

PENGARUH RASIO TEPUNG KACANG HIJAU DAN TEPUNG BERAS TERHADAP KARAKTERISTIK MUTU *THIN BROWNIES* BEBAS GLUTEN

Effect of Mung Bean Flour and Rice Flour Ratio on Quality Characteristics of Gluten-Free Thin Brownies

Nadila Anggi Prasety¹, Siti Fathonah^{*2}

^{1,2} Universitas Negeri Semarang

*Corresponding author, e-mail: fathonah@mail.unnes.ac.id

ABSTRACT

Gluten-free bakery products can be developed using local ingredients such as mung bean flour and rice flour as alternatives to wheat flour in thin brownies. This study aimed to analyze the differences in mung bean flour and rice flour ratios on preference level, nutritional content, and physical characteristics of gluten-free thin brownies. The research used an experimental method with three treatments, namely P3:1, P1:1, and P1:3. The hedonic test was conducted by 40 semi-trained panelists using a 1–9 scale on color, aroma, texture, taste, and overall acceptability. Preference data were analyzed using the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests, while nutritional data were analyzed using ANOVA and DMRT. The results showed significant differences in texture, taste, and overall acceptability, but no significant differences in color and aroma. The P1:1 treatment obtained the highest preference scores for color (7.83), aroma (7.73), texture (8.08), taste (8.05), and overall acceptability (8.10). Moisture content ranged from 1.03% to 1.54% and met SNI 2973:2022 which requires a maximum moisture content of 5%, while protein content ranged from 7.64% to 10.69%. The P1:1 formulation produced gluten-free thin brownies with the best quality.

Keywords: mung bean flour, rice flour, thin brownies, gluten-free, preference level.

ABSTRAK

Pengembangan produk bakery bebas gluten berbasis bahan pangan lokal dapat dilakukan dengan memanfaatkan tepung kacang hijau dan tepung beras sebagai alternatif pengganti tepung terigu pada thin brownies. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan rasio tepung kacang hijau dan tepung beras terhadap tingkat kesukaan, kandungan gizi, dan karakteristik fisik thin brownies bebas gluten. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan tiga perlakuan, yaitu P3:1, P1:1, dan P1:3. Uji hedonik dilakukan oleh 40 panelis semi terlatih menggunakan skala 1–9 pada atribut warna, aroma, tekstur, rasa, dan keseluruhan. Data uji kesukaan dianalisis menggunakan Kruskal-Wallis dan Mann-Whitney, sedangkan data kandungan gizi dianalisis menggunakan ANOVA dan DMRT. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada atribut tekstur, rasa, dan keseluruhan, tetapi tidak terdapat perbedaan nyata pada warna dan aroma. Perlakuan P1:1 memperoleh nilai kesukaan tertinggi pada warna (7,83), aroma (7,73), tekstur (8,08), rasa (8,05), dan keseluruhan (8,10). Kadar air berkisar 1,03–1,54% dan memenuhi SNI 2973:2022 yang mensyaratkan kadar air maksimum 5%, sedangkan kadar protein berkisar 7,64–10,69%. Formulasi P1:1 menghasilkan thin brownies bebas gluten dengan mutu terbaik

Kata kunci: tepung kacang hijau, tepung beras, *thin brownies*, bebas gluten, tingkat kesukaan.

How to Cite: Nadila Anggi Prasety¹, Siti Fathonah^{*2}. 2026. Pengaruh Rasio Tepung Kacang Hijau Dan Tepung Beras Terhadap Karakteristik Mutu Thin Brownies Bebas Gluten. Jurnal Pendidikan Tata Boga dan Teknologi, Vol 7 (2): pp. 495-505, DOI: 10.24036/jptbt.v7i2.27313



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2019 by author

PENDAHULUAN

Brownies merupakan produk *bakery* yang sangat populer dan digemari oleh berbagai kalangan karena memiliki cita rasa manis, aroma khas coklat, dan teksturnya yang padat. Inovasi *brownies* berkembang menjadi *thin brownies* atau brownies kering tipis, renyah, praktis, mudah dikemas, dan berpotensi memiliki daya simpan lebih lama (Putra et al., 2025).

Pada umumnya, pembuatan *brownies* masih menggunakan tepung terigu sebagai bahan utama. Namun, penggunaan tepung terigu masih bergantung pada bahan baku impor dan mengandung gluten sehingga tidak sesuai bagi penderita penyakit seliak. Penyakit seliak merupakan gangguan autoimun yang

dipicu konsumsi gluten pada individu rentan, sehingga penderita memerlukan diet bebas gluten secara ketat (Mazzola et al., 2024; Rahi et al., 2024). Tepung beras putih dapat menjadi alternatif karena bersifat bebas gluten, mudah diperoleh, dan rasanya netral. Tepung beras putih dapat menjadi alternatif karena bersifat bebas gluten, mudah diperoleh, dan memiliki rasa netral. Selain itu, karakteristik pati tepung beras, terutama komposisi amilosa dan amilopektin, berperan dalam pembentukan tekstur produk bakery bebas gluten. Kandungan amilosa yang memadai dapat membantu pembentukan struktur yang lebih kering, keras, dan renyah setelah pemanggangan, sedangkan amilopektin berkontribusi pada sifat pengembangan dan kelembutan produk (Hasmadi & Ronie, 2022; Horstmann et al., 2017). Penjumras et al., (2021) melaporkan bahwa brownies bebas gluten berbasis tepung beras komposit pada rasio 75%:25%, 50%:50%, dan 25%:75% masih diterima secara sensoris, dengan rasio 50%:50% sebagai formula terpilih.

Tepung kacang hijau berpotensi digunakan karena memiliki kandungan gizi yang baik. Wang et al., (2025) melaporkan kacang hijau mengandung protein 21,26-31,14% dengan rata-rata 25,91%. Sejalan dengan itu, Desta et al. (2024) melaporkan kandungan protein kacang hijau berkisar 22,01–28,96 g/100 g serta mengandung komponen gizi penting seperti asam amino, pati, vitamin, asam lemak, dan mineral, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan pangan bernilai gizi dan fungsional.

Tepung kacang hijau pada *brownies* telah diteliti oleh Choiriyah (2022), dengan rasio terbaik pada tepung kacang hijau:tepung terigu 25:50 atau sekitar 33,3% tepung kacang hijau dari total campuran dua tepung. Pada produk kering, Aprilia et al., (2022) melaporkan *cookies* dengan 30% tepung kacang hijau paling disukai, sedangkan Wiska et al., (2024) menunjukkan substitusi 45% tepung kacang hijau masih dapat diterima secara organoleptik.

Kombinasi tepung beras dan tepung kacang hijau juga telah digunakan pada produk bebas gluten lainnya. Yen et al., (2023) menunjukkan bahwa *cookies* dengan 60% tepung kacang hijau berkecambah dan 40% tepung beras memiliki sifat fisik yang mendekati *cookies* berbasis tepung terigu. Fathonah et al., (2020) menunjukkan bahwa biskuit berbasis tepung beras hitam 40% dan tepung kacang hijau 40% memiliki daya terima serta kandungan gizi yang baik.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, kajian mengenai *thin brownies* bebas gluten berbasis tepung kacang hijau dan tepung beras masih terbatas. Penelitian *brownies* kacang hijau umumnya masih menggunakan tepung terigu, sedangkan penelitian *brownies* tepung beras belum banyak dikombinasikan dengan tepung kacang hijau dalam bentuk *thin brownies* yang diproses melalui pemanggangan dua tahap, yaitu pemanggangan awal, pemotongan tipis, dan pemanggangan ulang. Pemanggangan ulang dipilih untuk menurunkan kadar air dan menghasilkan tekstur yang lebih kering serta renyah, sesuai dengan karakter *thin brownies*. Selain itu, belum banyak penelitian yang membandingkan tiga rasio tepung kacang hijau dan tepung beras ($P_{3:1}$, $P_{1:1}$, $P_{1:3}$) secara simultan terhadap Tingkat kesukaan, kandungan gizi, dan karakteristik fisik produk. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji perbedaan tepung kacang hijau dan tepung beras pada tingkat kesukaan dan kandungan gizi, serta karakteristik fisik pada produk *thin brownies*. Hipotesis penelitian ini adalah rasio tepung kacang hijau dan tepung beras memberikan perbedaan nyata terhadap tingkat kesukaan, kandungan gizi, dan karakteristik fisik *thin brownies* bebas gluten.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan dua kali pengulangan (*duplo*) pada masing-masing formulasi. Dalam penelitian ini tepung terigu diganti dengan tepung kacang hijau dan tepung beras sebagai bahan bebas gluten dengan tiga perlakuan perbandingan, yaitu $P_{3:1}$ (75% Tepung kacang hijau : 25% Tepung beras), $P_{1:1}$ (50% Tepung kacang hijau : 50% Tepung beras), $P_{1:3}$ (25% Tepung kacang hijau : 75% Tepung beras). Total campuran tepung pada setiap perlakuan dibuat sama, yaitu 300g, sehingga perbandingan antarformulasi dapat dibandingkan secara setara.

Bahan utama pembuatan *brownies* umumnya terdiri dari tepung terigu, telur, gula, margarin, *dark chocolate*, dan *cocoa powder*. *Brownies* merupakan jenis kue cokelat yang dapat bertekstur *fudgy* atau *caky*, tergantung pada formulasi bahan yang digunakan (Divya et al., 2021). Formulasi dasar dimodifikasi dengan variasi perbandingan tepung kacang hijau dan tepung beras, sebagaimana tertera pada Tabel 1. Formulasi awal telah melalui uji coba guna memastikan semua produk memiliki hasil yang baik.

Pembuatan *thin brownies* bebas gluten diawali dengan pembuatan tepung kacang hijau yang mengacu pada penelitian Fathonah et al., (2018). Kacang hijau kupas dicuci sebanyak 8 kali untuk menghilangkan kotoran dan mengurangi aroma langu, direndam selama 30 menit agar tekstur biji lunak dan proses pengukusna menjadi lebih merata, kacang hijau kupas yang telah direndam dicuci kembali sebanyak 5 kali, kemudian dikukus selama 30 menit dengan api kecil. Tahap pengukusan dilakukan untuk membantu memperbaiki sifat fisik bahan, mengurangi aroma khas legum, dan memudahkan proses pengeringan serta

penepungan. Setelah itu kacang hijau dikeringkan selama 24 jam dengan temperature 60°C, dinginkan lalu digiling dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Penggunaan ayakan 100 mesh bertujuan memperoleh ukuran partikel tepung yang lebih halus dan seragam sehingga pencampuran adonan lebih homogen. Tepung kacang hijau yang telah dihasilkan kemudian digunakan dalam pembuatan *thin brownies* bersama tepung beras sesuai perlakuan. Proses pembuatan *thin brownies* dimulai dengan melelehkan *dark chocolate* dan margarin. Telur dan gula halus dikocok hingga tercampur rata, kemudian dicampurkan dengan lelehan cokelat. Tepung kacang hijau, tepung beras, dan *cocoa powder* dimasukkan lalu diaduk hingga homogen. Adonan dituangkan ke loyang dan dipanggang pada suhu 150°C selama 35 menit. Setelah matang, *brownies* dipotong tipis lalu dipanggang kembali selama 5 menit hingga kering dan renyah.

Tabel 1. Formulasi *Thin Brownies* Tepung Kacang Hijau dan Tepung Beras

No.	Nama Bahan	Formulasi		
		Tepung Kacang Hijau : Tepung Beras		
		P _{3:1}	P _{1:1}	P _{1:3}
1.	Tepung Kacang Hijau (g)	225	150	75
2.	Tepung Beras (g)	75	150	225
3.	<i>Cocoa Powder</i> (g)	20	20	20
4.	<i>Dark Chocolate</i> (g)	500	500	500
5.	Telur (g)	250	250	250
6.	Margarine (g)	300	300	300
7.	Gula Halus (g)	550	550	550
8.	Almond (g)	80	80	80

Pengujian meliputi uji hedonik, uji kandungan gizi, dan uji karakteristik fisik. Uji hedonik dilakukan kepada 40 panelis semi terlatih yang merupakan mahasiswa perempuan dan mahasiswa laki-laki Program Pendidikan Tata Boga Universitas Negeri Semarang yang telah menempuh mata kuliah analisis mutu pangan dan memiliki pemahaman dasar mengenai prosedur dasar pengujian organoleptik, tata cara penilaian, serta pengenalan terhadap produk *bakery* secara akademis. Menggunakan skala 1-9 terhadap warna, rasa, tekstur, aroma, dan keseluruhan produk.

Tabel 2. Skala Uji Hedonik

Skala	Tingkat Kesukaan
1	Amat Sangat Tidak Suka
2	Sangat Tidak Suka
3	Tidak Suka
4	Agak Tidak Suka
5	Netral
6	Agak Suka
7	Suka
8	Sangat Suka
9	Amat Sangat Suka

Uji kandungan gizi meliputi kadar protein dan kadar air dilakukan secara *duplo* di Laboratorium Saraswati Indo Genetech Semarang. Uji karakteristik warna dilakukan di Laboratorium Produksi Ternak Unggas Universitas Diponegoro Semarang. Uji karakteristik tekstur dilakukan di Unit Pelaksana Teknis (UPT) Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro Semarang. Uji warna dan tekstur tidak dilakukan secara *duplo* karena digunakan sebagai data pendukung deskriptif-instrumental untuk menggambarkan kecenderungan karakteristik fisik produk, bukan sebagai dasar penarikan Kesimpulan perbedaan nyata antarperlakuan, sebab analisis statistik memerlukan ulangan yang memadai dan prosedur terstandar (Boruczkowska et al., 2025; Pădureț, 2025; Saleh & Lee, 2023).

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan *SPSS Statistics 25*. Sebelum menentukan jenis uji statistik, data diuji normalitasnya menggunakan uji Shapiro-Wilk dan diuji homogenitasnya untuk data parametrik. Data uji kesukaan dianalisis menggunakan uji *Kruskal-Wallis* dan dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney* jika terdapat perbedaan nyata. Data uji karakteristik dan kandungan gizi dianalisis menggunakan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Data karakteristik fisik berupa tekstur dan warna disajikan secara deskriptif berdasarkan hasil pengukuran instrumental karena data ulangan yang memadai untuk analisis parametrik tidak tersedia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian mengenai pengaruh tepung kacang hijau dan tepung beras terhadap mutu sensoris *thin brownies* bebas gluten disajikan pada Tabel 3.

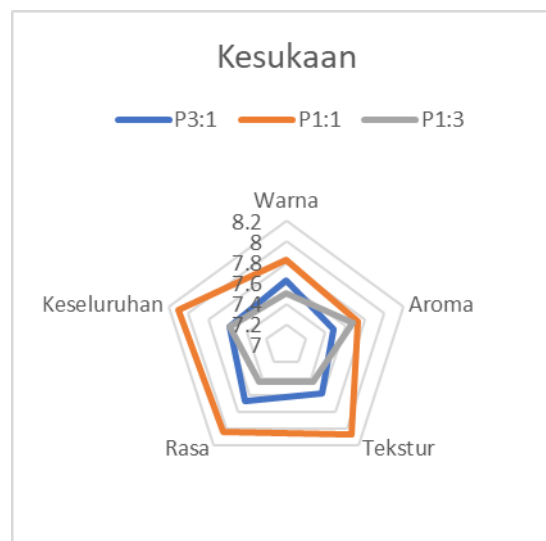
Tabel 3. Hasil uji Kruskal Wallis dan Mann-Whitney pada uji kesukaan

Atribut Sensory	Mean $\pm$ SD			p-value
	P _{3:1}	P _{1:1}	P _{1:3}	
Warna	7,63 $\pm$ 0,74 ^a	7,83 $\pm$ 0,74 ^a	7,50 $\pm$ 0,71 ^a	0,161
Aroma	7,48 $\pm$ 0,84 ^a	7,73 $\pm$ 0,64 ^a	7,68 $\pm$ 0,83 ^a	0,232
Tekstur	7,58 $\pm$ 0,75 ^a	8,08 $\pm$ 0,79 ^b	7,45 $\pm$ 0,98 ^a	0,002*
Rasa	7,68 $\pm$ 0,82 ^a	8,05 $\pm$ 0,81 ^b	7,50 $\pm$ 0,96 ^a	0,016*
keseluruhan	7,58 $\pm$ 0,74 ^a	8,10 $\pm$ 0,63 ^b	7,58 $\pm$ 0,63 ^a	0,003*
Rerata	7.59	7.95	7.54	

Keterangan: angka yang diikuti huruf superskrip yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) berdasarkan uji statistik. Dianggap signifikan secara statistik pada ($p < 0,05$). Tanda asterisk (*) pada nilai p-value menunjukkan signifikansi statistik ($p < 0,05$).

Uji kesukaan terhadap produk *thin brownies* bebas gluten yang diformulasikan dengan tepung kacang hijau dan tepung beras dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap atribut sensori. Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada atribut tekstur, rasa, dan keseluruhan ($p < 0,05$), tetapi tidak ada perbedaan pada atribut warna dan aroma ($p > 0,05$) pada *thin brownies* bebas gluten. Atribut tekstur, rasa, dan keseluruhan yang dinyatakan adanya perbedaan dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney untuk menyatakan perbedaan pada setiap perlakuan secara berpasangan.

Untuk melihat variasi penerimaan konsumen terhadap perlakuan produk *thin brownies* bebas gluten pada uji kesukaan yang divisualisasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rata-Rata Nilai Pada Uji Kesukaan

Pada atribut warna, hasil uji menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata antarperlakuan. Warna pada produk lebih dominan dari *dark chocolate*, *cocoa powder*, sehingga perbedaan tepung kacang hijau dan tepung beras tidak terlalu terlihat oleh panelis. Walaupun sebenarnya selama proses pemanggangan terjadi reaksi Maillard dan karamelisasi yang menghasilkan pigmen melanoidin berwarna coklat (Hodge, 1953; Purlis E, 2010). Hasil ini sejalan dengan penelitian Mulyati et al. (2019) bahwa warna *brownies* tidak berbeda nyata karena warna produk lebih banyak dipengaruhi oleh coklat blok dan coklat bubuk.

Pada atribut aroma, hasil uji menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata antarperlakuan. Hasil ini sejalan dengan Roland et al. (2017), yang menjelaskan bahwa aroma khas bahan legum dapat berubah atau berkurang selama proses pemanasan. Oleh karena itu, aroma khas tepung kacang hijau kemungkinan tertutup oleh aroma coklat, margarin, dan gula yang lebih dominan selama pemanggangan.

Pada atribut tekstur, hasil uji menunjukkan adanya perbedaan nyata antarperlakuan dengan nilai kesukaan tertinggi pada P_{1:1}. Tekstur produk bakery dipengaruhi oleh keseimbangan tepung kacang hijau dan tepung beras, sehingga perbandingan 1 : 1 menghasilkan tekstur *thin brownies* yang paling disukai oleh

panelis. Tepung beras yang kaya amilosa berperan dalam membentuk tekstur kering dan renyah, sedangkan tepung kacang hijau mengandung protein dan serat yang membantu membentuk struktur produk. Selama proses pemanggangan, tekstur produk terbentuk melalui interaksi pati, protein, dan air (Sahin et al., 2006). Kombinasi beberapa jenis tepung pada produk bebas gluten dapat memperbaiki tekstur akibat tidak adanya gluten (Hou, 2014). Hasil ini sejalan dengan penelitian Penjumras et al. (2021), yang menyatakan bahwa formulasi tepung komposit yang seimbang pada brownies bebas gluten menghasilkan penerimaan sensori yang baik, serta penelitian Yen et al. (2023) yang menunjukkan bahwa kombinasi tepung kacang hijau dan tepung beras pada *cookies* bebas gluten dapat menghasilkan perbedaan pada tekstur dan mutu sensoris produk.

Pada atribut rasa, hasil uji menunjukkan adanya perbedaan nyata dengan nilai kesukaan tertinggi pada P_{1:1}. Rasa produk bakery dipengaruhi oleh keseimbangan gula, lemak, dan bahan utama lainnya. Tepung kacang hijau dapat memberikan sedikit rasa khas kacang, sementara tepung beras cenderung netral. Persepsi rasa sering didominasi oleh komponen dengan intensitas rasa paling kuat, seperti gula dan coklat pada brownies (Drewnowski, 1997). Hal ini didukung oleh penelitian Gallagher, E. et al. (2004) menyatakan bahwa perubahan jenis tepung pada produk bebas gluten tidak selalu menghasilkan perbedaan rasa yang nyata. Penjumras et al. (2021), menunjukkan formulasi 1 : 1 paling disukai panelis, sedangkan penggunaan tepung kacang hijau terlalu tinggi menurunkan tingkat kesukaan pada atribut rasa (Choiriyah, 2022).

Pada atribut keseluruhan, hasil uji menunjukkan adanya perbedaan nyata dengan nilai kesukaan tertinggi P_{1:1}. Penerimaan keseluruhan dipengaruhi oleh kombinasi atribut sensori, terutama tekstur dan rasa (Lawless et al., 2010). Secara keseluruhan, produk thin brownies bebas gluten yang paling diminati konsumen adalah P_{1:1}, dan sejalan dengan penelitian Penjumras et al. (2021), yang menyatakan bahwa formulasi seimbang menghasilkan tingkat penerimaan tertinggi pada brownies bebas gluten.

Karakteristik fisik *thin brownies* bebas gluten diamati melalui tekstur dan warna. Tekstur dianalisis untuk mengetahui kekerasan, kekompakan, elastisitas, dan kelengketan, sedangkan warna diukur menggunakan *CIE L*a*b**. Perbedaan karakteristik fisik dipengaruhi oleh komposisi tepung kacang hijau dan tepung beras. Tepung beras yang tinggi pati dapat membentuk tekstur lebih keras, sedangkan tepung kacang hijau yang mengandung protein dan serat dapat memengaruhi struktur produk. Indikator warna penting dianalisis karena menjadi salah satu indikator mutu visual produk pangan (Boruckowska et al., 2025).

Karakteristik fisik, khususnya tekstur, merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas dan penerimaan produk bakery, termasuk produk bebas gluten. Tekstur produk dapat dipengaruhi oleh komposisi bahan, terutama keseimbangan antara pati dan protein, serta interaksi antarkomponen selama proses pemanggangan. Pada produk bebas gluten, ketidak-hadiran gluten sebagai pembentuk struktur viskoelastis menyebabkan perubahan pada sifat tekstur seperti kekerasan, kekompakan, elastisitas, dan kelengketan (Hou et al., 2021).

Berdasarkan hal tersebut, dilakukan analisis tekstur pada thin brownies bebas gluten dengan variasi perbandingan tepung kacang hijau dan tepung beras. Hasil pengujian tekstur disajikan pada Tabel 4. berikut.

Hasil uji *Texture Profile Analysis* (TPA) pada Tabel 4. menunjukkan bahwa variasi perbandingan tepung kacang hijau dan tepung beras memberikan pengaruh terhadap karakteristik tekstur thin brownies bebas gluten, yang ditunjukkan melalui parameter *hardness*, *cohesiveness*, *springiness*, dan *adhesiveness*. H1 adalah gaya maksimum saat penekanan pertama pada sampel. Hal ini menggambarkan kekerasan awal produk saat pertama kali ditekan. H2 adalah gaya maksimum saat penekanan kedua, yaitu penekanan yang dilakukan setelah penekanan pertama. Hal ini menggambarkan kemampuan struktur mempertahankan bentuk setelah deformasi pertama (Renzetti et al., 2020). Nilai H1 tertinggi terdapat pada P_{1:1}, yang menunjukkan bahwa formulasi seimbang menghasilkan struktur paling keras pada penekanan awal.

Peningkatan nilai *hardness* pada P_{1:1} dan P_{1:3} berkaitan dengan proporsi tepung beras yang lebih tinggi dibandingkan P_{3:1}. Hal ini berkaitan dengan tingginya kandungan pati, khususnya amilosa, pada tepung beras yang mampu membentuk struktur gel yang lebih kompak selama pemanggangan, sehingga meningkatkan kekerasan produk (Xu et al., 2021). Selain itu, Zhou et al. (2022) menyatakan bahwa substitusi tepung non gluten dengan kandungan pati tinggi cenderung meningkatkan kekerasan pada produk bakery. Sebaliknya, tepung kacang hijau mengandung protein dan serat yang memiliki kemampuan mengikat air lebih baik, sehingga dapat mempertahankan kelembapan dan menghasilkan tekstur yang lebih lunak (Hou et al., 2021).

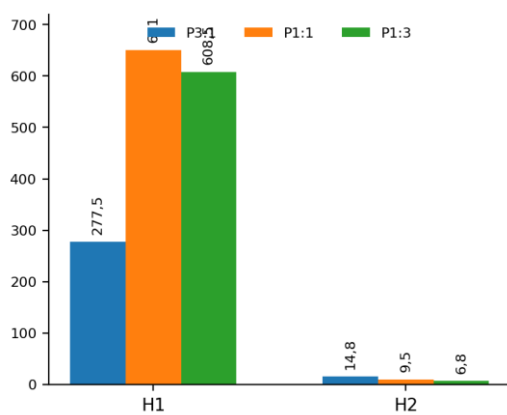
Nilai kekompakan yang sangat rendah pada semua perlakuan menunjukkan bahwa brownies memiliki struktur yang rapuh. Hal ini merupakan karakteristik umum produk bebas gluten karena tidak adanya gluten yang berfungsi sebagai jaringan viskoelastis yang menyatukan matriks pangan. Penelitian

oleh Renzetti et al. (2020), menjelaskan bahwa produk bebas gluten umumnya memiliki kekompakan rendah karena jaringan protein tidak terbentuk secara kontinu seperti gluten, hal ini menyebabkan struktur produk mudah hancur saat diberikan tekanan. Perlakuan yang diberikan dalam produk thin brownies bebas gluten belum mampu meningkatkan kekompakan secara nyata, sehingga produk cenderung rapuh.

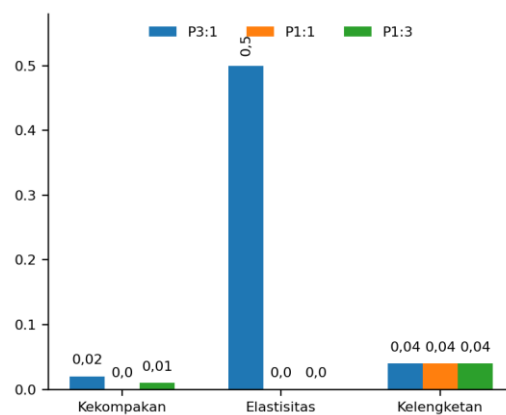
Tabel 4. Hasil analisis uji tekstur

Perlakuan (P)	H1 (g) (Hardness)	H2 (g) (Hardness)	Kekompakan (Cohesiveness)	Elastisitas (Springiness)	Kelengketan (Adhesiveness)
P _{3:1}	277,5	14,8	0,02	0,5	0,04
P _{1:1}	651	9,5	0,00	0,0	0,04
P _{1:3}	608,5	6,8	0,01	0,0	0,04

Hasil uji tekstur terhadap perlakuan produk *thin brownies* bebas gluten pada uji kesukaan divisualisasikan dalam Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Hasil uji Hardness 1 & Hardness 2



Gambar 3. Hasil uji kekompakan, elastisitas, dan kelengketan

Nilai elastisitas tertinggi pada P_{3:1} menunjukkan bahwa proporsi tepung kacang hijau yang tinggi meningkatkan elastisitas produk. Hal ini disebabkan oleh kandungan protein pada kacang hijau yang dapat membentuk struktur yang lebih fleksibel dan mampu menahan deformasi. Sebaliknya, pada P_{1:1} dan P_{1:3} nilai elastisitas menjadi nol. Kondisi ini terjadi karena tepung beras tidak memiliki sifat elastis seperti gluten atau protein legum. Penelitian Hou et al. (2021), menunjukkan bahwa protein nabati dari kacang-kacangan dapat meningkatkan struktur dan elastisitas pada produk bebas gluten, meskipun tidak sepenuhnya menggantikan fungsi gluten. Oleh karena itu, semakin rendah proporsi kacang hijau, semakin rendah pula elastisitas produk.

Nilai *adhesiveness* atau kelengketan yang sama pada semua perlakuan menunjukkan bahwa variasi komposisi tepung tidak berpengaruh terhadap sifat lengket produk. Hal ini mengindikasikan bahwa kelengketan lebih dipengaruhi oleh komponen lain seperti gula, lemak, dan kadar air daripada jenis tepung. Penelitian yang dilakukan oleh Ziobro et al. (2020) menyatakan bahwa kelengketan pada produk bakery lebih dipengaruhi oleh komposisi hidrofilik seperti gula dan *hydrocolloid* dibandingkan jenis tepung.

Analisis warna pada produk thin brownies bebas gluten dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik visual yang berperan penting dalam penerimaan konsumen. Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Universitas Diponegoro, Semarang, menggunakan metode Chroma Meter CR-400 untuk mengukur parameter warna secara objektif dalam system $CIE L^*a^*b^*$, yang menghasilkan nilai L^* untuk kecerahan (0 = hitam, 100 = putih), nilai a^* untuk kehijauan (-60 = kemerahan, 60 = kebiruan), dan nilai b^* untuk kebiruan (-60 = kebiruan, 60 = kekuningan). Pengukuran secara instrumental diperlukan untuk memperoleh data yang objektif dan terstandarisasi (Putri et al., 2022; Sharma et al., 2023; Boruczkowska et al., 2025). Hasil penelitian mengenai pengaruh tepung kacang hijau dan tepung beras terhadap warna *thin brownies* bebas gluten disajikan pada Tabel 5.

Berdasarkan pada Tabel 5, nilai L^* menunjukkan adanya penurunan kecerahan, sehingga warna *thin brownies* bebas gluten semakin gelap seiring dengan meningkatnya proporsi tepung beras dan menurunnya tepung kacang hijau. Penurunan kecerahan ini berkaitan dengan proses pemanggangan yang memicu reaksi Maillard dan karamelisasi, sehingga menghasilkan pigmen cokelat gelap yang disebabkan oleh reaksi pencokelatan non-enzimatis. Semakin tinggi reaksi pencokelatan, semakin rendah nilai L^* , atau

warna semakin gelap (Zhang, 2023). Selain itu, proses pemanggangan pada produk bakery secara umum menyebabkan penurunan nilai L^* akibat pembentukan pigmen melanoidin (L. Wang et al., 2022).

Nilai a^* relatif stabil pada semua perlakuan, yang berarti semua sampel memiliki kecenderungan warna merah kecokelatan. Hal ini menunjukkan bahwa variasi dari komposisi tepung tidak terlalu memengaruhi intensitas warna merah. Warna merah pada brownies umumnya dipengaruhi oleh reaksi Maillard selama pemanggangan, sehingga nilai a^* pada produk bakery cenderung lebih dipengaruhi proses pemanasan dibandingkan variasi bahan (Pathare et al., 2020; L. Wang et al., 2022).

Nilai b^* menunjukkan angka yang fluktuatif atau tidak konsisten. Hal ini disebabkan oleh faktor eksternal, seperti perbedaan kecil pada suhu, waktu pemanggangan dan distribusi panas di dalam oven sehingga sampel mengalami pemanasan lebih intens, sehingga tingkat pencokelatan dan warna kuning menjadi tidak rata (Zeng et al., 2024; Yang et al., 2023). Selain itu, faktor internal berupa perbedaan komponen kimia pada tepung kacang hijau dan tepung beras, serta adanya interaksi antara pati, protein, dan gula selama pemanggangan dapat menghasilkan warna yang berbeda sehingga nilai b^* tidak selalu mengikuti pola linear (Feng et al., 2024).

Tabel 5. Hasil analisis warna

Parameter	Perlakuan (P)		
	P _{3:1}	P _{1:1}	P _{1:3}
			
	Gambar 4. <i>thin brownies</i> P _{3:1}	Gambar 5. <i>thin brownies</i> P _{1:1}	Gambar 6. <i>thin brownies</i> P _{1:3}
L^*	47,13	46,45	44,85
a^*	8,79	8,41	9,50
b^*	10,85	9,59	10,49

Analisis kandungan gizi pada produk thin brownies bebas gluten dilakukan untuk menganalisis kadar air dan protein yang ada di dalam produk. Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium SIG Semarang dengan menggunakan metode gravimetri dan metode Kjeldahl. Metode gravimetri adalah metode yang digunakan untuk menggambarkan jumlah air dalam bahan pangan yang memengaruhi daya simpan, tekstur, dan kestabilan mikrobiologis, melalui proses pengeringan hingga berat konstan (Santos et al., 2021). Metode Kjeldahl adalah metode yang digunakan untuk menentukan kadar protein berdasarkan kandungan nitrogen total. Metode ini masih menjadi standar analisis protein karena keakurasiannya (Mæhre et al., 2022). Data yang didapatkan kemudian dianalisis lagi menggunakan uji ANOVA untuk mengetahui adanya perbedaan nyata antarperlakuan, dan dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) untuk menentukan perbedaan spesifik antarperlakuan (Gomez et al., 2020). Hasil penelitian mengenai pengaruh tepung kacang hijau dan tepung beras terhadap kandungan gizi *thin brownies* bebas gluten disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Duncan Multiple Range Test pada kandungan gizi

Atribut	Mean $\pm$ SD			p-value
	P _{3:1}	P _{1:1}	P _{1:3}	
Air (%)	1,54 $\pm$ 0,02 ^a	1,03 $\pm$ 0,02 ^b	1,44 $\pm$ 0,01 ^c	0.00*
Protein (%)	10,69 $\pm$ 0,02 ^a	10,17 $\pm$ 0,02 ^b	7,64 $\pm$ 0,01 ^c	0.00*

Keterangan: angka yang diikuti huruf superskrip yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) berdasarkan uji statistik. Dianggap signifikan secara statistik pada ($p < 0,05$). Tanda asterisk (*) pada nilai p-value menunjukkan signifikansi statistik ($p < 0,05$).

Hasil uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada Tabel 5, kadar air pada produk thin brownies bebas gluten menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ($p < 0,05$), yang ditandai dengan perbedaan huruf superskrip. Kadar air tertinggi terdapat pada P_{3:1} sebesar 1,54%, diikuti P₃ sebesar 1,44%, sedangkan kadar air terendah terdapat pada P_{1:1} sebesar 1,03%. Seluruh perlakuan memiliki kadar air di bawah 5%, sehingga masih memenuhi standar SNI 2972:2022 yaitu standar untuk biskuit.

Perbedaan kadar air dipengaruhi oleh komposisi tepung dan proses pemanggangan. Tepung kacang hijau mengandung protein dan serat yang dapat mengikat air, sedangkan tepung beras lebih dominan mengandung pati. Selain itu, suhu dan pemerataan panas oven dapat menyebabkan penguapan air berbeda pada setiap sampel. Hal ini sejalan dengan Zeng et al. (2024) yang menjelaskan bahwa pengeringan bahan pangan dipengaruhi oleh perpindahan panas dan difusi air selama proses pemanasan, serta Aisah et al. (2021) dan Ramadhania et al. (2025) yang menyatakan bahwa kombinasi suhu dan waktu pemanggangan memberikan perbedaan nyata terhadap kadar air produk berbasis kacang. Aprilia et al. (2022) menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang hijau pada *cookies* menghasilkan kadar air yang berbeda antarperlakuan. Dengan demikian, meskipun secara statistik terdapat perbedaan nyata, pola yang tidak stabil dapat dijelaskan oleh faktor proses, terutama kondisi pemanasan yang tidak seragam.

Hasil uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada Tabel 5 menunjukkan bahwa kadar protein berbeda nyata antar seluruh perlakuan ($p < 0,05$), yang ditunjukkan oleh superskrip. Kadar protein yang dianalisis menggunakan metode Kjeldahl menunjukkan penurunan dari $P_{3:1}$ ke $P_{1:3}$ seiring dengan menurunnya proporsi tepung kacang hijau. Kacang hijau merupakan sumber protein nabati yang tinggi, sehingga semakin besar proporsinya, semakin tinggi kadar protein pada hasil akhir produk (Tarahi et al., 2024); Feng et al., 2024).

Hasil ini sejalan dengan teori bahwa kandungan protein produk pangan sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan baku. Gallagher et al. (2004) menyatakan bahwa produk berbasis tepung, terutama pada produk bebas gluten, perubahan komposisi bahan akan langsung mempengaruhi nilai gizi, termasuk protein. Selain itu, Wijayanti et al. (2025) melaporkan bahwa peningkatan proporsi bahan kacang-kacangan secara signifikan meningkatkan kadar protein produk pangan.

Metode Kjeldahl yang digunakan dalam analisis protein mengukur total nitrogen dalam bahan, sehingga perubahan komposisi bahan berprotein tinggi seperti kacang hijau akan berdampak langsung terhadap hasil analisis (Mihalache et al., 2021; Jung et al., 2022). Oleh karena itu, perbedaan nyata yang ditunjukkan oleh DMRT mengindikasikan bahwa variasi formulasi yang digunakan sudah cukup besar untuk menghasilkan perbedaan kandungan protein yang signifikan (L. Wang et al., 2023).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perbandingan tepung kacang hijau dan tepung beras memberikan perbedaan nyata terhadap atribut tekstur, rasa, dan keseluruhan *thin brownies* bebas gluten, tetapi tidak memberikan perbedaan nyata terhadap atribut warna dan aroma. Perlakuan $P_{1:1}$ dengan perbandingan tepung kacang hijau dan tepung beras 50%:50% merupakan formulasi yang paling disukai oleh panelis, dengan nilai tertinggi pada warna 7,83, aroma 7,73, tekstur 8,08, rasa 8,05, dan keseluruhan 8,10. Pada kandungan gizi, kadar air dan protein menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan. Kadar air terendah terdapat pada $P_{1:1}$ sebesar 1,03%, kadar protein tertinggi terdapat pada $P_{3:1}$ sebesar 10,69%. Pada karakteristik fisik, perbedaan formulasi menghasilkan perubahan pada tekstur produk terutama nilai *hardness*, *cohesiveness*, dan *springiness*, dengan $P_{1:1}$ menghasilkan kekerasan awal tertinggi, sedangkan $P_{3:1}$ menunjukkan kekompakan dan elastisitas yang lebih tinggi. Karakteristik warna berdasarkan L^* , a^* , b^* menunjukkan bahwa seluruh perlakuan menghasilkan warna cokelat dengan tingkat kecerahan dan intensitas warna yang berbeda. Secara umum, tepung kacang hijau dan tepung beras dapat menjadi alternatif bahan bebas gluten dalam pembuatan *thin brownies* dengan tingkat kesukaan, kandungan gizi, dan karakteristik fisik yang dapat diterima. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan uji warna dan tekstur dengan ulangan yang memadai, serta menambahkan pengujian daya simpan, indeks glikemik, aktivitas antioksidan, dan profil gizi lain agar mutu produk dapat dievaluasi secara lebih lengkap.

DAFTAR REFERENSI

- Aisah, A., Harini, N., & Damat, D. (2021). Pengaruh Waktu dan Suhu Pengeringan Menggunakan Pengering Kabinet dalam Pembuatan MOCAP. *Food Technology and Halal Science Journal*, 4(2), 172–191. <https://doi.org/https://doi.org/10.22219/ftsh.v4i2.16595>
- Aprilia, D., Putri, S. K., & Nurlaini. (2022). Pengaruh Substitusi Tepung Terigu Dengan Tepung Kacang Hijau (Vigna radiata) Terhadap Daya Terima, Kadar Air, Protein Pada Cookies. *Universitas Baiturrahim*, 1(30), 1–8. <https://prosiding.ubr.ac.id/index.php/prosidingbaiturrahim/article/view/20/96>
- Boruckowska, H., Boruckowski, T., Bronkowska, M., Prajzner, M., & Rytel, E. (2025). Comparison of Colour Measurement Methods in the Food Industry. *Processes*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/pr13051268>
- Choiriyah, N. A. (2022). Sensory Quality of Brownies Substituted With Mung Bean Flour. *Jurnal Gizi Prima (Prime Nutrition Journal)*, 7(1), 19. <https://doi.org/10.32807/jgp.v7i1.352>
- Desta, K. T., Choi, Y., Yi, J., Shin, M., & Jeon, Y. (2024). *and Antioxidant Activities in Mung Beans (Vigna radiata L.)*. 13, 1–16.
- Divya, C., Rani, A. S., Anand, M. T., Baskaran, N., & Vidyalakshmi, R. (2021). Substituting Wheat Flour

- using Banana Peel Flour to Enhance the Nutritional Characteristics of Brownies. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10(01), 3583–3591. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2021.1001.423>
- Drewnowski, A. (1997). Taste Preferences and Food Intake. *Annual Review of Nutrition*, 17, 237–253. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.17.1.237>
- Fathonah, S., Rachmawati, R., Siska Kristanti, B., & Sri Iswari, R. (2020). International Journal of Research Innovation and Entrepreneurship An Innovation of High-Energy and Protein Biscuits Made of Black Rice Flour Substituted With Mung Bean Flour. *Ijrie*, 1(2), 69–77. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijrie>
- Fathonah, S., Rosidah, R., & Karsinah, K. (2018). Teknologi penepungan kacang hijau dan terapannya pada biskuit. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(1), 12–21. <https://journal.unnes.ac.id/nju/JKT/article/view/17361>
- Feng, Q., Niu, Z., Zhang, S., Wang, L., Qun, S., Yan, Z., Hou, D., & Zhou, S. (2024). Mung Bean Protein as an Emerging Source of Plant Protein: A Review on Production Methods, Functional Properties, Modifications and Its Potential Application. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(5), 2561–2573. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jsfa.13107>
- Gallagher, E., Gormley, T. R., & Arendt, E. K. (2004). Recent Advances in the Formulation of Gluten-Free Cereal-Based Products. *Trends in Food Science & Technology*, 15(3), 143–152. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.012>
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (2020). Statistical Procedures for Agricultural Research (2nd ed.). Wiley. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781119288831>
- Hasmadi, M., & Ronie, M. E. (2022). Factors affecting the properties of rice flour: a review. *Food Research*, 6(6), 1–12. <https://www.myfoodresearch.com>
- Hodge, J. E. (1953). Dehydrated Foods, Chemistry of Browning Reactions in Model Systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1(15), 928–943. <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/jf60015a004>
- Horstmann, S. W., Lynch, K. M., & Arendt, E. K. (2017). Starch characteristics linked to gluten-free products. *Foods*, 6(4), 1–21. <https://doi.org/10.3390/foods6040029>
- Hou, G. G. (2014). Gluten-Free Foods: Science and Technology. Wiley-Blackwell.
- Hou, G. G., Lee, B., & Ng, P. K. W. (2021). Gluten-Free Products: Current Trends and Challenges. *Cereal Chemistry*, 98(1), 24–36. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cche.10345>
- Jung, S., Rickert, D. A., Deak, N. A., Aldin, E. D., Recknor, J., Johnson, L. A., & Murphy, P. A. (2022). Comparison of Kjeldahl and Dumas Methods for Determining Protein Contents of Soybean Products. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 99(3), 267–276. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/aocs.12589>
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices (2nd ed.). Springer.
- Mæhre, H. K., Dalheim, L., Edvinsen, G. K., Elvevoll, E. O., & Jensen, I. J. (2022). Protein Determination—Method matters. *Foods*, 11(6), 890. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods11060890>
- Mazzola, A. M., Zammarchi, I., Valerii, M. C., Spisni, E., Saracino, I. M., Lanzarotto, F., & Ricci, C. (2024). *Understanding and Emerging Strategies*. 1–22.
- Mihalache, O. A., Aprodu, I., & Barbu, V. (2021). Advances in Protein Analysis Methods in Food: Kjeldahl and Alternative Techniques. *Food Analytical Methods*, 14, 1469–1480. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12161-021-01964-4>
- Mulyati, A. H., Widhiastuti, D., & Muslimin, I. (2019). Characteristics of Durian Seed Brownies Which Enriched With Coconut Flour. *Journal of Science Innovare*, 2(01), 06–09. <https://doi.org/10.33751/jsi.v2i01.1522>
- Pădureț, S. (2025). Textural Evaluation of Milk Products: Instrumental Techniques, Parameters, and Challenges. *Dairy*, 6(5). <https://doi.org/10.3390/dairy6050058>
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A. J. (2020). Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A review. *Food and Bioprocess Technology*, 13, 1–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11947-019-02379-8>
- Penjumras, P., Thongfathamrong, P., Umnat, S., Chokeprasert, P., Wattananapakasem, I., & Phaiphon, A. (2021). Gluten free brownies made with composite rice flour. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 756(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/756/1/012075>
- Purlis E. (2010). Browning development in bakery products - A review. *Journal of Food Engineering*, 99(1900), 239–249.
- Putra, D. L. C., & Any Sutiadiningsih. (2025). Substitusi Tepung Komposit (Ketan Hitam-Kacang Hijau dan Terigu) Terhadap Karakteristik Sensori dan Kesukaan Thin Brownies. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, 2(4), 786–800. <https://doi.org/10.61722/jmia.v2i4.6145>
- Putri, R. A., Wulandari, N., & Kusnandar, F. (2022). Analisis Warna pada Produk Pangan Menggunakan

-
- Metode CIE LAB. *Jurnal Teknologi Pangan*, 13(2), 45–52.
- Rahi, A., Rezaei, A., & Azizian, R. (2024). *Celiac Disease: A Review from Genetic to Treatment*. 28(January), 8–14. <https://doi.org/10.61186/ibj.4028>
- Ramadhania, D., Basuki, E., & Handito, D. (2025). Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Pemanggangan Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik Muffin Kacang Hijau. *Jurnal Edukasi Pangan*, 3(3).
- Renzetti, S., Dal Bello, F., & Arendt, E. K. (2020). Microstructure, Fundamental Rheology, and Baking Performance of Gluten-Free Batters. *Food Hydrocolloids*, 99. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105334>
- Roland, W. S. U., Pouvreau, L., Curran, J., van de Velde, F., & de Kok, P. M. T. (2017). Flavor Aspects of Pulse Ingredients. *Cereal Chemistry*, 94(1), 58–65. <https://doi.org/https://doi.org/10.1094/CCHEM-05-16-0128-FI>
- Sahin, S., & Sumnu, S. G. (2006). Physical Properties of Foods. *Springer*.
- Saleh, M., & Lee, Y. (2023). Instrumental Analysis or Human Evaluation to Measure the Appearance, Smell, Flavor, and Physical Properties of Food. *Foods*, 12(18), 10–12. <https://doi.org/10.3390/foods12183453>
- Santos, F. G., Silva, V. M., & Oliveira, M. E. (2021). Determination of Moisture Content in Food by Gravimetric Method: Optimization and applications. *Journal of Food Composition and Analysis*, 99. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103873>
- Sharma, P., Kaur, G., & Singh, B. (2023). The Influence of Non-Thermal Technologies on Color Pigments of Food Materials: An Updated Review. *Food Chemistry*, 405.
- Tarahi, M., Abdolalizadeh, L., & Hedayati, S. (2024). Mung Bean Protein Isolate: Extraction, Structure, Physicochemical Properties, Modifications, and Food Applications. *Food Chemistry*, 444. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138626>
- Wang, L., Li, Y., Chen, X., & Zhang, H. (2022). Effect of Thermal Processing on Color and Flavor of Food Products. *Foods*, 11(18), 2893. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods11182893>
- Wang, L., Li, Y., Chen, X., & Zhang, H. (2023). Effect of Formulation on Protein Content and Physicochemical Properties of Plant-Based Food Products. *Foods*, 12(5), 1023. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods12051023>
- Wang, S., Wu, M., Hu, Q., Jiang, C., Wang, S., Yao, Y., & Wang, L. (2025). PDF: NUTRITIONAL COMPONENT ANALYSIS OF MUNG BEAN (*VIGNA RADIATA L.*). 57, 1050–1059.
- Wijayanti, E. D., Harini, N., & Elianarni, D. (2025). Pengaruh Proporsi Kacang Terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Tempe. *Food Technology and Halal Science Journal*, 8(1), 104–116. <https://doi.org/https://doi.org/10.22219/fths.v8i1.3759>
- Wiska, B., Bertina, P., Laswati, D. T., & Rukmini, A. (2024). Substitusi Tepung Terigu dengan Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiata L*) Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik pada Produk Cookies untuk menghasilkan produk yang mengandung ketiga komponen tersebut , sehingga dengan Tabel 1 . Tabel Formula Penelitian Pembu. 6(2), 11–18.
- Xu, J., Bock, J. E., & Stone, D. (2021). Impact of Starch Composition on Texture Properties of Gluten-Free Baked Goods. *Journal of Food Science*, 86(5), 1820–1829. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1750-3841.15678>
- Yang, Z., Cheng, D., Su, B., Ji, C., Huang, J., Li, H., & Zhang, K. (2023). Study on Temperature Uniformity in the Oven Under Forced Convection Mode. *Scientific Reports*, 13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-023-39317-w>
- Yen, N. T. H., Huong, N. T. M., Hoa, P. N., & Van Hung, P. (2023). Incorporation of germinated mung bean flour with rice flour to enhance physical, nutritional and sensory quality of gluten-free cookies. *International Journal of Food Science and Technology*, 58(1), 423–431. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15982>
- Zeng, Z., Han, C., Wang, Q., Yuan, H., Zhang, X., & Li, B. (2024). Analysis of Drying Characteristic and Moisture Diffusivity During Thin Layer Drying. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1371696>
- Zhang, X. (2023). Influence of Processing Conditions on Maillard Reaction and Color Formation in Baked Foods. *Journal of Food Engineering*, 345, 111–120.
- Zhou, W., Therdthai, N., & Hui, Y. H. (2022). Bakery Products Science and Technology (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Ziobro, R., Witczak, T., Juszcak, L., & Korus, J. (2020). Effect of Hydrocolloids on Texture of Gluten-Free Bakery Products. *Food Hydrocolloids*, 102. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105613>
-