80	$3,64 \pm 0,76^b$	Cokelat – Sangat cokelat

Keterangan: Data ditampilkan berupa rata-rata + standar deviasi dengan superskrip huruf kecil berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata pada uji *Mann-whitney*.

Skor atribut warna pada *brownies crispy* tepung komposit sorgum dan tempe berkisar antara 3,00 – 3,76 yang mengindikasikan seluruh perlakuan masuk dalam kriteria cokelat – sangat cokelat. Skor warna tertinggi terdapat pada rasio tepung komposit 80:20 yaitu 3,76. Sebaliknya, skor terendah terdapat pada rasio tepung komposit 50:50 yaitu 3,00 yang mengindikasikan warna mendekati kecenderungan agak tidak cokelat. Data analisis menunjukkan perlakuan rasio tepung komposit sorgum dan tempe 80:20 tidak berbeda nyata dengan perlakuan rasio tepung komposit 20:80.

Karakteristik tepung sorgum dan tepung tempe yang mendorong terjadinya pencokelatan. Signifikannya jumlah kandungan karbohidrat dan protein baik dari tepung sorgum ataupun tepung tempe berkontribusi dalam menciptakan warna kecokelatan dari melanoidin hasil dari reaksi *maillard* (El Hosry *et al.*, 2025). Hal ini sesuai dengan Zahra *et al.* (2025) bahwa gula reduksi dan protein tepung sorgum

mampu mempengaruhi warna kecokelatan akibat reaksi *maillard* selama pemanggangan.

Menurut Adzqia *et al.* (2023) warna sorgum memang lebih gelap dibandingkan tepung terigu, yaitu berwarna putih keabu-abuan. Meskipun sorgum putih tidak mengandung tanin yang lebih banyak dibandingkan sorgum merah, sorgum mengandung polifenol alami yang mendorong terjadinya pencokelatan. Fenomena serupa ditemukan pada studi Hartono *et al.* (2025) pada substitusi tepung sorgum pada produk *Grissini*, peningkatan rasio tepung sorgum berbanding lurus dengan intensitas warna gelap. Studi dari Celia *et al.* (2022) juga ditemukan perubahan warna yang semakin gelap/kecokelatan seiring bertambahnya rasio substitusi tepung sorgum pada *cookies*.

Berdasarkan nilai kecerahan dari pengujian warna $L^*a^*b^*$, warna *brownies crispy* tergelap terdapat pada perlakuan tepung komposit 20:80, sedangkan pada atribut warna melalui uji organoleptik didapatkan warna tergelap terdapat pada perlakuan 80:20. Pendeteksian warna atau kecerahan dengan metode $L^*a^*b^*$ bersifat obyektif. Maka dari itu, meski terdapat perbedaan pada perlakuan dengan warna tergelap, namun berdasarkan data atribut sensori warna menunjukkan perlakuan tepung komposit 80:20 dan 20:80 tidak berbeda nyata. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh pengaruh perbedaan dan terbatasnya sensitivitas indrawi dan penerimaan subyektif panelis.

4.4.2 Aroma

Hasil uji *kruskall walis* dan *mann whitney* menunjukkan bahwa perbedaan rasio tepung komposit sorgum dan tempe menghasilkan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap atribut sensori aroma di perlakuan tertentu. Hasil analisis atribut aroma *brownies crispy* tepung komposit sorgum dan tempe dapat dilihat pada Tabel 10. dan Lampiran 9.

Tabel 10. Atribut Aroma *Brownies Crispy* Tepung Komposit

Rasio Tepung Komposit Sorgum dan Tempe	Aroma	Keterangan
80:20	$3,84 \pm 0,77^a$	Sedikit langu – Langu
50:50	$3,00 \pm 0,96^b$	Sedikit langu – Langu
20:80	$3,40 \pm 0,71^b$	Sedikit langu – Langu

Keterangan: Data ditampilkan berupa rata-rata + standar deviasi dengan superskrip huruf kecil berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata pada uji *Mann-whitney*.

Skor aspek aroma pada *brownies crispy* dari tepung komposit sorgum dan tempe berkisar antara 3,00 – 3,84 yang mengindikasikan seluruh perlakuan masuk dalam kriteria sedikit langu – langu. Skor aroma tertinggi terdapat pada rasio tepung komposit 80:20 yaitu 3,84. Sebaliknya, kadar terendah terdapat pada rasio tepung komposit 50:50 yaitu 3,00.

Pada dasarnya, ciri khas *brownies* panggang ditandai dengan aroma gurih dan cokelat yang kuat (Syaputri dan Efendi, 2020). Aroma dapat timbul dari volatil yang terbentuk pada tahap degradasi *strecker* dalam reaksi *maillard* seperti aroma *nutty* dan karamel (El Hosry *et al.*, 2025). Sensasi langu muncul dari penggunaan tepung tempe yang membawa sensasi langu. Aktivitas enzim *lipoksigenase* serta hidrolisis asam amino lisin dalam tempe menghasilkan komponen glikosida dan saponin yang memberikan sensasi langu (Mawarno dan Putri, 2022).

Data analisis *mann whitney* menunjukkan adanya perbedaan nyata pada perlakuan rasio tepung komposit 80:20 walau tetap dalam kriteria yang sama, yaitu sedikit langu. Skor tertinggi didapatkan pada perlakuan rasio tepung komposit 80:20 yang mengindikasikan mendekati atribut tidak langu. Hal ini dikarenakan penggunaan rasio tepung tempe yang sedikit, sehingga penyebab aroma langu pada *brownies crispy* juga semakin kecil. Terdapat sedikit penurunan skor secara numerik pada perlakuan tepung komposit 50:50 yang terindikasi sedikit lebih langu dibandingkan perlakuan lainnya. Meskipun demikian, hasil analisis menunjukkan atribut aroma perlakuan 50:50 dan 80:20 tidak berbeda signifikan.

Atribut aroma sedikit langu yang diterima panelis dapat dipengaruhi oleh penggunaan bahan lain seperti coklat bubuk, *dark chocolate compound*, dan vanili yang mampu menghasilkan aroma coklat yang lebih kuat, sehingga dapat menekan aroma langu. Fenomena serupa juga ditemukan di penelitian oleh Novidahlia *et al.* (2020) pada minuman sereal instan sorgum dan tepung tempe, bahwa aroma langu sedikit tersamarkan karena pengaruh dari bahan komposisi lainnya seperti coklat bubuk, krimer, dan vanili.

4.4.3 Tekstur

Hasil uji *kruskall walis* dan *mann whitney* menunjukkan bahwa perbedaan rasio tepung komposit sorgum dan tempe tidak menghasilkan pengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap atribut tekstur. Hasil analisis atribut tekstur *brownies crispy* tepung komposit sorgum dan tempe dapat dilihat pada Tabel 11. dan Lampiran 9.

Tabel 11. Atribut Tekstur *Brownies Crispy* Tepung Komposit

Rasio Tepung Komposit Sorgum: Tempe	Tekstur	Keterangan
80:20	$3,32 \pm 0.66^a$	Renyah – Sangat renyah
50:50	$3,60 \pm 0.50^a$	Renyah – Sangat renyah
20:80	$3,20 \pm 0.76^a$	Renyah – Sangat renyah

Keterangan: Data ditampilkan berupa rata-rata $\pm$ standar deviasi dengan superskrip huruf kecil sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada uji *Mann-whitney*.

Skor atribut tekstur pada *brownies crispy* dari tepung komposit sorgum dan tempe berkisar antara 3,20-3,60 yang mengindikasikan seluruh perlakuan masuk ber kriteria renyah – sangat renyah. Skor tekstur tertinggi terdapat pada perlakuan rasio tepung komposit 50:50 sebesar 3,60. Sebaliknya, kadar terendah terdapat pada rasio tepung komposit 20:80 sebesar 3,20. Meskipun demikian, data analisis *Kruskal-wallis* menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada seluruh perlakuan.

Karakteristik renyah merupakan salah satu atribut mutu penting pada produk *brownies crispy*, karena karakteristiknya yang tipis, tekstur kering, dan renyah hingga menyerupai keripik (Putra *et al.*, 2025). Bentuk produk yang tipis mampu mendorong proses dehidrasi selama pemanggangan dan mendukung dalam menonjolkan atribut kerenyahan. *Brownies crispy* tepung komposit sorgum dan tempe juga tidak memiliki kandungan gluten pada tepung komposit sorgum dan tempe memberikan potensi kerentanan pada tekstur *brownies crispy* (Awobusuyi *et al.*, 2020). Produk tanpa gluten cenderung memiliki tekstur yang keras karena tidak mengembang, penggunaan *baking powder* dapat membantu menciptakan rongga agar tekstur tidak terlalu padat keras (Fibri *et al.*, 2024).

Penggunaan sorgum dan tempe menghasilkan kadar serat tak larut yang tinggi. Serat tak larut mengandung selulosa dari dinding tanaman yang memiliki struktur keras, sehingga semakin tinggi kadar serat dapat menyebabkan produk

menjadi semakin keras (Jagat *et al.*, 2017). Fenomena ini juga selaras dengan Gusmianingrum *et al.* (2026) bahwa semakin tingginya kadar serat dari penggunaan tepung okara, menghasilkan produk *brownies crispy* yang juga semakin keras.

4.4.4 Rasa

Hasil uji *kruskal wallis* dan *mann whitney* menunjukkan bahwa perbedaan rasio tepung komposit sorgum dan tempe menghasilkan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap atribut rasa pada beberapa perlakuan. Hasil analisis atribut rasa *brownies crispy* tepung komposit sorgum dan tempe dapat dilihat pada Tabel 12. dan Lampiran 9.

Tabel 12. Atribut Rasa *Brownies Crispy* Tepung Komposit

Rasio Tepung Komposit Sorgum: Tempe	Rasa	Keterangan
80:20	$2,28 \pm 0,68^a$	Pahit – agak pahit
50:50	$2,76 \pm 0,83^b$	Pahit – agak pahit
20:80	$2,00 \pm 1,00^a$	Pahit – agak pahit

Keterangan: Data ditampilkan berupa rata-rata + standar deviasi dengan superskrip huruf kecil berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata pada uji *Mann-whitney*.

Skor atribut rasa pada *brownies crispy* dari tepung komposit sorgum dan tempe berkisar antara 2,00 – 2,76 yang mengindikasikan seluruh perlakuan masuk dalam kriteria pahit – agak pahit. Skor warna tertinggi terdapat pada rasio tepung komposit sorgum dan tempe 50:50 yaitu 2,76. Sebaliknya, kadar terendah terdapat pada rasio tepung komposit 20:80 yaitu 2,00.

Brownies pada umumnya identik dengan rasa coklat dan manis yang kuat. Meskipun demikian, penggunaan tepung sorgum dan tempe masih mampu memberikan rasa pahit pada *brownies crispy*. Rasa pahit pada *brownies crispy* dapat

dipengaruhi oleh masing-masing karakteristik dari tepung sorgum dan tepung tempe.

Secara umum, biji sorgum mengandung asam fenolik dan flavonoid yang jumlah berasosiasi dengan warna *pericarp* sorgum. Tepung sorgum putih banyak digunakan sebagai bahan produk *bakery* salah satunya karena kandungan tanin yang rendah sehingga tidak terlalu mengganggu atribut asli produk tersebut (Xu *et al.*, 2021). Meskipun kadar tanin yang sangat rendah, sisa zat tanin dan senyawa fenolik lainnya tidak menutup kemungkinan tetap berkontribusi memberikan sensasi sepat dan sedikit pahit pada produk (Anggraeni *et al.*, 2024). Temuan serupa juga ditemukan oleh Anggraeni *et al.* (2024) bahwa ditemukan atribut pahit atau sepat pada produk kue sarang semut tepung sorgum dan tempe yang menurunkan tingkat kesukaan panelis.

Rasa pahit pada *brownies crispy* timbul akibat dari hidrolisis asam amino selama proses reaksi *maillard*. Asam amino lisin terhidrolisis dan menjadi penyebab utama pemberi rasa pahit (Dwipayanti *et al.*, 2022). Oleh karena itu, perlakuan tepung komposit 80:20 didapatkan rasa paling pahit karena kadar protein yang juga paling tinggi. Rasa pahit langu atau *off flavour* juga berkontribusi memberikan *after taste* sedikit pahit (Ginting *et al.*, 2020). Langu didapatkan dari komponen glikosida dan saponin yang merupakan aktivitas enzim *lipoksigenase* (Mawarno dan Putri, 2022).

4.5 Penentuan Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik *brownies crispy* dari tepung komposit sorgum dan tempe ditentukan dengan metode perbedaan eksponensial. Metode perbandingan eksponensial (MPE) merupakan metode penentuan perlakuan dengan menggunakan pembobotan pada hasil analisis nilai gizi dan organoleptik lalu penyesuaian peringkat terhadap aspek yang diunggulkan pada produk (Labila *et al.*, 2020). Perlakuan terbaik produk didasarkan pada keunggulan nutrisi *brownies crispy* serta kesesuaian kualitas mutu karakteristik sensorisnya. Oleh karena itu, aspek protein dan serat pangan memiliki bobot yang lebih tinggi dibandingkan parameter lainnya.

Pada aspek nutrisi, nilai 3 ditempatkan pada perlakuan dengan nilai nutrisi tertinggi, sebaliknya nilai 1 pada nilai gizi terendah. Kemudian nilai parameter warna $L^*a^*b^*$ dan atribut sensoris disesuaikan dengan karakteristik mutu *brownies crispy*. Nilai 3 diberikan pada atribut yang cenderung paling sesuai kualitas mutu, sementara itu nilai 1 diberikan pada atribut yang kurang sesuai terhadap kualitas mutu *brownies crispy* pada umumnya. Setelah itu, skor dihitung dengan mengangkat nilai dengan bobot pada setiap parameter.

Tabel 13. Penentuan Perlakuan Terbaik

Parameter	Bobot	Rasio Tepung komposit Sorgum dan Tempe					
		80:20		50:50		20:80	
		Nilai	Skor	Nilai	Skor	Nilai	Skor
Protein	15%	1	1,00	2	1,11	3	1,18
Serat	15%	2	1,11	1	1,00	3	1,18
L*	10%	3	1,12	3	1,12	2	1,07
a*	10%	2	1,07	3	1,12	2	1,07
b*	10%	2	1,07	3	1,12	2	1,07
Warna	10%	2	1,07	3	1,12	2	1,07
Aroma	10%	2	1,07	1	1,00	1	1,00
Tekstur	10%	3	1,12	3	1,12	3	1,12
Rasa	10%	1	1,00	2	1,07	1	1,00
Total	100%	9,628		9,762		9,761	
Ranking		3		1		2	

Penentuan terbaik ditentukan pada perlakuan yang mendapatkan skor akhir terbesar. Berdasarkan penentuan perlakuan melalui metode perbandingan eksponensial (MPE) pada Tabel 13. didapatkan perlakuan terbaik *brownies crispy* tepung komposit sorgum dan tempe adalah pada perlakuan rasio tepung komposit sorgum dan tempe 50:50 dengan total skor akhir sebesar 9,762. Hal ini mengindikasikan perlakuan rasio tepung komposit 50:50 unggul pada aspek nilai gizi disertai atribut sensoris yang paling sesuai dengan kualitas mutu *brownies crispy*.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan tepung komposit sorgum dan tempe pada *brownies crispy* didapatkan perlakuan terbaik dari seluruh parameter adalah perlakuan rasio 50:50. Peningkatan rasio tepung tempe meningkatkan kadar protein dan warna. Penggunaan tepung komposit tidak mempengaruhi atribut tekstur produk. Tepung sorgum maupun tepung tempe saling berkontribusi terhadap kadar serat pangan produk.

5.2 Saran

Melalui pengujian yang telah dilakukan terhadap *brownies crispy* tepung komposit sorgum dan tempe, disarankan untuk melakukan uji serat pangan dengan unit pengulangan serta uji statistik ANOVA untuk mengetahui signifikansi pengaruh perlakuan rasio tepung komposit sorgum dan tempe terhadap serat pangan. Pengambilan foto untuk uji warna $L^*a^*b^*$ sebaiknya dilakukan dalam *light chamber*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adzqia, F., Suwonsichon, S., dan Thongngam, M. 2023. Effects of white sorghum flour levels on physicochemical and sensory characteristics of gluten-free bread. *Foods*, 12(22), 4113. <https://doi.org/10.3390/foods12224113>
- Afandi, F. A. 2023. Potensi Sumber Karbohidrat Indonesia sebagai Ingridien Pangan Fungsional dengan Kadar Pati Resisten dan Aktivitas Antioksidan Tinggi. *J. Food Science Technology*, 3, 40–57. <https://doi.org/10.33830/fsj.v3i1.4989.2023>
- Alvina, A., Hamdani, D. H., dan Jumiono, A. 2019. Proses Pembuatan Tempe Tradisional. *J. Ilmiah Pangan Halal*, 1(1), 9–11. <https://doi.org/10.30997/jiph.v1i1.2004>
- Andriana, Y., dan Asi, S. A. C. 2025. The effects of proportion of corn flour: tempeh flour and tapioca addition on cornflakes characteristics. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1454(1). doi:10.1088/1755-1315/1454/1/012004
- Annisa, M., Harsini, H., dan Nuryanti, A. 2023. The comparison of two programmes to measure color difference (Δ^*E) from tooth sample photo. *Odonto*, 10(2). <http://dx.doi.org/10.30659/odj.10.2.257-267>
- Aruna, C., dan Visarada, K. B. R. S. 2019. Sorghum grain in food and brewing industry. In *Breeding Sorghum for diverse end used*. Woodhead Publishing, 209–228. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101879-8.00013-9>
- Awobusuyi, T. D., Siwela, M., dan Pillay, K. 2020. Sorghum–insect composites for healthier cookies: Nutritional, functional, and technological evaluation. *Foods*, 9(10), 1427. <https://doi.org/10.3390/foods9101427>
- Ayo-Omogie, H. N. 2023. Unripe banana and defatted sesame seed flours improve nutritional profile, dietary fibre and functional properties of gluten-free sorghum cookies. *Food Production, Processing and Nutrition*, 5(41), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00147-y>
- Boruckowska, H., Boruckowski, T., Bronkowska, M., Prajzner, M., dan Rytel, E. 2025. Comparison of Colour Measurement Methods in the Food Industry. *Processes*, 13(5), 1–14. <https://doi.org/10.3390/pr13051268>
- Celia, J. A., Resende, O., Lima, M. S. D., Correia, J. S., Oliveira, K. B. D., dan Takeuchi, K. P. 2022. Technological properties of gluten-free biscuits from sorghum flour granifero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Food Science and Technology*, 42. 1–7. <https://doi.org/10.1590/fst.29222>

- Crisan, R., Rafiony, A., Gz, S., Purba, J. S. R., dan Mulyanita, M. 2022. Daya Terima Dan Kandungan Gizi Snack Bar Tepung Tempe Dan Tepung Pisang Ambon. *Pontianak Nutrition Journal (PNJ)*, 5(1), 191–200. <https://doi.org/10.30602/pnj.v5i1.965>
- De Aguiar, L.A., Rodrigues, D.B., Queiroz, V.A.V., Melo, L., dan Pineli, L.L.O. 2020. Comparison of two rapid descriptive sensory techniques for profiling and screening of drivers of liking of sorghum breads. *Food Research International*, 131. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.108999>
- Depiyana, T., Kusumawati, D., dan Ma'rifah, B. 2024. Analisis kandungan gizi dan organoleptik crackers substitusi tepung ubi jalar ungu dan tepung tempe sebagai alternatif PMT balita gizi kurang. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi. J. Food Technology and Nutrition*, 23(1), 8–17. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v23i1.5293>
- Dwipayanti, H., Agustini, N. P., dan Antarini, A. A. N. 2022. Pengaruh rasio tepung mocaf dan tepung tempe terhadap karakteristik brownies kukus. *Jurnal Ilmu Gizi: Journal of Nutrition Science*, 11(2), 96–104.
- El Hosry, L., Elias, V., Chamoun, V., Halawi, M., Cayot, P., Nehme, A., dan Bou-Maroun, E. 2025. Maillard Reaction: Mechanism, Influencing Parameters, Advantages, Disadvantages, and Food Industrial Applications: A Review. *Foods*, 14(11), 1881. <https://doi.org/10.3390/foods14111881>
- Fadhlorrohmah, I., Setyawardani, T., dan Sumarmono, J. 2023. Karakteristik warna (*hue, chroma, whiteness index*), rendemen, dan persentase whey keju dengan penambahan teh hitam orthodox (*Camellia sinensis var. assamica*). *J. Ilmiah Teknologi Dan Industri Pangan UNISRI*, 8(1), 10-19.
- Fibri, D. L. N., Marsono, Y., Murdiati, A., Putro, A. W., dan Putri, R. G. 2024. Sensory properties of gluten-free cookies high in dietary fiber. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 230–245. <https://doi.org/10.20956/canrea.v7i2.1252>
- Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., ... & Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 14(8), 491–502. <http://dx.doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>
- Ginting, W. M., Meriahta, D., dan Manurung, J. 2020. Formulasi tepung sukun dan formula tempe dalam pembuatan biskuit pada balita. *Ghidza: J. Gizi Dan Kesehatan*, 4(2), 131–142. <https://doi.org/10.22487/GHIDZA.V4I2.149>

- Gionte, F., Limonu, M., dan Liputo, S. A. 2022. Karakteristik Dan Daya Terima Flakes Berbahan Dasar Tepung Ubi Jalar Ungu Yang Di Formulasi Dengan Tepung Bekatul. *Jambura Journal of Food Technology*, 4(1), 34–44. <https://doi.org/10.37905/jjft.v4i1.13896>
- Gusmianingrum, T., Handayani, B. R., dan Rahayu, T. I. 2026. Pengaruh konsentrasi tepung Okara terhadap mutu brownies. *Jurnal Edukasi Pangan*, 4(1), 134–146.
- Hartono, F. A. M., Kamilah, Z. N., Yulianti, Y., dan Artanti, G. D. 2025. Analisis Kualitas Sensoris Dan Daya Terima Grissini Substitusi Tepung Sorgum (*Sorghum Bicolor (L.) Moench*). *J. Innovative and Creativity*. 16437–16459. <https://doi.org/10.31004/joecy.v5i2.2293>
- Hegde, S. R., Thangalakshmi, S., & Singh, R. (2023). A review of gluten and sorghum as a gluten free substitute. *Trends Horticult*, 6(2), 2840. <https://doi.org/10.24294/th.v6i2.2840>
- Herdiana, N., Suharyono, A. S., Rizal, S., dan Salsabila, A. Z. F. 2024. Study of The Formulation Jicama Flour (*Pachyrhizus erosus*) and Wheat Flour in Manufacturing Brownies Chips. *J. Tropical Agricultural Engineering and Biosystems*, 12(3), 194–203. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2024.012.03.05>
- Herrera-Quintana, L., Navajas-Porras, B., Vázquez-Lorente, H., Hinojosa-Nogueira, D., Corrales-Borrego, F. J., Lopez-Garzon, M., dan Plaza-Diaz, J. 2025. Celiac disease: beyond diet and food awareness. *Foods*, 14(3), 377. <https://doi.org/10.3390/foods14030377>
- Hermeni, H., Jumiyati, J., dan Yulianti, R. 2023. Daya Terima, Mutu Hedonik dan Profil Nilai Gizi Kukis Substitusi Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor*). *Ghidza: J. Gizi dan Kesehatan*, 7(2), 234–244. <https://doi.org/10.22487/ghidza.v7i2.1036>
- Huang, L., Huang, Z., Zhang, Y., Zhou, S., Hu, W., dan Dong, M. 2019. Impact of tempeh flour on the rheology of wheat flour dough and bread staling. *LWT-Food Science and Technolgy*, 111, 694–702. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.04.004>
- Ibrohim, M., Ardiyansyah, F., dan Rudyarta, R. 2025. Strategi Indonesia dalam Menekan Ketergantungan Impor Gandum dan Kedelai (2010–2023): Perspektif Ketahanan Ekonomi Nasional. *Arus J. Sosial dan Humaniora*, 5(2), 2410–2420. <https://doi.org/10.57250/ajsh.v5i2.1513>

- Jagat, A.N., Pramono Y.B., dan Nurwantoro. 2017. Pengkayaan Serat Pada Pembuatan Biskuit Dengan Substitusi Tepung Ubi Jalar Kuning (*Ipomea Batatas L.*). Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan 6, 2. <https://doi.org/10.17728/jatp.190>
- Kamal-eldin, A., Alhammadi, A., Gharsallaoui, A., Hamed, F., dan Ghnimi, S. 2020. Physicochemical, rheological, and micro-structural properties of yogurts produced from mixtures of camel and bovine milks. NFS Journal, 19, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2020.05.001>
- Khalid, W., Ali, A., Arshad, M. S., Afzal, F., Akram, R., Siddeeg, A., Kousar, S., Rahim, M. A., Aziz, A., Maqbool, Z., dan Saeed, A. 2022. Nutrients and bioactive compounds of Sorghum bicolor L. used to prepare functional foods: a review on the efficacy against different chronic disorders. International J. of Food Properties, 25(1), 1045–1062. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2071293>
- Khoddami, A., Messina, V., Vadabali Venkata, K., Farahnaky, A., Blanchard, C. L., dan Roberts, T. H. 2023. Sorghum in foods: Functionality and potential in innovative products. Critical reviews in food science and nutrition, 63(9), 1170–1186. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1960793>
- Khofifah, N. A., Razak, M., dan Pudjirahaju, A. 2023. Pengaruh Substitusi Tepung Tempe Kedelai dan Tepung Kacang Hijau pada Biskuit PMT Stunting Usia 6–59 Bulan. Nutriture Journal, 2(2), 124–131. <https://doi.org/10.31290/nj.v2i2.3872>
- Kiswanto, Y. 2017. Effect Of Tempe Dietary To Cholesterol Excretion And Short Chain Fatty Acid On Rats Digesta Caecum. JITIPARI (J. Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNISRI), 2(2). <https://doi.org/10.33061/jitipari.v2i2.1901>
- Korima, I., Mansyur, M., dan Setiyatwan, H. 2022. Prospects Of Development Of Sorghum As Ruminant Feed-In Indonesia. Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan, 4(3), 109–112. <https://doi.org/10.24198/jnttip.v4i3.40352>
- Kristanti, D., Setiaboma, W., dan Herminiati, A. 2020. Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Cookies Mocaf dengan Penambahan Tepung Tempe. Biopropal Industri, 11(1), 1-8. <http://dx.doi.org/10.36974/jbi.v11i1.5354>
- Labiba N. M., Marjan A. Q., dan Nasrullah N. 2020. Pengembangan Soyghurt (Yoghurt Susu Kacang Kedelai) Sebagai Minuman Prebiotik Tinggi Isoflavon. Amerta Nutr, 244-249. doi: 10.20473/amnt. v4i3.2020

- Lestari, H. T., dan Nasrulloh, N. 2025. The Effect of Sago (*Metroxylon sagu* Rottb.) Flour and Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Flour Proportion on Resistant Starch, Nutrient, and Organoleptic Properties of Cookies for Type 2 Diabetes Mellitus. *Amerta Nutrition*, 9(1). <https://doi.org/10.20473/amnt.v9i1.2025.64-75>
- Madani, A., Fertiasari, R., Tritisari, A., dan Safitri, N. 2023. Analisis kandungan proksimat cookies tepung tempe. *J. Food Security and Agroindustry*, 1(2), 77–86. <https://doi.org/10.58184/jfsa.v1i2.87>
- Manik, G. O., Agustini, T. W., dan Romadhon, R. 2023. Karakteristik brownies panggang ikan teri (*stolephorus spp.*) dengan penggunaan tepung mangrove api-api (*avicennia marina*) dan tepung mocaf. *J. Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 5(2), 71-81. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2023.10679>
- Mardianti, Alamsyah, A., dan Nofrida, R. 2025. Perbandingan tepung sorgum (*sorghum bicolor* (L.) Moench) dengan tepung jagung (*zea mays* L.) Terhadap mutu kukis non gluten. *Jurnal Edukasi Pangan*, 3(4), 15–27. <https://journal.unram.ac.id/index.php/edufood/>
- Mawarno, B. A. S., dan Putri, A. S. 2022. Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Snack Bar Tinggi Protein Bebas Gluten dengan Variasi Tepung Beras, Tepung Kedelai dan Tepung Tempe. *AgriHealth: J. Agri-food, Nutrition and Public Health*, 3(1), 47–54. <http://dx.doi.org/10.20961/agrihealth.v3i1.60632>
- Mba, J. C., Paes, L. T., Viana, L. M., Ferreira, A. J. C., Queiroz, V. A. V., Martino, H. S. D., dan de Barros, F. A. R. 2023. Evaluation of the physical, chemical, technological, and sensorial properties of extrudates and cookies from composite sorghum and cowpea flours. *Foods*, 12(17), 3261. <https://doi.org/10.3390/foods12173261>
- McCleary, B. V. 2023. Measurement of dietary fiber: Which AOAC Official Method of Analysis SM to use. *Journal of AOAC International*, 106(4), 917–930.
- Meena, K., Visarada, K. B. R. S., dan Meena, D. K. 2022. *Sorghum bicolor* (L.) Moench a multifarious crop-fodder to therapeutic potential and biotechnological applications: A future food for the millennium. *Future Foods*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100188>
- Moulia, M. N., Ahmad, S. R., dan Afifah, N. 2024. Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Lama Waktu Fermentasi terhadap Kadar Protein, Kadar Serat dan Sensori Tempe Segar. *Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian*, 18(3), 199-204. DOI 10.24198/jt.vol18n3.5

- Nindyawati, L., Timur Ina, P., dan Agung Istri Sri Wiadnyani, A. 2019. Pengaruh Perbandingan Kentang Kukus dan Tepung Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) terhadap Karakteristik Flakes. *J. Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 8(1), 66–74. <https://doi.org/10.24843/itepa.2019.v08.i01.p08>
- Nisah, K. 2019. Analisis kadar serat pada bakso bekatul dengan metode gravimetri. *Amina*, 1(3), 103–107. <https://doi.org/10.22373/amina.v1i3.42>
- Novia, R. 2022. Karakteristik Organoleptik dari Pengembangan Produk Brownies Dengan Substitusi Tepung Oncom Hitam Dan Sorgum Untuk Balita Gizi Kurang. *J. Ilmu Gizi Indonesia (JIGZI)*, 3(2). <https://doi.org/10.57084/jigzi.v3i2.1042>
- Novidahlia, N., Kusumaningrum, I., dan Pamela, A. I. 2020. Karakteristik fisikokimia dan sensori minuman sereal instan dari sorgum (*Sorghum bicolor*) dan tepung tempe. *J. Agroindustri Halal*, 6(2), 181-188. <https://doi.org/10.30997/jah.v6i2.3248>
- Nurhaswinda, N., Egistin, D. P., Rauza, M. Y., Rahma, R., Ramadhan, R. H., Ramadani, S., dan Wahyuni, W. 2025. Analisis regresi linier sederhana dan penerapannya. *J. Cahaya Nusantara*, 1(2), 69-78.
- Nurman, Z., Ismanilda, I., Yuska, D., dan Puri, I. Y. 2024. Test Levels of Protein, Fiber and Organoleptic Tempeh Cake as an Alternative Snack for Diabetes Mellitus (DM) Patients. *J. Ilmiah Kesehatan (JIKA)*, 6(3), 352-364. <https://doi.org/10.36590/jika.v6i3.466>
- Omer, S. H. S., Hong, J., Zheng, X., dan Khashaba, R. 2023. Sorghum flour and sorghum flour enriched bread: characterizations, challenges, and potential improvements. *Foods*, 12(23), 4221. <https://doi.org/10.3390/foods12234221>
- Pemilia, A., Handito, D., dan Sulastri, Y. 2019. Pengaruh Konsentrasi Tepung Tempe Terhadap Nutrisi Dan Mutu Sensori Opak Singkong Dari Lombok Utara. *Pro Food*, 5(2), 459-468. <https://doi.org/10.29303/profood.v5i2.99>
- Prasetyowati, A. T., Pranata, F. S., dan Swasti, Y. R. 2023. Kualitas cookies substitusi tepung sorgum (*Sorghum bicolor*) dan tepung kacang polong (*Pisum sativum*). *J. Teknologi Pangan dan Gizi* 22(1), 33-43. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v22i1.4261>
- Priyanti, E., dan Kurnianingsih, K. 2022. Pengaruh Komposisi Tepung Sorgum dan Tepung Singkong terhadap Penerimaan Brownies Muffin. *TEKNOBUGA: J. Teknologi Busana dan Boga*, 10(1), 38-43. <https://doi.org/10.15294/teknobuga.v10i1.31479>

- Punia, S., Sandhu, K. S., Dhull S. B., Siroha, A. K., Purewal, S. S., Kaur, M., dan Kidawai, M. K. 2020. Oat starch: Physico-chemical, morphological, rheological characteristics and its applications - A review. *Internasional J. Biological Macromolecules*, 154, 493 – 498. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.03.083>
- Purwandari, U., Hidayati, D., Rahman, A., Nurhidayah, E. S., Purwantini, I., Prasetya, E. C., dan Setiarto, R. H. B. 2025. Exploring the profile of amino acids and ethnography study in the biodiversity of tempeh as fermented foods of Indonesia. *J. Ethnic Foods*, 12(1), 25. <https://doi.org/10.1186/s42779-025-00285-3>
- Puteri, N. E., Astawan, M., Palupi, N. S., Wresdiyati, T., dan Takagi, Y. 2018. Characterization of biochemical and functional properties of water-soluble tempe flour. *Food Science and Technology*, 38(1), 147-153. <https://doi.org/10.1590/fst.13017>
- Putra, D. L. C., Sutiadiningsih, A., Sulandari, L., dan Dewi, I. H. P. 2025. Substitusi Tepung Komposit (Ketan Hitam-Kacang Hijau dan Terigu) Terhadap Karakteristik Sensori dan Kesukaan Thin Brownies. *J. Multidisiplin Ilmu Akademik*, 2(4), 786-800. <https://doi.org/10.61722/jmia.v2i4.6145>
- Rahmawati, D., Gunawan-Puteri, M. D. P. T., dan 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. <https://doi.org/10.33555/jffn.v3i1.73>
- Ratnayani, R., Iwansyah, A. C., Khasanah, T. A., Ariani, D., Herawati, E. R. N., dan Adriansyah, R. C. E. 2025. Nutritional profile and potential of tempeh flour and date seed flour as mixed complementary foods for chronic malnourished children. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 10(2), 290-301. <http://dx.doi.org/10.30867/action.v10i2.2381>
- Salsabila, A. Z. F., dan Herdiana, N. 2025. Study of the formulation of jicama flour (*pachyrhizus erosus*) and wheat flour in manufacturing brownies chips. *J. Agroindustri Berkelanjutan*, 4(1), 24-35. <https://doi.org/10.23960/jab.v3i2.9082>
- Sambac, Yulianto, G., dan Istiraharsi, Y. 2025. Analysis of Preference Level and Quality of Gembili Flour (*Colocasia Esculenta L*) as a Substitution for Wheat Flour in The Production of Crispy Brownies. *Gastronomy and Culinary Art*, 4(2), 141-153. <https://jurnal.ampta.ac.id/index.php/Gastronary/article/view/932>
- Seftiono, H., Djiuardi, E., dan Pricila, S. 2019. Analisis Proksimat dan total serat pangan pada crackers fortifikasi tepung tempe dan koleseom (*Talinum*

- tiangulare*). J. Agritech 39(2): 160 – 168. DOI: <http://doi.org/10.22146/agritech.37230>
- Simanjuntak, R. R., Sulaeman, A., Moviana, Y., dan Judiono, J. 2022. Snack Bar Sorgum dan Kacang Merah rendah indeks glikemik sebagai makanan selingan tinggi serat penderita Diabetes Melitus. J. Gizi Dan Dietetik, 1(2), 78-86. <https://doi.org/10.34011/jgd.v1i2.1246>
- Sudarmadji. 1996. Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty, Yogyakarta.
- Sukarman, S., Astuti, D. A., dan Utomo, N. B. P. 2017. Evaluasi kualitas warna ikan *klown Amphiprion percula Lacepede* 1802 tangkapan alam dan hasil budidaya. Jurnal Riset Akuakultur, 12(3), 231-239. [10.33061/jitipari.v8i1.8133](https://doi.org/10.33061/jitipari.v8i1.8133).
- Sofnitati, S. 2018. Pengaruh umur simpan brownies kukus ampas tahu pada suhu ruang dan suhu dingin. Food Science and Technology Journal (Foodscitech), 1(1).
- Souza, P., Peterson, J., Andeta, A. F., Bascom, N., dan Karkle, E. 2025. Characterization and functionality of fermented sorghum and enset flours in a gluten-free deposited biscuit. Journal of Cereal Science, 122, <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2025.104106>
- Suksawat, K., dan Puengyam, P. 2025. Comparison of bioactive compounds, chemical properties and physical properties of Dawk Kha rice flour and wheat flour. Food Research, 9(2), 196-203. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.9\(1\).192](https://doi.org/10.26656/fr.2017.9(1).192)
- Swainson, M. 2018. Food sector challenges and the role of technical and quality. Swainson's handbook of technical and quality management for the food manufacturing sector, 3.
- Syahrial, S., Hamzah, F., dan Herawati, N. Pemanfaatan Tepung Tempe pada Pembuatan Kerupuk Sagu (Doctoral dissertation, Riau University).
- Syaputri, C. D., dan Efendi, R. 2020. Pemanfaatan Tepung Wortel Dalam Pembuatan Brownies panggang. JOM Faperta, 7. 1 – 11. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/article/view/30700/29576>
- Tarwendah, I.P. 2017. Studi Komparasi Atribut Sensori dan Kesadaran Merek Produk Pangan', Jurnal Pangan dan Agroindustri, 5(2). 66–73. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/531>

- Valen, Q. C. 2023. Variasi Tempe Non-Kedelai: Alternatif Pengganti Tempe Kedelai. *ZIGMA*, 38(2), 105-119. <https://journal.ukwms.ac.id/index.php/zigma/article/view/5188>
- Violilalita, F., Yanti, H. F., Syahrul, S., dan Fahmy, K. 2019. Substitusi Tepung Bengkuang Pada Pembuatan Brownies. *Agroteknika*, 2(1): 41-50. <https://doi.org/10.32530/agtk.v2i1.32>
- Wahjuningsih, S. B., Sudjatinah, M. N. A., dan Anggraeni, D. 2020. Current Research in Nutrition and Food Science. <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.8.1.20>
- Wahyani A., D. dan Rahmawati, Y., D. 2021. Analisis kandungan serat pangan dan zat besipada cookies substitusi tepung sorghum sebagai makanan alternatif bagi remaja putri anemia. *J Kesehatan Masyarakat*. 8(2): 227 – 237. <https://doi.org/10.31596/jkm.v8i2.685>
- Winarti, C., Widaningrum, Widayanti, S. M., Setyawan, N., Qanytah, Juniawati, Suryana, E. A., dan Widowati, S. 2023. Nutrient Composition of Indonesian Specialty Cereals: Rice, Corn, and Sorghum as Alternatives to Combat Malnutrition. *Preventive nutrition and food science*, 28(4), 471–482. <https://doi.org/10.3746/pnf.2023.28.4.471>
- Wulandari, S., Andini, D. A., dan Winahyu, D. A. 2023. Evaluasi pengaruh suhu penyimpanan terhadap kadar tablet asam mefenamat dengan spektrofotometri uv-vis. *J. Analis Farmasi*, 8(1). <https://doi.org/10.33024/jaf.v8i1.9742>
- Gupta, A., Stead, T. S., dan Ganti, L. 2024. Determining a meaningful R-squared value in clinical medicine. *Academic Medicine and Surgery*. <https://doi.org/10.62186/001c.125154>
- Zahra, R. S., Fauziyah, A., dan Bahrul Ilmi, I. M. 2025. Sorghum Flour and Coconut Flour Snack Bars as Functional Foods for Type 2 Diabetes Mellitus. *Amerta Nutrition*, 9(2). <https://doi.org/10.20473/amnt.v9i2.2025.278-290>