

KARAKTERISTIK KIMIA DAN SENSORI *COOKIES* BEBAS GLUTEN BERBASIS TEPUNG SORGUM (*Sorghum bicolor* L.) DENGAN VARIASI PENAMBAHAN *CHIA SEED* (*Salvia hispanica* L.)

Sipa Nurajijah¹, Atia Fizriani¹, Anita Khairunnisa¹

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Garut, Jl. Raya Samarang No. 52A, Garut, 44151, Indonesia

Email korespondensi: sipanurajijah2003@gmail.com

Abstrak

Cookies berbasis tepung sorgum berpotensi dikembangkan sebagai produk pangan lokal dengan peningkatan nilai gizi melalui penambahan *chia seed*. Bahan tersebut diketahui mengandung serat, protein, dan senyawa bioaktif serta dapat dimanfaatkan sebagai pengganti telur (*egg substitute*) pada formulasi *cookies* berbasis nabati. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh penambahan *chia seed* terhadap karakteristik kimia serta sensori *cookies* berbahan tepung sorgum, sekaligus menentukan konsentrasi terbaik berdasarkan hasil analisis kimia dan tingkat kesukaan panelis. Metode yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) non-faktorial berdasarkan taraf perlakuan penambahan *chia seed* 0%, 5%, 10%, dan 15%, yang dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Hasil penelitian menunjukkan penambahan *chia seed* berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu, protein, lemak, serat kasar, dan karbohidrat, serta berpengaruh terhadap atribut sensori warna dan tekstur, namun tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap aroma, rasa, maupun penerimaan keseluruhan. Perlakuan terbaik diperoleh pada penambahan *chia seed* 10% dengan kadar air 4,20% db, kadar abu 1,41% db, protein 6,82% db, lemak 34,24% db, serat kasar 1,49% db, dan karbohidrat 57,53% db. Berdasarkan pengujian sensori, perlakuan tersebut memperoleh tingkat kesukaan tertinggi pada atribut warna dan tekstur dengan kategori suka, sedangkan atribut aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan berkategori agak suka.

Kata kunci: biji chia, kukis sorgum, karakteristik kimia, sensoris

Abstract

Sorghum flour-based cookies have potential to be developed as a local food product with improved nutritional value through the addition of *chia seeds*. This ingredient is known to contain dietary fiber, protein, and bioactive compounds, and can serve as an egg substitute in plant-based cookie formulations. This study aimed to analyze the effect of *chia seed* addition on the chemical and sensory characteristics of sorghum flour-based cookies, as well as to determine the optimal concentration based on chemical analysis results and panelists' preference levels. The method employed was a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) with four levels of *chia seed* addition, namely 0%, 5%, 10%, and 15%, each replicated three times. The results showed that *chia seed* addition significantly affected water content, ash content, protein, fat, crude fiber, and carbohydrate content, as well as the sensory attributes of color and texture. However, no significant effect was observed on aroma, taste, or overall acceptance. The best treatment was obtained with 10% *chia seed* addition, yielding a water content of 4.20% db, ash content of 1.41% db, protein of 6.82% db, fat of 34.24% db, crude fiber of 1.49% db, and carbohydrate of 57.53% db. Based on sensory evaluation, this treatment received the highest preference scores for color and texture attributes in the "like" category, while aroma, taste, and overall acceptance were rated as "kind of like".

Keywords: chemical and sensory characteristics, *chia seeds*, sorghum cookies

1. Pendahuluan

Cookies adalah produk biskuit terbuat dari adonan lunak, bertekstur renyah serta memiliki struktur penampang yang kurang padat saat dipatahkan (Badan Standarisasi Nasional, 2022). Konsumsi *cookies* di Indonesia tergolong tinggi dengan rata-rata mencapai $\pm 21,215$ kg per kapita per tahun (Rahayu, 2024). *Cookies* banyak diminati oleh berbagai kelompok masyarakat karena memiliki masa simpan relatif panjang dan praktis dikonsumsi. Namun, *cookies* yang beredar di pasaran umumnya masih menggunakan tepung terigu sebagai

bahan baku utama, sedangkan gandum sebagai bahan dasar tepung terigu masih bergantung pada impor. BPS (2025) melaporkan volume impor gandum di Indonesia pada tahun 2024 mencapai 10,08 juta ton. Kondisi tersebut mendorong pengembangan formulasi *cookies* berbasis bahan pangan lokal menggunakan tepung alternatif yang memiliki karakteristik gizi dan sifat fungsional yang baik, salah satunya tepung sorgum.

Tepung sorgum (*Sorghum bicolor* L.) memiliki karakteristik fisikokimia yang mendukung pemanfaatannya sebagai bahan baku potensial dalam

formulasi produk *bakery*, termasuk *cookies* (Angelov et al., 2025). Selain didominasi oleh pati sebagai sumber karbohidrat utama, tepung sorgum juga mengandung protein, lemak, dan serat yang berkontribusi terhadap peningkatan profil gizi produk pangan (Aisha & Kurniasih, 2024; Angelov et al., 2025). Tepung sorgum bersifat bebas gluten dan mengandung senyawa bioaktif, terutama polifenol, yang berpotensi meningkatkan aktivitas antioksidan sehingga dapat memberikan nilai tambah fungsional pada produk *cookies* (Apostol et al., 2020; Frankowski et al., 2025). Meskipun demikian, ketiadaan gluten pada tepung sorgum dapat memengaruhi pembentukan struktur adonan sehingga tekstur *cookies* cenderung kurang kompak dan mudah rapuh (Awobusuyi et al., 2020). Oleh karena itu, diperlukan penambahan bahan yang mampu membantu memperbaiki karakteristik tekstur sekaligus meningkatkan nilai gizi produk, salah satunya *chia seed*.

Chia seed (*Salvia hispanica* L.) berpotensi digunakan dalam formulasi *cookies* berbasis sorgum karena memiliki kandungan serat pangan dan protein yang tinggi serta kaya asam lemak esensial omega-3, terutama asam α -linolenat, yang dapat meningkatkan nilai gizi produk pangan olahan (Wati et al., 2025). Tingginya kandungan serat larut dan *mucilage* pada *chia seed* juga memberikan sifat fungsional berupa kemampuan mengikat air dan membentuk gel hidrofilik yang berperan dalam memperbaiki tekstur serta kestabilan struktur *cookies* berbasis tepung sorgum (Tomić et al., 2022). Karakteristik tersebut menjadikan *chia seed* berpotensi sebagai pengikat alami dalam adonan sekaligus sebagai pengganti telur (*egg substitute*) pada formulasi *cookies* berbasis nabati (Vu et al., 2025). Dengan demikian, penambahan *chia seed* tidak hanya bertujuan meningkatkan kandungan serat, protein, dan nilai gizi produk, tetapi juga membantu menggantikan sebagian fungsi teknologi telur dalam pembentukan dan kestabilan struktur adonan (Vu et al., 2025). Pemanfaatan *chia seed* dalam formulasi *cookies* juga dilaporkan mampu meningkatkan kandungan serat dan kualitas gizi tanpa menurunkan karakteristik dasar produk secara signifikan (Sarkar et al., 2025; Rani & Maheswari, 2025).

Penggunaan tepung sorgum dalam produk *cookies* berpengaruh terhadap sifat kimia dan sensorisnya. Setiarto et al. (2017) melaporkan bahwa penggunaan tepung sorgum hingga 100% pada formulasi *cookies* menghasilkan tekstur yang lebih rapuh akibat tidak adanya gluten dalam pembentukan struktur adonan. Penelitian lain oleh Bukonja et al. (2025) juga menunjukkan bahwa penggunaan tepung sorgum pada *cookies* bebas gluten mampu meningkatkan kandungan protein, serat, dan senyawa bioaktif produk. Selain itu, Esalson et al. (2025) melaporkan bahwa formulasi *cookies gluten free* dengan komposisi 80% tepung sorgum serta 20% tepung kacang merah menghasilkan karakteristik tekstur dan penerimaan keseluruhan yang lebih baik dibandingkan formulasi lainnya. Di sisi lain, Goyat et al. (2018) melaporkan bahwa substitusi *chia*

seed flour pada *cookies* sebesar 5%, 10%, dan 15% mampu meningkatkan kandungan protein, serat, asam lemak omega-3, serta aktivitas antioksidan produk. Meskipun demikian, penelitian mengenai penambahan *chia seed* pada *cookies* berbasis tepung sorgum masih terbatas, khususnya terkait karakteristik kimia dan sensori produk.

Kebaruan penelitian ini terletak pada kombinasi spesifik tepung sorgum bebas gluten dengan *chia seed* pada empat taraf konsentrasi (0%, 5%, 10%, 15%) sebagai kajian yang belum banyak dilaporkan secara komprehensif. Penelitian ini merupakan yang pertama mengevaluasi secara sistematis profil proksimat lengkap dan mutu sensori *cookies* sorgum yang disubstitusi *chia seed* dalam konteks pengembangan produk pangan lokal berbasis sorgum di Indonesia.

Penelitian ini memanfaatkan *chia seed* sebagai bahan penambah dalam pembuatan *cookies* berbasis tepung sorgum untuk meningkatkan karakteristik gizi dan mutu produk. Penambahan *chia seed* dilakukan karena kandungan serat pangan, protein, dan senyawa fungsionalnya yang berpotensi memperbaiki karakteristik kimia serta sensori *cookies* berbasis sorgum. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan *chia seed* terhadap karakteristik kimia dan sensori *cookies* berbasis tepung sorgum serta menentukan konsentrasi penambahan yang optimal berdasarkan parameter kimia dan tingkat penerimaan panelis.

2. Bahan dan Metode Penelitian

Penggunaan bahan pada penelitian berupa tepung sorgum (Nav'sfarm), *chia seed* (Safiya), margarin (Blue Band), *palm sugar* (Prima), dan baking powder (Koepoe Koepoe). Bahan kimia untuk analisis meliputi asam sulfat (H_2SO_4), asam klorida (HCl), natrium hidroksida (NaOH), asam borat (H_3BO_3), Bromocresol green, merah metil, heksana, etanol 96%, dan aquades.

Di penelitian ini terdapat empat konsentrasi penambahan *chia seed* yang berbeda: 0%(P1), 5%(P2), 10%(P3), serta 15%(P4). Masing-masing konsentrasi diuji sebanyak tiga kali menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) non-faktorial. Analisis yang dilakukan mencakup kadar air pendekatan gravimetri (AOAC, 2005), kadar abu pendekatan gravimetri (AOAC, 2005), protein pendekatan kjeldhal (AOAC, 2006), lemak pendekatan soxhlet (AOAC, 2010), karbohidrat pendekatan *by difference* (Sudarmadji et al., 2010), serat kasar pendekatan gravimetri (AOAC, 2005), serta pengujian sensori melalui pengujian mutu hedonik oleh 25 panelis semi terlatih menggunakan skala hedonik 1–7, yaitu : 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak tidak suka, 4 = netral, 5 = agak suka, 6 = suka, dan 7 = sangat suka (Setyaningsih et al., 2010). Data hasil penelitian dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%. Apabila berpengaruh signifikan selanjutnya dilakukan pengujian *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Pembuatan *cookies* berbahan dasar tepung sorgum pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode *kriming* yang dimodifikasi dari prosedur penelitian Bôa et al. (2021). Dalam modifikasi tersebut, bubuk *chia seed* dicampurkan bersama margarin dan *palm sugar* pada tahap awal pengocokan agar partikel *chia seed* dapat terdistribusi secara merata dalam fase lemak sehingga membantu pembentukan struktur adonan yang lebih stabil. Secara terpisah, tepung sorgum dan *baking powder* disiapkan sebagai campuran bahan kering, selanjutnya dilakukan penambahan bertahap (kuantitas kecil) pada campuran krim sambil dilakukan pengadukan hingga seluruh bahan tercampur merata dan menghasilkan adonan yang homogen. Setelah itu, adonan dibentuk dengan ketebalan sekitar 0,5 cm lalu dipanggang dengan suhu 180°C berdurasi 20 menit

sampai menghasilkan warna kecoklatan yang terbentuk akibat reaksi *Maillard* selama pemanggangan.

Formulasi *cookies* dalam penelitian ini dimodifikasi berdasarkan penelitian Khoirunnisa et al. (2025) yang menggunakan resep *cookies* dari PT. WILMAR sebagai dasar komposisi bahan, serta penelitian Rahayu et al. (2021) yang mengevaluasi pengaruh variasi penggunaan tepung sorgum, pati jagung, margarin, serta *whey* kepada karakteristik kukis. Berdasarkan kedua penelitian tersebut, dilakukan penyesuaian pada proporsi dan kombinasi bahan untuk memperoleh keseimbangan antara peningkatan nilai gizi dan tingkat penerimaan panelis. Penambahan *chia seed* dilakukan sebagai substitusi terhadap tepung sorgum pada konsentrasi 0%, 5%, 10%, serta 15% atas keseluruhan penggunaan tepung utama dalam formulasi. Formulasi *cookies* sorgum *chia seed* disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Cookies sorgum Chia seed

Bahan	Jumlah Bahan (gr)			
	P1 (0%)	P2 (5%)	P3 (10%)	P4 (15%)
Tepung sorgum	100	95	90	85
Chia seed	0	5	10	15
Margarin*	70	70	70	70
Palm sugar	25	25	25	25
Baking powder	1	1	1	1

Sumber: Dimodifikasi dari Khoirunnisa et al.(2025) dan *Rahayu et al. (2021).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Kimia Cookies Sorgum Chia seed

Tabel 2. Karakteristik Kimia Cookies Sorgum Chia seed

Parameter (%db)	Perlakuan			
	(0%) P1	(5%) P2	(10%) P3	(15%) P4
Kadar Air	4,38 ± 0,04 ^c	4,29 ± 0,04 ^{bc}	4,20 ± 0,04 ^b	3,87 ± 0,10 ^a
Kadar Abu	1,31 ± 0,03 ^a	1,35 ± 0,04 ^a	1,41 ± 0,03 ^b	1,49 ± 0,03 ^c
Protein	5,26 ± 0,02 ^a	6,11 ± 0,04 ^b	6,82 ± 0,03 ^c	7,45 ± 0,05 ^d
Lemak	32,76 ± 0,04 ^a	33,46 ± 0,03 ^b	34,24 ± 0,04 ^c	34,60 ± 0,01 ^d
Serat Kasar	1,41 ± 0,02 ^a	1,45 ± 0,02 ^{ab}	1,49 ± 0,02 ^{bc}	1,52 ± 0,03 ^c
Karbohidrat	60,66 ± 0,09 ^d	59,08 ± 0,10 ^c	57,53 ± 0,09 ^b	56,45 ± 0,09 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata $P < 0,05$ berdasarkan uji lanjut DMRT.

Berdasarkan tabel 2, kadar air *cookies* berada pada rentang 3,87% hingga 4,38% dan menunjukkan kecenderungan menurun seiring bertambahnya konsentrasi *chia seed* pada perlakuan. Penurunan kadar air tersebut diduga dipengaruhi oleh tingginya kandungan serat larut dan *mucilage* pada *chia seed* yang bersifat hidrofilik serta mampu membentuk struktur hidrogel dalam adonan (Vera-Cespedes et al., 2023). Saporittis et al. (2024) melaporkan bahwa hidrogel *mucilage chia* memiliki *water absorption capacity* dan *water holding capacity* yang tinggi sehingga mampu meningkatkan pengikatan dan retensi air dalam matriks pangan. Karakteristik tersebut menyebabkan distribusi air dalam adonan menjadi lebih terkontrol selama proses

pemanggangan, sehingga pelepasan air bebas berlangsung lebih efektif dan menghasilkan kadar air akhir yang lebih rendah. Hasil penelitian ini sejalan dengan Goyat et al. (2018) yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi *chia seed* pada *cookies* substitusi tepung *chia* dan *quinoa* menurunkan kadar air dari 4,84% pada kontrol menjadi 3,92% pada formulasi dengan penambahan *chia seed* 15%. Selain pengaruh *chia seed*, penggunaan tepung sorgum juga memengaruhi kadar air produk karena tepung sorgum tidak membentuk jaringan gluten elastis sehingga menghasilkan struktur matriks *cookies* yang lebih rapuh dan porous, yang mempermudah difusi uap air selama proses pemanggangan (Bukonja et al., 2025). Dengan demikian,

kombinasi *chia seed* dan tepung sorgum diduga memberikan efek sinergis terhadap penurunan kadar air *cookies*, meskipun penurunan kadar air pada penelitian ini lebih dominan dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi *chia seed* dalam formulasi.

Kadar abu *cookies* dalam penelitian ini berada pada rentang 1,31% hingga 1,49% dan menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya konsentrasi *chia seed* pada perlakuan. Peningkatan kadar abu tersebut dipengaruhi oleh tingginya kandungan mineral pada *chia seed*, seperti fosfor (860–919 mg/100 g), kalsium (456–631 mg/100 g), kalium (407–726 mg/100 g), dan magnesium (335–449 mg/100 g), yang berkontribusi terhadap pembentukan residu anorganik pada produk (Kulczynski et al., 2019). Mineral-mineral tersebut bersifat non-volatil dan stabil terhadap pemanasan sehingga tetap bertahan selama proses pemanggangan *cookies* pada suhu sekitar 150–180°C selama 15–25 menit (Alebiosu et al., 2020; Tüter et al., 2025). Selain pengaruh *chia seed*, penggunaan tepung sorgum juga berkontribusi terhadap kadar abu karena mengandung berbagai mineral, seperti kalium (253–351,65 mg/100 g), kalsium (321,5–421,4 mg/100 g), fosfor (157,75–301,77 mg/100 g), magnesium (80,44–145,69 mg/100 g), besi (9,22–15,2 mg/100 g), dan seng (4,11–5,36 mg/100 g) (Fernando et al., 2025). Namun demikian, peningkatan kadar abu pada penelitian ini diduga lebih dominan dipengaruhi oleh penambahan *chia seed* karena kandungan mineralnya relatif lebih tinggi dibandingkan tepung sorgum. Hasil penelitian ini sejalan dengan Sarkar et al. (2025), yang melaporkan bahwa penambahan *chia seed* pada biskuit gandum meningkatkan kadar abu dari 0,04% pada kontrol menjadi 1,02% pada formulasi kombinasi *chia seed meal fiber-rich fraction* 20% dan *dry chia flour* 20%.

Kadar protein *cookies* dalam penelitian ini berada pada rentang 5,26% hingga 7,45% dan menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya konsentrasi *Chia seed* pada perlakuan. Peningkatan kadar protein tersebut diduga dipengaruhi oleh tingginya kandungan protein pada *chia seed*, yaitu sekitar 15–25%, serta kandungan protein tepung sorgum yang berkisar antara 8–18%, sehingga keduanya berkontribusi terhadap peningkatan total protein (Bukonja et al., 2025; Maja et al., 2020; Singh et al., 2025). Hasil penelitian ini sejalan dengan Tüter et al. (2025) yang melaporkan bahwa penambahan *chia seed* pada biskuit bebas gluten meningkatkan kadar protein dari 4,71% pada kontrol menjadi 6,79% pada formulasi dengan penambahan *chia seed* 20%. Selain berkontribusi terhadap peningkatan kandungan protein, *chia seed* juga memiliki sifat fungsional yang berperan dalam pembentukan dan stabilitas matriks adonan. Santana et al. (2025) melaporkan bahwa protein dan *mucilage chia* memiliki kapasitas emulsifikasi yang mampu menstabilkan dispersi lemak dan air sehingga menghasilkan sistem adonan yang lebih homogen. Dengan demikian, penambahan *chia seed* tidak hanya meningkatkan nilai

protein, tetapi juga berpotensi memperbaiki karakteristik fungsional dan stabilitas produk pangan bebas gluten.

Kadar lemak *cookies* dalam penelitian ini berada pada rentang 32,76% hingga 34,60% dan menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya konsentrasi *Chia seed* dalam formulasi. Kadar lemak *cookies* yang relatif tinggi dipengaruhi oleh penggunaan margarin sebagai sumber lemak utama dalam formulasi, sedangkan perbedaan kadar lemak antar perlakuan diduga berkaitan dengan bertambahnya konsentrasi *chia seed* yang memiliki kandungan lipid relatif tinggi, yaitu sekitar 30–40%, dengan dominasi asam lemak tak jenuh omega-3 *chia seed* (Khalid et al., 2023; Lewerissa et al., 2025). Hasil penelitian ini sejalan dengan Tüter et al. (2025) yang melaporkan bahwa penambahan *chia seed* pada biskuit bebas gluten meningkatkan kadar lemak dari 23,18% pada kontrol menjadi 27,45% pada formulasi dengan penambahan *chia seed* 20%. Penelitian Rabail et al. (2022) juga menunjukkan bahwa penambahan *chia seed* pada *muffin* meningkatkan kadar lemak dari 11,73% pada kontrol menjadi 17,23% pada formulasi dengan penambahan 20%. Selain berkontribusi terhadap peningkatan kandungan lipid, keberadaan *mucilage* pada *chia seed* turut mempengaruhi karakteristik fisik adonan melalui pembentukan sistem emulsi yang lebih stabil. Fernandes et al. (2023) melaporkan bahwa *mucilage chia* membentuk struktur gel dengan viskositas tinggi yang mampu mempertahankan interaksi antara fase lemak dan air dalam matriks pangan sehingga meningkatkan kestabilan emulsi. Peningkatan viskositas tersebut membantu membatasi mobilitas fase lemak dan mengurangi pemisahan emulsi, sehingga distribusi lipid dalam adonan menjadi lebih homogen selama proses pencampuran dan pemanggangan. Chiang et al. (2021) juga menyatakan bahwa *mucilage chia* dapat berfungsi sebagai *stabilizer*, *texture modifier*, dan *fat replacer* melalui pembentukan jaringan gel yang mendukung kestabilan sistem pangan berbasis emulsi serta memperbaiki karakteristik tekstur produk *bakery*.

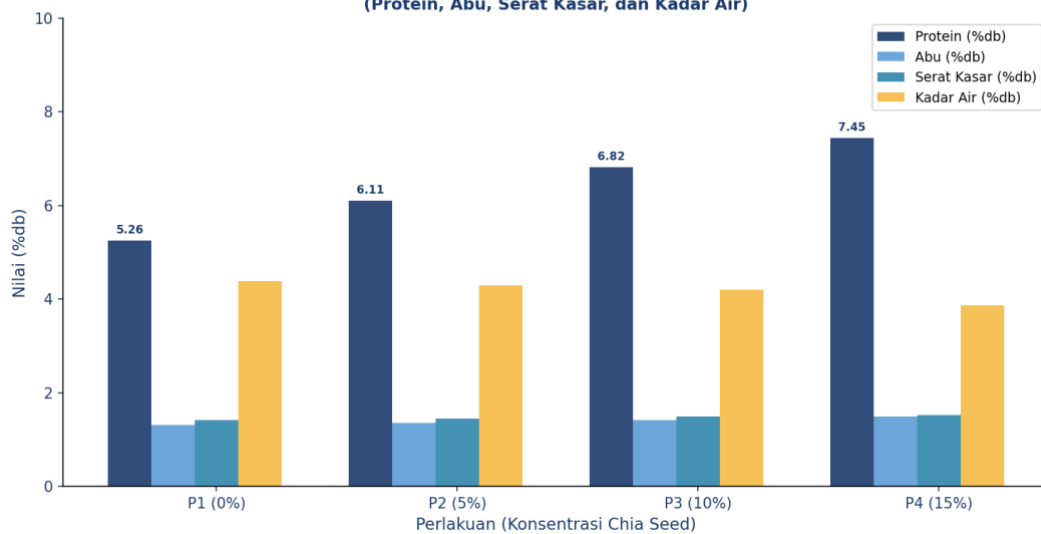
Kadar serat kasar pada dasarnya dipengaruhi oleh komponen penyusun serat pangan, seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin, dimana dalam metode analisis serat kasar hanya sebagian fraksi serat, terutama selulosa dan lignin, yang umumnya dapat terukur (AOAC, 2005). Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar serat kasar *cookies* berada pada rentang 1,41% hingga 1,52% dengan peningkatan yang relatif tidak terlalu signifikan seiring bertambahnya konsentrasi *chia seed* dalam formulasi. Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan tingginya kandungan serat pangan pada *chia seed*, yaitu sekitar 30–34%, yang didominasi oleh fraksi serat tidak larut sebesar 85–93% (Biswas et al., 2023; Vera-Cespedes et al., 2023). Dominasi fraksi serat tidak larut tersebut menyebabkan peningkatan kadar serat kasar yang terukur cenderung tidak terlalu besar pada setiap perlakuan. Selain itu, tepung sorgum sebagai bahan dasar juga memiliki kandungan serat kasar yang relatif rendah, yaitu sekitar 2,21–2,48%, sehingga kontribusi peningkatan

serat antar perlakuan menjadi tidak terlalu signifikan (Avif & Dewi, 2022).

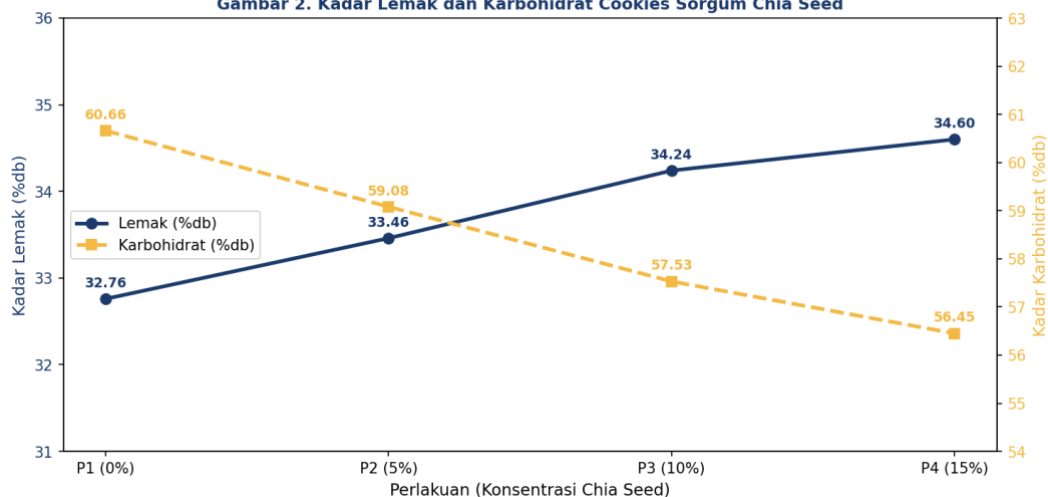
Kadar karbohidrat pada penelitian ini dihitung menggunakan metode *by difference*, yaitu berdasarkan pengurangan 100% dengan total kadar air, abu, protein, lemak, dan serat kasar (AOAC, 2005). Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar karbohidrat *cookies* berada pada rentang 56,45% hingga 60,66% dan cenderung menurun seiring bertambahnya konsentrasi *chia seed* dalam formulasi. Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan meningkatnya kandungan komponen gizi lain, seperti protein, lemak, abu, dan serat kasar, sehingga

kadar karbohidrat mengalami penurunan secara relatif. Hasil penelitian ini sejalan dengan Goyat et al. (2018) yang melaporkan bahwa penambahan *chia seed* pada *cookies* menurunkan kadar karbohidrat dari 71,31% pada kontrol menjadi 66,94% pada formulasi dengan penambahan *chia seed* 15%. Martínez et al. (2021) juga menyatakan bahwa penggunaan tepung biji-bijian, termasuk *chia seed*, pada produk *cookies* dapat meningkatkan kandungan protein, lemak, dan serat sehingga total karbohidrat produk menurun secara proporsional.

Gambar 1. Karakteristik Kimia Cookies Sorgum Chia Seed (Protein, Abu, Serat Kasar, dan Kadar Air)



Gambar 2. Kadar Lemak dan Karbohidrat Cookies Sorgum Chia Seed



3.2. Karakteristik Sensori *Cookies* Sorgum *Chia seed*

Tabel 3. Karakteristik Sensori *Cookies* Sorgum *Chia seed*

Parameter	Perlakuan			
	P1 (0%)	P2 (5%)	P3 (10%)	P4 (15%)
Rasa	4,92 ± 0,28 ^a	5,08 ± 0,18 ^a	5,16 ± 0,24 ^a	4,88 ± 0,22 ^a
Tekstur	5,20 ± 0,27 ^a	5,28 ± 0,17 ^a	5,92 ± 0,18 ^b	5,24 ± 0,21 ^a
Aroma	5,64 ± 0,18 ^a	5,56 ± 0,20 ^a	5,24 ± 0,17 ^a	5,08 ± 0,28 ^a
Warna	4,92 ± 0,26 ^a	5,04 ± 0,26 ^a	5,84 ± 0,21 ^b	4,72 ± 0,21 ^a
Keseluruhan	5,28 ± 0,23 ^a	5,36 ± 0,21 ^a	5,44 ± 0,16 ^a	5,04 ± 0,26 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata $P < 0,05$ berdasarkan uji lanjut DMRT.

Berdasarkan tabel 3, skor hedonik rasa *cookies* sorgum *chia seed* berada pada rentang 4,88–5,16 dengan kategori agak suka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *chia seed* tidak memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik rasa *cookies* sehingga tingkat penerimaan panelis pada seluruh perlakuan cenderung seragam. Kondisi tersebut diduga karena *chia seed* memiliki karakter rasa yang relatif netral dan lebih berperan sebagai bahan fungsional dibandingkan sebagai pembentuk cita rasa produk. Selain itu, peningkatan konsentrasi *chia seed* diduga memengaruhi kenyamanan saat dikonsumsi akibat bertambahnya jumlah partikel pada produk. Hasil penelitian ini sejalan dengan Vera-Céspedes et al. (2023) yang melaporkan bahwa penambahan *chia seed* tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap atribut rasa produk. Azzam et al. (2025) juga menyatakan bahwa fortifikasi *chia seed* powder sebesar 5%–15% pada biskuit gandum masih dapat diterima panelis meskipun terjadi penurunan tingkat kesukaan pada konsentrasi tertinggi. Selain itu, penelitian Selva Rani & Kavitha Maheswari (2025) juga melaporkan bahwa penggunaan *chia seed* pada produk *cookies* tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap penerimaan rasa produk.

Skor hedonik tekstur *cookies* sorgum *chia seed* pada penelitian ini berada pada rentang 5,20–5,92 dengan kategori agak suka hingga suka dan menunjukkan kecenderungan meningkat menghasilkan tekstur *cookies* yang lebih padat dan keras pada penambahan *chia seed* konsentrasi yang lebih tinggi. Kondisi tersebut diduga dipengaruhi oleh perubahan komposisi kimia produk, terutama kadar air, lemak, dan protein, serta keberadaan *mucilage chia* dalam formulasi (Fatima et al., 2025; Putri et al., 2025). Penurunan kadar air dari 4,38% menjadi 3,87% diduga berkontribusi terhadap terbentuknya tekstur yang lebih renyah karena berkurangnya jumlah air bebas selama proses pemanggangan (Setiaboma et al., 2020). Selain itu, *chia seed* diketahui mengandung *mucilage* yang memiliki kemampuan mengikat air dan membentuk struktur gel sehingga dapat meningkatkan kekompakan serta kestabilan struktur adonan (Fernandes & Salas-Mellado, 2017). Peningkatan kadar lemak dari 32,76% menjadi 34,60% juga diduga menghasilkan tekstur yang lebih lembut dan mudah patah karena lemak mampu menghambat pembentukan struktur adonan yang

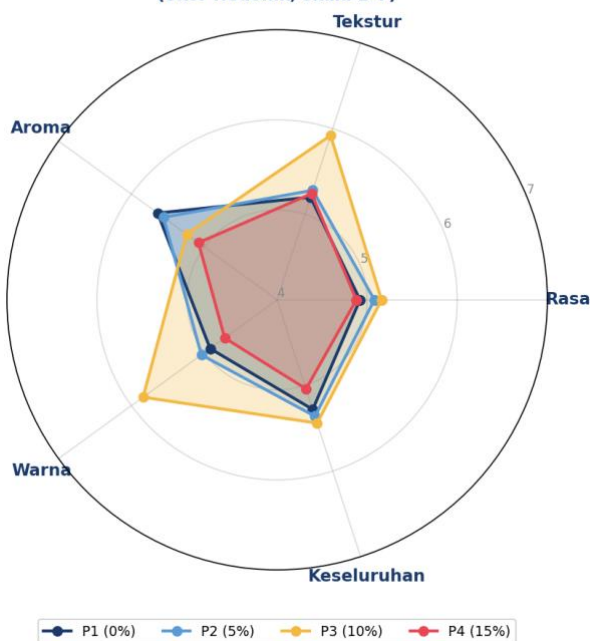
terlalu padat (Renzetti et al., 2025). Santana et al. (2025) melaporkan bahwa protein dan *mucilage chia* memiliki kapasitas emulsifikasi yang mampu menstabilkan dispersi lemak dan air sehingga menghasilkan sistem adonan yang lebih homogen. Selain itu, peningkatan kadar protein dari 5,26% menjadi 7,45% turut berperan dalam memperbaiki kekompakan dan kestabilan struktur *cookies*. *Mucilage chia* juga mampu membentuk jaringan hidrogel melalui hidrasi polisakarida hidrofilik yang dapat meningkatkan kohesivitas, sifat viskoelastis, dan stabilitas struktur adonan selama proses pemanggangan (Nouri, 2025; Rahardjo & Sihombing, 2025). Hasil penelitian ini sejalan dengan Jan et al. (2022), Rauf et al. (2024), dan Tüter et al. (2025) yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi *chia mucilage* dapat meningkatkan viskositas dan kekerasan produk akibat terbentuknya jaringan gel yang lebih padat.

Skor hedonik aroma *cookies* sorgum *chia seed* pada penelitian ini berada pada rentang 5,08–5,64 dengan kategori agak suka hingga suka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *chia seed* tidak memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik aroma *cookies*. Kondisi tersebut diduga karena perubahan komposisi kimia antar perlakuan relatif kecil, dimana kadar protein *cookies* meningkat dari 5,26% menjadi 7,45%, sedangkan kadar karbohidrat menurun dari 60,66% menjadi 56,45%, sehingga senyawa volatil pembentuk aroma yang dihasilkan selama proses pemanggangan cenderung seragam. Karbohidrat, terutama gula, diketahui mengalami reaksi karamelisasi pada suhu tinggi yang menghasilkan aroma manis dan khas produk bakery, sedangkan protein bereaksi dengan gula pereduksi melalui reaksi *Maillard* yang menghasilkan senyawa volatil dengan karakter *roasted* dan *baked flavor* (Mba et al., 2023; Starowicz & Zieliński, 2019). Namun, perubahan komposisi antar perlakuan yang relatif kecil menyebabkan aroma *cookies* yang dihasilkan tidak berbeda nyata. Selain itu, *chia seed* diketahui memiliki karakter aroma yang relatif ringan dan netral sehingga tidak memberikan pengaruh dominan terhadap aroma produk (Paramita et al., 2020).

Skor hedonik warna *cookies* sorgum *chia seed* pada penelitian ini berada pada rentang 4,72–5,84 dengan kategori agak suka hingga suka dan menunjukkan bahwa penambahan *chia seed* memberikan pengaruh terhadap

karakteristik warna *cookies*. Kondisi tersebut diduga dipengaruhi oleh reaksi pencoklatan non-enzimatis selama proses pemanggangan, terutama reaksi *Maillard* dan karamelisasi (Kathuria et al., 2023). Reaksi *Maillard* terjadi antara protein dan gula pereduksi sehingga menghasilkan pigmen melanoidin berwarna coklat, sedangkan karamelisasi gula pada suhu tinggi turut membentuk warna coklat keemasan khas produk *bakery* (Kathuria et al., 2023). Selain itu, keberadaan pigmen alami dan partikel *chia seed* juga berkontribusi terhadap intensitas warna produk (Fatima et al., 2025). Pada konsentrasi *chia seed* yang lebih tinggi, warna *cookies* cenderung menjadi lebih gelap akibat meningkatnya intensitas pencoklatan selama pemanggangan serta distribusi partikel *chia seed* pada permukaan produk (Fatima et al., 2025). Kandungan senyawa fenolik pada sorgum dan *chia seed* juga diduga turut memengaruhi pembentukan warna karena dapat mengalami degradasi dan oksidasi selama proses pemanggangan sehingga mendukung terbentuknya warna coklat pada permukaan *cookies* (Melini et al., 2024; Schutte et al., 2024).

Gambar 3. Profil Sensori Cookies Sorgum Chia Seed (Skor Hedonik, skala 1-7)



Skor hedonik penerimaan keseluruhan (*overall acceptance*) *cookies* sorgum *chia seed* dalam penelitian ini berada pada rentang 5,04–5,44 yang secara keseluruhan masuk dalam kategori "agak suka". Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa penambahan *chia seed* tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap penerimaan keseluruhan pada seluruh perlakuan, yang mengindikasikan bahwa seluruh formulasi masih dapat diterima dengan baik oleh panelis. Penerimaan keseluruhan menggambarkan tingkat kesukaan panelis terhadap produk secara umum yang merupakan hasil penilaian terhadap berbagai atribut

sensori, seperti warna, aroma, rasa, dan tekstur (Pereira et al., 2021). Dengan demikian, ketidak signifikanan penerimaan keseluruhan ini konsisten dengan pola penerimaan pada atribut rasa dan aroma yang juga tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan. Meskipun atribut warna dan tekstur menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan, kontribusinya dalam membentuk persepsi keseluruhan ternyata tidak cukup untuk menghasilkan perbedaan yang signifikan secara statistik dalam penerimaan total. Perlakuan P3 (10% *chia seed*) memperoleh skor penerimaan keseluruhan tertinggi 5,44, yang diduga dipengaruhi oleh kombinasi atribut sensori yang paling seimbang antara konsentrasi dengan tekstur, warna, rasa, dan aroma. Sebaliknya, pada P4 (15% *chia seed*) skor penerimaan keseluruhan mengalami penurunan menjadi 5,04, yang mengindikasikan bahwa konsentrasi *chia seed* yang terlalu tinggi mulai memberikan dampak negatif pada beberapa atribut sensori, terutama warna yang terlalu gelap dan tekstur yang terlalu padat, sehingga menurunkan tingkat penerimaan panelis terhadap produk. Secara keseluruhan, penelitian ini mengindikasikan bahwa penambahan *chia seed* hingga konsentrasi 15% tidak menurunkan penerimaan *cookies* secara signifikan, namun konsentrasi 10% memberikan keseimbangan sensori yang paling optimal dan direkomendasikan dalam pengembangan produk *cookies* sorgum *chia seed*.

Hasil analisis kimia *cookies* sorgum *chia seed* selanjutnya dibandingkan dengan persyaratan mutu SNI 2973:2022 tentang Biskuit. Berdasarkan standar tersebut, kadar air biskuit dipersyaratkan maksimal 5,0% (b/b), dan seluruh perlakuan pada penelitian ini (P1: 4,38%; P2: 4,29%; P3: 4,20%; P4: 3,87%) telah memenuhi persyaratan tersebut. Dengan demikian, *cookies* sorgum *chia seed* yang dihasilkan pada seluruh taraf perlakuan secara umum telah memenuhi persyaratan kadar air SNI 2973:2022. Selain itu, SNI 2973:2022 juga mempersyaratkan kadar abu maksimal 2,0% (b/b) yang juga terpenuhi oleh seluruh perlakuan penelitian ini (1,31%–1,49%). Pemenuhan kedua persyaratan SNI ini mengindikasikan bahwa produk *cookies* sorgum *chia seed* berpotensi memenuhi persyaratan standar nasional biskuit dan layak untuk dikembangkan lebih lanjut ke skala produksi.

4. Kesimpulan

Penambahan *chia seed* pada *cookies* berbasis tepung sorgum memengaruhi karakteristik kimia produk, menghasilkan peningkatan kadar abu, protein, lemak, serta serat kasar, namun mengurangi kadar air dan karbohidrat. Pada karakteristik sensori, penambahan *chia seed* memengaruhi atribut tekstur dan warna, namun tidak secara signifikan memengaruhi rasa, aroma, dan keseluruhan. Konsentrasi penambahan terbaik diperoleh pada perlakuan *chia seed* 10% (P3) dengan kadar air 4,20% db, kadar abu 1,41% db, protein 6,82% db, lemak 34,24% db, serat kasar 1,49% db, dan karbohidrat

57,53% db, serta nilai sensori tekstur 5,92 (suka), warna 5,84 (suka), rasa 5,16 (agak suka), aroma 5,24 (agak suka), serta keseluruhan 5,44 (agak suka).

5. Daftar Pustaka

- Aisha, L. N., & Kurniasih, N. (2024). Nutritional and Antioxidant Analysis of Cookies Made From Sorghum Flour. *Jurnal ISTEK*, 86(5), 590–594. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-86-5-0590>
- Alebiosu, M. O., Akinbode, B. A., Oni, I. S., & Oladele, J. O. (2020). Quality Evaluation of Cookies Produced from Wheat, Sorghum and Defatted Coconut Flour Blends. *Asian Food Science Journal*, 17(3), 11–21. <https://doi.org/10.9734/afsj/2020/v17i330192>
- Angelov, A., Rangelov, I., Petkova, M., Chochkov, R., Shilev, S., & Gotcheva, V. (2025). Evaluation of the Nutritional Composition and Microbiological Quality of Sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench). *Foods*, 14(23), 1–21. <https://doi.org/10.3390/foods14234079>
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International (18th ed.)*. Gaithersburg, Maryland, USA: AOAC International.
- AOAC. (2006). *Official Methods of Analytical of The Association of Official Analytical Chemist*. Washington D. C., USA.
- AOAC. (2010). *Official Methods of Analysis of The Association of The Official Analytical Chemist*. Washington D. C., USA.
- Apostol, L., Belc, N., Gaceu, L., Oprea, O. B., & Popa, M. E. (2020). Sorghum flour: A valuable ingredient for bakery industry? *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(23), 1–16. <https://doi.org/10.3390/app10238597>
- Avif, A. N., & Dewi, A. O. T. (2022). Analisis Kandungan Zat Gizi, Fenol, Flavonoid, Fitat, dan Tanin pada Sorgum (Sorghum bicolor (L.) Moench). *Nutri-Sains: Jurnal Gizi, Pangan Dan Aplikasinya*, 6(2), 65–74. <https://doi.org/10.21580/ns.2022.6.2.7083>
- Awobusuyi, T. D., Siwela, M., & Pillay, K. (2020). Sorghum-insect composites for healthier cookies: nutritional, functional, and technological evaluation. *Foods*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/foods9101427>
- Azzam, C. R., Sayed M, M., Rizk, M. S., Arafa, R. A., Emad, S. A., & Hussein, A. M. S. (2025). Comparative analysis of nutritional, rheological, and sensory attributes of biscuits enriched with white and black chia seed powders: Evaluation under Egyptian cultivation conditions. *Nnovative Food Science & Emerging TechnologiesEmerging Technologies*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2025.104252>
- Badan Standarisasi Nasional. (2022). *SNI 2973:2022 - Biskuit*. Badan Standarisasi Nasional.
- Biswas, S., Islam, F., Imran, A., Zahoor, T., Noreen, R., Fatima, M., Zahra, S. M., & Asif Shah, M. (2023). Phytochemical profile, nutritional composition, and therapeutic potentials of chia seeds: A concise review. In *Cogent Food and Agriculture* (Vol. 9, Number 1). Informa Healthcare. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2220516>
- Bôa, G. da S. F., Silva, B. P. da M. I. de S. D., Duarte, F. L. M., Martino, H. S. D., & Binoti1, M. L. (2021). Sorghum, germinated millet and chia cookies: development, chemical composition and sensory analysis. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 71(3), 218–227. <https://doi.org/10.37527/2021.71.3.006>
- BPS. (2025). *Impor Biji Gandum dan Meslin menurut Negara Asal Utama, 2017-2024*. https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAxNiMx/impor-biji-gandum-dan-meslinmenurut-negara-asal-utama--2017-2023.html?utm_source=chatgpt.com
- Bukonja, S., Tomić, J., Pestorić, M., Maravić, N., Despotović, S., Tomićić, Z., Kiprovski, B., & Pantelić, N. n. (2025). Exploring Sorghum Flour as a Sustainable Ingredient in Gluten-Free Cookie Production. *Foods*, 14(15). <https://doi.org/10.3390/foods14152668>
- Chiang, J. H., Ong, D. S. M., Ng, F. S. K., Hua, X. Y., Tay, W. L. W., & Henry, C. J. (2021). Application of chia (Salvia hispanica) mucilage as an ingredient replacer in foods. *Trends in Food Science & Technology*, 115, 105–116. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.039>
- Esalson, D. O., Maherawati, M., & Hartanti, L. (2025). Karakteristik Sensori Cookies Gluten Free berdasarkan Perbandingan Tepung Sorgum (Sorghum bicolor L.) dan Tepung Kacang Merah (Phaseolus vulgaris L.). *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 14(4), 1003–1010. <https://doi.org/10.26418/jspe.v14i4.96403>
- Fatima, S., Altemimi, A. B., Ali, K., Inam-Ur-Raheem, M., Mukhtar, F., Yıkmış, S., Abdi, G., & Aadil, R. M. (2025). A comprehensive review on effect of chia seed, flaxseed, sesame seed and their derivatives on quality of bakery products. *Applied Food Research*, 5(2). <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.101534>
- Fernandes, S. S., Cardoso, S., Buranelo, M., Pablo, J., Martínez, Q., Rubi, M., Campos, S., & Murowaniecki, D. (2023). Chia mucilage carrier systems : A review of emulsion , encapsulation , and coating and film strategies. *Food Research International*, 172(March), 113125. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113125>
- Fernandes, S. S., & Salas-Mellado, M. de las M. (2017). Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. *Food Chemistry*, 227, 237–244. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.075>

- Fernando, W. M. A. D. B., Abdulraheem, R. A., Kariyawasam, K. P., Samarasinghe, A. S., Fernando, W. M. K. T., Barnes, H., Robertson, M., Jayatunga, D. P. W., De Silva, B. G. D. N. K., & Jayasena, V. (2025). Sorghum and Sorghum-Based Products: Nutritional Composition, Prebiotic Potential and Health Benefits in Gut Microbiota Interactions. *International Journal of Food Science*, 2025(1). <https://doi.org/10.1155/ijfo/7084868>
- Frankowski, J., Zielińska, A., Labudda, M., Kluz, M. I., Kačániová, M., & Kowalczewski, P. Ł. (2025). Health-Promoting Properties of Sorghum Bioactive Compounds—A Comprehensive Bibliometric Analysis. In *Nutrients* (Vol. 17, Number 23). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/nu17233732>
- Goyat, J., Passi, S. J., Suri, S., & Dutta, H. (2018). Development of Chia (*Salvia hispanica*, L.) and Quinoa (*Chenopodium quinoa*, L.) seed flour substituted cookies-physicochemical, nutritional and storage studies. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 6(3), 757–769. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.3.18>
- Jan, T., Hussain, S. Z., Rafiq, A., Naseer, B., Naqash, S., & Shafi, F. (2022). *Exploring chia seed for development of functional cookies-nutritional, phytochemical, textural, amino acid and fatty acid profiling*. 1–16. <https://www.researchsquare.com/article/rs-2268730/v1>
- Kathuria, D., Hamid, Gautam, S., & Abhimanyu, T. (2023). Maillard reaction in different food products: Effect on product quality, human health and mitigation strategies. *Food Control*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109911>
- Khalid, W., Arshad, M. S., Aziz, A., Rahim, M. A., Qaisrani, T. B., Afzal, F., Ali, A., Ranjha, M. M. A. N., Khalid, M. Z., & Anjum, F. M. (2023). Chia seeds (*Salvia hispanica* L.): A therapeutic weapon in metabolic disorders. *Food Science and Nutrition*, 11(1), 3–16. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3035>
- Khoirunnisa, A., Sutiadiningsih, A., Sulandari, L., & Romadhoni, I. F. (2025). Analisis Karakteristik Sensori dan Nutrisi Nutriroot Cookies: Proporsi Tepung Mocaf dan Pisang Raja (*Musa Paradisiaca* L) dengan Penambahan Tepung Kacang Merah. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6(5), 8184–8198. <https://doi.org/10.54373/imeij.v6i5.3996>
- Kulczynski, B., Kobus-Cisowska, J., Taczanowski, M., Kmiecik, D., & Gramza-Michałowska, A. (2019). The chemical composition and nutritional value of chia seeds – current state of knowledge. *Nutrients*, 1242(11), 1–16.
- Lewerissa, K. B., Palimbong, S., & Graciela, J. (2025). Physicochemical Quality Analysis of Ice Cream with the Addition of Various Concentration of Chia Seed (*Salvia Hispanica* L). *Journal of Nutrition College*, 14(1), 99–104. <https://doi.org/10.14710/jnc.v14i1.46494>
- Maja, Cör, D., Knez, Željko, Hrnčić, M. K., & Ivanovski, O. (2020). Chia Seeds (*Salvia Hispanica* L.): An Overview Phytochemical Profile, Isolation Methods, and Application. *Molecules*, 25(11), 1–19.
- Martínez, E., García-Martínez, R., Álvarez-Ortí, M., Rabadán, A., Pardo-Giménez, A., & Pardo, J. E. (2021). Elaboration of gluten-free cookies with defatted seed flours: Effects on technological, nutritional, and consumer aspects. *Foods*, 10(6), 1–9. <https://doi.org/10.3390/foods10061213>
- Mba, J. C., Paes, L. T., Viana, L. M., Ana, J., Queiroz, V., Duarte, S., Azevedo, L., Wanderlei, C., Carvalho, P. De, Ferrari, H., Augusto, F., & Barros, R. De. (2023). *Sorghum and Cowpea Flours*. 1–19.
- Melini, V., Vescovo, D., Melini, F., & Raffo, A. (2024). Bakery Product Enrichment with Phenolic Compounds as an Unexplored Strategy for the Control of the Maillard Reaction. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/app14062647>
- Nouri, M. (2025). The Impact of Adding Hemp, Chia, Flax and Basil Seed Mucilage on Characteristics of Gluten-Free Cake. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 14(3), 189–200. <https://doi.org/10.22101/JRIFST.2025.487122.1601>
- Paramita, F., Katmawanti, S., Kurniawan, A., Komariyah, P. N., Sabrina, M., & Aflah, D. (2020). Analisis sensori smoothies dengan penambahan chia seeds sebagai pangan tinggi serat. *Indonesian Journal of Public Health*, 5(2), 90–97.
- Pereira, P. A. P., de SOUZA, V. R., Schiassi, M. C. E. V., Dias, A. C. C., Queiroz, F., Pinheiro, A. C. M., Borges, S. V., & Cirillo, M. Â. (2021). The influence of sensory attributes on overall liking by a gamma regression model: An analysis of cerrado mixed fruits jams. *Food Science and Technology (Brazil)*, 41(3), 702–707. <https://doi.org/10.1590/fst.17920>
- Putri, R. A., Fitriani, S., & I, Y. K. D. (2025). PHYSICOCHEMICAL AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES OF CRACKERS FROM NATIVE. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 17(02). <https://doi.org/10.17969/jtipi.v17i2.33451>
- Rabail, R., Sultan, M. T., Khalid, A. R., Sahar, A. T., Zia, S., Kowalczewski, P. Ł., Jeżowski, P., Shabbir, M. A., & Aadil, R. M. (2022). Clinical, Nutritional, and Functional Evaluation of Chia Seed-Fortified Muffins. *Molecules*, 27(18), 1–14. <https://doi.org/10.3390/molecules27185907>

- Rahardjo, M., & Sihombing, M. (2025). Formulation of gluten-free bread using psyllium husk and chia seed seen from physical and sensory characteristics. *Agromix*, 16(1), 35–43. <https://doi.org/10.35891/agx.v16i1.5636>
- Rahayu, I. (2024). *Statistik konsumsi pangan 2024*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian.
- Rahayu, R. L., Mubarak, A. Z., & Istianah, N. (2021). Karakteristik Fisikokimia Cookies Dengan Variasi Tepung Sorgum Dan Pati Jagung Serta Variasi Margarin Dan Whey. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 9(2), 89–99. <https://doi.org/10.21776/ub.jp.a.2021.009.02.3>
- Rauf, M. A., Sharif, M. K., Naz, T., Razzak, M. A., Shahid, F., Aslam, T., Ali, R., & Ahmad, T. (2024). Utilization Of Chia Seed Mucilage To Reduce The Fat Contents In Muffins. *Utilization Of Chia Seed Mucilage To Reduce The Fat Contents In Muffins*, 11(2), 56–61. <https://doi.org/10.53555/sfs.v11i2.2099>
- Renzetti, S., van den Hoek, I., Stieger, M., & van der Sman, R. (2025). Decoupling texture from nutritional composition in sugar and fat reduced pound cake: A physico-chemical approach to bakery formulations. *Food Research International*, 203(January), 115815. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.115815>
- Santana, R. D. C., Tavares, M. B. F., Coimbra, J. S. D. R., Martins, M. A., & Sousa, R. D. C. S. D. (2025). Effect of Extraction Conditions of Chia (*Salvia hispanica* L.) Mucilage on Its Chemical, Rheological, and Emulsifying Properties. *ACS Food Science and Technology*, 5(2), 687–694. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.4c00845>
- Saporittis, K., Morales, R., & Martinez, M. J. (2024). High pressure homogenization: A promising approach to expand food applications of chia mucilage. *International Journal of Biological Macromolecules*, 293(2). <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.129787>
- Sarkar, A., Miah, M. S., Masum, M., Amin, M. S. A., & Alam, M. (2025). Fortification of wheat biscuits with chia seed fiber and flower waste: Nutritional, antinutritional, functional, and storage properties. *Applied Food Research*, 5(1). <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100864>
- Schutte, M., Hayward, S., & Manley, M. (2024). Nonenzymatic Browning and Antioxidant Properties of Thermally Treated Cereal Grains and End Products. *Journal of Food Biochemistry*, 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/3865849>
- Selva Rani, N., & Kavitha Maheswari, D. (2025). Nutritional and Sensory Evaluation of Cookies Fortified with Edible Seeds. In *International Journal of Environmental Sciences* (Vol. 11, Number 7). <https://www.theaspd.com/ijes.php>
- Setiaboma, W., Kristanti, D., & Afifah, N. (2020). Pendugaan umur simpan kukis mocaf dengan metode akselerasi berdasarkan kadar air kritis shelf life study of mocaf cookies using a critical moisture content approach. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 14(2), 167–175.
- Setiarto, R. H. B., Widhyastuti, N., & Saskiawan, I. (2017). Karakteristik Amilografi Tepung Sorgum Fermentasi dan Aplikasinya Pada Produk Cake dan Cookies Sorgum. In *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* (Vol. 28).
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., & Sari, M. P. (2010). *Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro*. IPB Press.
- Singh, S. ;, Mehvish, H., Debarchan, M., Kumar, Y., Shumaila, J., Khalid, B., & Kulsum, J. (2025). Sorghum proteins: A review on advances in extraction, functional and structural characterization, and emerging applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 318(3). <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.145039>
- Starowicz, M., & Zieliński, H. (2019). How Maillard Reaction Influences Sensorial Properties (Color, Flavor and Texture) of Food Products? *Food Reviews International*, 35(8), 707–725. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1600538>
- Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (2010). *Prosedur analisa untuk bahan makanan dan pertanian (2nd ed.)*. Liberty.
- Tomić, J., Škrobot, D., Dapčević-Hadnađev, T., Maravić, N., Rakita, S., & Hadnađev, M. (2022). Chia Seed Hydrogel as a Solid Fat Replacer and Structure Forming Agent in Gluten-Free Cookies. *MDPI*, 8(12). <https://doi.org/10.3390/gels8120774>
- Tüter, H., Taşkın, B., & Savlak, N. (2025). Chia-enhanced gluten-free biscuits: a study on nutritional enrichment, antioxidant bioaccessibility, and storage stability. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 19(8), 5857–5870. <https://doi.org/10.1007/s11694-025-03359-7>
- Vera-Cespedes, N., Muñoz, L. A., Rincón, M. Á., & Haros, C. M. (2023). Physico-Chemical and Nutritional Properties of Chia Seeds from Latin American Countries. *Foods*, 12(16), 1–18. <https://doi.org/10.3390/foods12163013>
- Vu, L., Kim, J., Choi, M. M., Kubota, J., & Feng, X. (2025). Quality and Consumer Acceptance of Chia Seed as an Egg Substitute in Brownies. *Foods*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/foods14050882>
- Wati, S. S., Permana, D. A. S., & Pertiwi, Y. (2025). Senyawa Bioaktif dan Aktivitas Antioksidan Biji Chia (*Salvia hispanica* L.) Sebagai Pangan Fungsional. *Empiricism Journal*, 6(4), 2784–2798. <https://doi.org/10.36312/v7zdr36>