

Available online at: <http://reactor.poltekatiptdg.ac.id/>**REACTOR****Journal of Research on Chemistry and Engineering**

| ISSN Online 2746-0401 |



Peningkatan Kandungan Nutrisi dan Mutu Biskuit Berbasis Tepung Sorgum Melalui Modifikasi Perendaman dan Fortifikasi Tepung Kedelai

Zuhriyan Ash Shiddieqy Bahlawan*, Megawati, Astrilia Damayanti, Faishol Abdurrafi, Gayuh Aditya Hutomo

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Sekaran Kec. Gn. Pati, Semarang, 50229, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: March 11, 2025

Revised: April 14, 2025

Accepted: April 18, 2025

KEYWORDS

Biscuits, Organoleptic, Proximate, Red Sorghum Flour, Soy Flour

CORRESPONDENCE*

Name: Zuhriyan Ash Shiddieqy Bahlawan

E-mail: zuhriyanb@mail.unnes.ac.id

ABSTRACT

Biscuits are a popular snack due to their practicality, affordability, and potential as a high-nutrition food. However, biscuit production in Indonesia still depends on imported wheat flour, which poses challenges, especially for people with gluten intolerance or wheat allergies. Therefore, the development of local flour alternatives is essential to support food diversification and reduce wheat dependence. Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) is a potential local cereal with high carbohydrates and gluten-free properties but contains tannins that can reduce nutritional quality. This study aimed to evaluate the effect of NaOH soaking on reducing tannin content in sorghum flour and its application in biscuit production with soybean flour fortification as a protein source. Sorghum was soaked in NaOH solution (0.1–0.3%) at 30–50°C. Biscuits were formulated with soybean flour substitution levels of 0–50%. The biscuits were analyzed for proximate composition, tannin content, and sensory properties. Data were analyzed using ANOVA test. Results showed that NaOH soaking reduced tannin content up to 72.455 ppm. Soybean flour substitution significantly affected protein, fat, and carbohydrate content ($p < 0.05$) but not crude fiber. The highest protein content (8.03%) was found in biscuits with 50% soybean flour, while the highest carbohydrate content (64.40%) was in biscuits without soybean flour. Sensory analysis showed no significant difference between biscuit variants ($p > 0.05$). This study demonstrates the potential of NaOH-modified sorghum flour combined with soybean flour fortification for producing high-nutrition biscuits and supporting local flour diversification in Indonesia.

PENDAHULUAN

Seiring dengan kegiatan yang semakin dinamis, manusia dituntut untuk efisien dalam aktivitas kesehariannya termasuk dalam hal pemenuhan kebutuhan gizi [1]. Biskuit merupakan salah satu produk pangan yang banyak dikonsumsi masyarakat modern sebagai camilan karena praktis, terjangkau, mudah dibuat, dan berpotensi sebagai sumber energi. Biskuit berbahan dasar tepung terigu umumnya mengandung energi cukup tinggi, yaitu sekitar 450–500 kkal per 100 gram, yang berasal dari kandungan karbohidrat dan lemaknya. Namun,

penggunaan tepung terigu masih bergantung pada impor dan kurang mendukung diversifikasi pangan lokal. Oleh karena itu, pengembangan biskuit berbasis tepung lokal seperti sorgum menjadi alternatif yang potensial, terutama sebagai produk pangan tinggi serat dan bebas gluten, yang lebih sesuai untuk konsumen dengan intoleransi gluten atau alergi terigu. Selain itu, kombinasi sorgum dengan tepung kedelai sebagai sumber protein diharapkan dapat meningkatkan nilai gizi biskuit, tidak hanya sebagai sumber energi tetapi juga sebagai camilan tinggi serat dan protein [2]. Namun, bahan baku biskuit tepung gandum yang diolah menjadi terigu belum dapat diproduksi sendiri di Indonesia dan masih dilakukan

impor dari negara lain [3]. Selain itu, gandum mengandung gluten yang cukup tinggi sekitar 25-31% yang menghasilkan dampak dapat menurunkan kekebalan tubuh sehingga berdampak negatif bagi penderita obesitas, kelelahan kronis, dan gangguan pencernaan [4]. Oleh karena itu, diperlukan bahan substitusi dalam pembuatan biskuit. Salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai bahan substitusi gandum dan dapat tumbuh di wilayah Indonesia adalah bulir dari tanaman sorgum merah (*Sorghum bicolor L. Moench*).

Sorgum adalah tanaman serbaguna yang termasuk dalam keluarga rumput-rumputan dari wilayah tropis [5]. Sorgum merah memiliki kelebihan dibandingkan dengan tanaman lain yaitu dapat ditanam di tanah dengan kondisi yang marginal (minim adanya air dan nutrisi), tanah rendah nutrisi, dan mudah dibudidayakan [6]. Beragam jenis sorgum memiliki karakteristik yang berbeda, ada yang khusus dikembangkan untuk kebutuhan pangan, ada pula yang difokuskan untuk pakan ternak, produksi bioetanol industri [7]. Kelebihan ini membuat sorgum menjadi tanaman strategis dalam upaya diversifikasi pangan dan ketahanan pangan global. Pada tahun 2023, jumlah produksi sorgum di Indonesia mencapai 1.021,240 ton [8]. Produksi sorgum merah di Indonesia saat ini cukup melimpah, hal ini merupakan potensi besar bagi sorgum untuk dijadikan sebagai bahan baku biskuit [9].

Sorgum merah memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi, diantaranya karbohidrat 67,5-76,4%, protein 8,2-16,4%, kadar air 9,6-12,9%, serat 2,1-8,5%, lemak 2,4-4,5% dan abu 1,1-2,2% [10]. Selain itu, sorgum memiliki kelebihan yaitu tidak mengandung gluten sehingga sangat cocok dijadikan alternatif pangan bagi orang yang sedang menjalani diet gluten [11]. Namun, sorgum merah memiliki kandungan tanin yang tinggi sekitar 2,7-10% sehingga menurunkan nilai gizi dan menyebabkan rasanya menjadi kurang enak dan menjadi salah satu zat anti nutrisi [12]. Berdasarkan BPOM RI untuk kandungan tanin biji sorgum utuh tidak boleh lebih dari 0,5%. Oleh karena itu, perlu adanya perlakuan khusus untuk mengurangi atau menghilangkan kandungan tanin yang terdapat dalam sorgum merah. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu dengan merendam biji sorgum menggunakan larutan basa encer [13]. Perendaman biji sorgum selama 8 jam menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi 0,05%, 0,1%, 0,2% secara berturut-turut dapat menurunkan kandungan tanin sebesar 70,3%, 76,5%, 80,9% [14]. Cara lain untuk meningkatkan nilai gizi tepung sorgum yaitu dengan cara fermentasi [5]. Selain penurunan kandungan tanin pada sorgum, perlu dilakukan pula fortifikasi untuk meningkatkan nilai gizi tepung sorgum khususnya kadar protein. Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk fortifikasi tepung

sorgum yaitu tepung kedelai. Kedelai memiliki kandungan gizi yang baik seperti protein 37,69%, lemak 28,2%, abu 4,29%, kadar air 8,07%, serat 5,44%, dan karbohidrat 16,31% [15].

Formulasi yang tepat diperlukan untuk mengetahui substitusi tepung kedelai dengan tepung sorgum sehingga diperoleh campuran tepung yang optimal. Penelitian pembuatan biskuit dengan bahan baku sorgum melalui pretreatment perendaman dan fortifikasi tepung kedelai masih belum banyak ditemukan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan penelitian mengenai formulasi komposisi atau fortifikasi antara tepung sorgum dengan tepung kedelai yang paling optimal terhadap karakteristik biskuit demi mewujudkan diversifikasi pangan bahan biskuit.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu, sorgum merah diperoleh dari petani sorgum di Kecamatan Playen Kabupaten Gunung Kidul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, tepung kedelai merek Dfood diperoleh dari pasar tradisional di Semarang, NaOH (Merck, Jerman), aquades diperoleh dari Laboratorium Pangan Teknik Kimia UNNES, margarin produksi Unilever Indonesia, gula pasir produksi PT Sugar Group Companies, gula palem diperoleh dari pasar tradisional Gunung Pati, Semarang, garam produksi PT. Unichem. Candi Indonesia, telur diperoleh dari pasar tradisional Gunung Pati, Semarang, *baking powder* produksi PT. Gunacipta Multirasa, dan soda kue produksi PT. Gunacipta Multirasa. Peralatan yang digunakan yaitu, gelas beaker, gelas ukur (Iwaki, Jepang), timbangan analitik (Radwag), timbangan digital (Rofa, India), *mixer* (Grande), dan oven (Mito, China).

Perlakuan Awal Tepung Sorgum Merah

Tahap pertama yang dilakukan yaitu pembuatan tepung sorgum merah termodifikasi perendaman. Biji sorgum merah direndam selama 8 jam, menggunakan larutan NaOH 0,1-0,5 % dan variasi suhu perendaman 30-50°C. Setelah dilakukan perendaman biji sorgum di cuci dengan akuades hingga pH netral dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50 °C selama 2 jam dan dilanjutkan dihaluskan dengan ukuran 80 mesh. Larutan sisa perendaman dianalisis kadar taninnya untuk menguji tannin terlarut. Konsentrasi tannin pada bulir sorgum dianalisis setiap 1 jam dengan 2 kali pengulangan. Selanjutnya pembuatan biskuit dengan berbagai variasi komposisi tepung sorgum merah termodifikasi fermentasi dan tepung kedelai. Variasi biskuit tepung sorgum merah yang digunakan yaitu 100%, 80%, 70%, 60%, dan 50% (b/b).

Produksi Biskuit

Adonan biskuit dibuat dengan mencampurkan tepung sorgum dan tepung kedelai sesuai variasi substitusi fortifikasi tepung kedelai 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% (b/b). Komposisi bahan dalam pembuatan biskuit meliputi tepung sorgum dan tepung kedelai 100 g, gula pasir 50 g, margarin 50 g, telur 1 butir (± 50 g), baking powder 1 g, dan vanili 1 g. Proses pembuatan diawali dengan mengocok margarin dan gula hingga mengembang, kemudian ditambahkan telur dan dikocok kembali hingga merata. Campuran tepung sorgum, tepung kedelai, baking powder, dan vanili ditambahkan sedikit demi sedikit hingga membentuk adonan yang kalis. Adonan kemudian dicetak sesuai selera dan dipanggang dalam oven pada suhu 150°C selama 20–25 menit. Biskuit yang telah matang didinginkan pada suhu ruang sebelum dilakukan analisis kandungan proksimat, kandungan tanin, dan uji organoleptik.

Analisis Tanin

Analisis kandungan tanin pada sampel dilakukan menggunakan metode Folin-Ciocalteu. Metode ini didasarkan pada reaksi senyawa fenolik, termasuk tanin, dengan reagen Folin-Ciocalteu yang membentuk senyawa kompleks berwarna biru. Sampel yang digunakan berasal dari larutan sisa perendaman biji sorgum. Larutan tersebut direaksikan dengan reagen Folin-Ciocalteu, kemudian intensitas warna biru yang terbentuk diukur nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 725 nm. Penentuan konsentrasi tanin dalam sampel dilakukan berdasarkan kurva standar yang dibuat menggunakan standar tanin, seperti asam tanat atau katekin. Untuk memastikan validitas metode, dilakukan uji linearitas dengan membuat larutan standar tanin pada beberapa konsentrasi (misalnya 0, 20, 40, 60, 80, 100 ppm) dan mengukur absorbansinya. Hasil uji linearitas dinyatakan valid apabila persamaan regresi linear yang diperoleh memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) mendekati 1,0 ($R^2 \geq 0,99$), yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan linier yang kuat antara konsentrasi tanin standar dengan nilai absorbansi. Kurva standar inilah yang digunakan untuk menghitung kandungan tanin dalam sampel uji.

Analisis Nutrisi

Analisis proksimat dilakukan di Laboratorium Kimia Pangan dan Biokimia, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret. Analisa proksimat yang dilakukan meliputi uji kadar air, kadar mineral, kadar lemak menggunakan metode *soxhlet* (AOAC) nomor 902.158, kadar protein menggunakan metode *kjeldahl* (AOAC) nomor 990.03, kadar karbohidrat menggunakan metode *by difference* (AOAC) nomor 955.3, dan kadar serat

kasar menggunakan metode hidrolisis asam kuat basa kuat (AOAC) nomor 978.10.

Analisis Organoleptik

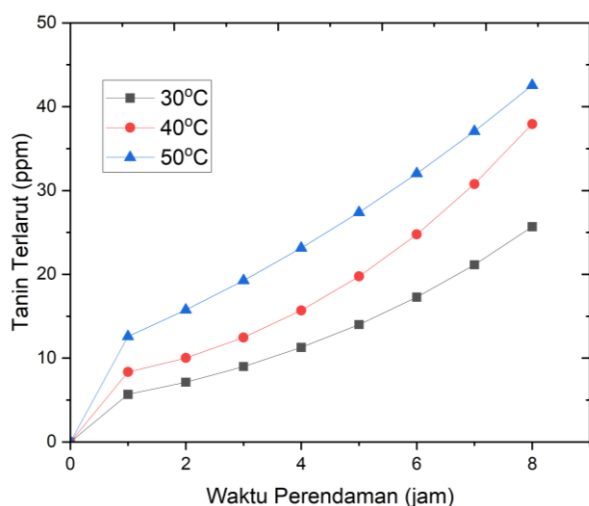
Analisis organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap produk biskuit sorgum merah hasil fortifikasi tepung kedelai. Pengujian dilakukan kepada 20 panelis tidak terlatih yang berasal dari kalangan mahasiswa dan masyarakat umum dengan kriteria acak. Variasi biskuit yang diuji terdiri dari lima formulasi, yaitu biskuit dengan tepung sorgum merah 100%, 80%, 70%, 60%, dan 50% (b/b). Atribut sensoris yang diuji meliputi aroma, warna, rasa, dan tekstur. Aroma dinilai berdasarkan intensitas wangi khas biskuit dan aroma bahan baku (kedelai dan sorgum). Warna dinilai berdasarkan tingkat kecerahan dan penampakan warna biskuit yang menarik. Rasa dinilai berdasarkan keseimbangan rasa manis, gurih, dan tidak ada rasa sepat atau pahit dari sorgum. Tekstur dinilai berdasarkan tingkat kerenyahan dan kerapuhan biskuit saat digigit. Analisa ini dilakukan menggunakan skala hedonic dengan skala 2: sangat tidak suka, 4: tidak suka, 6: netral, 8: suka, dan 10: sangat suka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

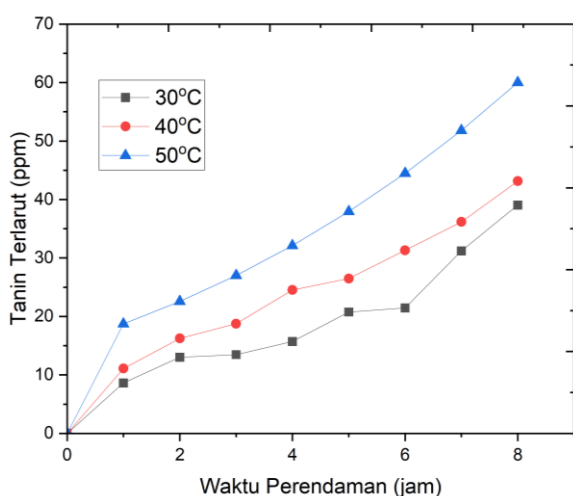
Analisis Tanin Hasil Perendaman

Gambar 1 menunjukkan bahwa kandungan tannin terlarut dalam sorgum meningkat seiring bertambahnya waktu perendaman. Hal ini sejalan dengan prinsip difusi, di mana semakin lama waktu kontak antara sorgum dan larutan NaOH, semakin banyak tannin yang terlarut ke dalam media perendaman [16]. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa perendaman dalam larutan alkali dapat meningkatkan kelarutan tannin akibat pelepasan ikatan antara tannin dan protein atau polisakarida dalam matriks sorgum [17].

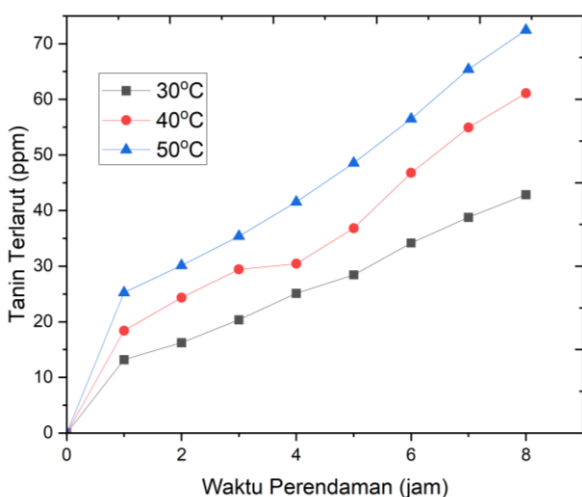
Selain itu, suhu perendaman memberikan pengaruh signifikan terhadap pelepasan tannin dari sorgum. Pada setiap konsentrasi NaOH (0,1%, 0,2%, dan 0,3%), kandungan tannin terlarut lebih tinggi pada suhu yang lebih tinggi. Pelarutan tanin tertinggi terjadi pada konsentrasi NaOH 0,3% mencapai 72.455 ppm. Hal ini dapat dijelaskan melalui peningkatan energi kinetik molekul pada suhu yang lebih tinggi, yang mempercepat pergerakan molekul NaOH dan mempercepat reaksi hidrolisis ikatan tannin dengan komponen lain dalam sorgum [18]. Dengan meningkatnya suhu, struktur seluler sorgum juga dapat mengalami pelunakan, sehingga mempercepat pelepasan tannin ke dalam larutan.



(a)



(b)



(c)

Gambar 1. Konsentrasi tanin terlarut dengan pelarut (a) NaOH 0,1%, (b) NaOH 0,2%, (c) NaOH 0,3%.

Konsentrasi NaOH juga berperan penting dalam meningkatkan kelarutan tannin. Gambar 1 menunjukkan bahwa pada konsentrasi NaOH 0,3% (Gambar 1c), kandungan tannin terlarut lebih tinggi dibandingkan

dengan perendaman menggunakan NaOH 0,1% (Gambar 1a) dan 0,2% (Gambar 1b). Hal ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah ion hidroksida (OH^-) dalam larutan, yang mempercepat proses degradasi ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik yang mengikat tannin dalam jaringan sorgum [19]. Studi lain juga mengungkapkan bahwa perlakuan alkali efektif dalam mengurangi kandungan tannin melalui mekanisme pembukaan cincin flavonoid dalam struktur tannin, yang meningkatkan kelarutannya [17].

Tren peningkatan kandungan tannin terlarut yang lebih signifikan pada awal perendaman (1-4 jam) menunjukkan bahwa pelepasan tannin terjadi lebih cepat pada tahap awal sebelum melambat pada periode berikutnya. Hal ini dapat dikaitkan dengan fakta bahwa tannin yang terdapat di permukaan butiran sorgum lebih mudah larut dibandingkan dengan tannin yang terikat lebih kuat dalam matriks selulosa dan lignin [20]. Seiring waktu, laju pelepasan tannin menurun karena tannin yang tersisa berada dalam bagian yang lebih sulit diekstrak.

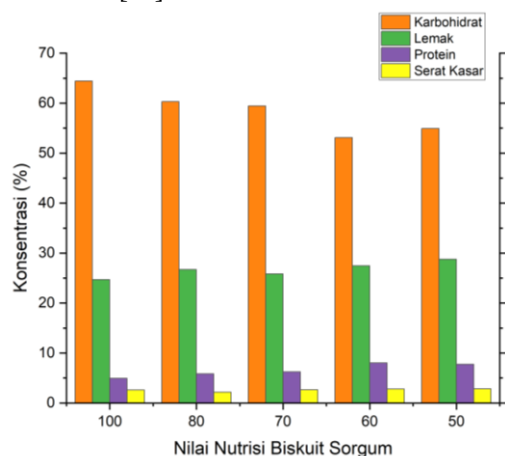
Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa kombinasi parameter perendaman, yaitu waktu, suhu, dan konsentrasi NaOH, memiliki peran penting dalam efektivitas ekstraksi tannin dari sorgum. Oleh karena itu, untuk mendapatkan hasil ekstraksi yang optimal, perlu ditentukan parameter perendaman yang paling efisien dalam menurunkan kandungan tannin tanpa merusak kualitas sorgum sebagai bahan pangan.

Analisis Nutrisi

Karbohidrat

Karbohidrat adalah sumber utama energi bagi tubuh manusia, memberikan bahan bakar untuk aktivitas sehari-hari dan fungsi otak [21]. Selain itu, karbohidrat juga membantu mengatur metabolisme, menjaga keseimbangan gula darah, dan mencegah penyakit kronis seperti diabetes dan penyakit jantung. Dalam aktivitas fisik, karbohidrat mendukung performa dan pemulihan otot. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa rata-rata konsentrasi karbohidrat tiap biskuit yang dihasilkan mencapai di atas 50,00% dengan konsentrasi tertinggi mencapai 64,40%. Konsentrasi tertinggi karbohidrat pada biskuit diperoleh tanpa penambahan tepung kedelai pada biskuit. Penambahan tepung kedelai pada biskuit mempengaruhi penurunan nilai karbohidrat mencapai 54,20%. Hal ini dikarenakan tepung kedelai sebagai substitusi tepung hanya memiliki kandungan karbohidrat sebesar 35,00% [22]. Disisi lain penurunan nilai karbohidrat pada biskuit memiliki beberapa keuntungan. Bagi konsumen yang ingin mengontrol asupan karbohidrat mereka biskuit dapat dijadikan salah satu sumber alternatif makanan untuk program diet maupun

penderita diabetes. Dengan menurunkan asupan karbohidrat dalam pola makan, konsumsi biskuit ini berpotensi membantu meningkatkan kadar kolesterol baik (HDL) dalam darah, sekaligus menurunkan risiko terjadinya penyakit jantung dan stroke [23]. Selain itu, lemak nabati diketahui memiliki efek anti-inflamasi yang berperan dalam menekan respon peradangan di dalam tubuh, sehingga berpotensi mencegah terjadinya penyakit degeneratif seperti artritis dan gangguan kardiovaskular [24].



Gambar 2. Grafik perbandingan hasil analisis proksimat biskuit

Protein

Kandungan protein dalam makanan adalah faktor penting yang menentukan nilai gizi suatu produk pangan. Protein merupakan salah satu zat gizi makro yang berperan penting bagi tubuh, terutama dalam proses pembentukan dan perbaikan jaringan, sintesis enzim dan hormon, serta berkontribusi dalam menjaga dan meningkatkan sistem imun tubuh [25]. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa penambahan kedelai mempengaruhi peningkatan konsentrasi protein pada biskuit yang dihasilkan. Konsentrasi tertinggi diperoleh saat penambahan 50,00% tepung kedelai dengan hasil protein mencapai 7,13%. Hasil analisis kadar protein pada biskuit sorgum fortifikasi kedelai menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi tepung kedelai yang ditambahkan, maka kadar protein dalam biskuit cenderung meningkat. Hal ini sejalan dengan karakteristik tepung kedelai yang memiliki kandungan protein tinggi dalam bentuk kering, yaitu mencapai 35,00–40,00% [26]. Namun, peningkatan kadar protein tidak selalu linear, terutama pada formulasi dengan penambahan tepung kedelai lebih dari 40%, yang cenderung menunjukkan kenaikan kadar protein yang tidak terlalu signifikan. Hal ini diduga dipengaruhi oleh proses pemanggangan biskuit pada suhu tinggi (150°C selama 20–25 menit) yang dapat menyebabkan denaturasi protein [27]. Meskipun proses denaturasi tidak memutuskan ikatan peptida, namun dapat menurunkan nilai kandungan protein terukur karena adanya perubahan struktur protein yang lebih mudah larut dan

hilang dalam proses produksi [28]. Dengan demikian, proses fortifikasi tepung sorgum dengan tepung kedelai dalam penelitian ini dapat dikatakan efektif meningkatkan kadar protein biskuit hingga mencapai standar minimal produk biskuit komersial, yaitu 4,00% [29]. Namun, untuk mendapatkan kadar protein optimum diperlukan pengaturan rasio tepung kedelai dan perlakuan proses produksi yang tepat agar kehilangan protein akibat perlakuan panas dapat diminimalisasi.

Serat Kasar

Serat kasar dalam suatu bahan pangan atau sering disebut serat makanan adalah salah satu bagian dari tumbuhan yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan manusia. Dari Gambar 2. Dapat dilihat bahwa bahwa variasi perbandingan konsentrasi tepung sorgum dengan tepung kedelai tidak berpengaruh secara signifikan terhadap konsentrasi serat kasar yang dihasilkan pada biskuit. Kadar serat kasar yang terkandung dalam kelima variasi biskuit berkisar antara 3,01-3,53%. Hal tersebut dikarenakan serat kasar dari bulir sorgum dan kedelai hanya berkisar antara 2,00-4,00% tergantung jenis varietasnya. Secara umum, biskuit yang telah diproduksi tergolong makanan tinggi serat. Secara umum, klasifikasi biskuit sebagai produk yang tinggi serat kandungan serat dalam biskuit harus mencapai minimal 3,00% atau lebih [31].

Analisa Organoleptis

Aroma

Aroma merupakan kesan yang timbul akibat terpaparnya indra penciuman oleh partikel-partikel bau yang dimiliki oleh suatu zat. Aroma dihasilkan dari perpaduan bahan yang digunakan. Tingkat kesukaan tertinggi panelis terhadap parameter aroma dimiliki oleh biskuit dengan variasi komposisi tepung sorgum merah 100% dengan nilai 7,52. Semakin banyak tepung kedelai yang ditambahkan pada biskuit penilaian organoleptik menyebabkan penurunan nilai. Hal tersebut dikarenakan tepung kedelai memiliki aroma yang cukup kuat dan cenderung memiliki aroma langu [34].

Warna

Warna menjadi kesan awal yang diamati panelis melalui indera penglihatan. Tampilan warna yang menarik dapat meningkatkan ketertarikan konsumen dan mendorong keinginan untuk mencoba suatu produk. Tingkat kesukaan tertinggi panelis pada parameter warna dimiliki oleh biskuit dengan konsentrasi tepung sorgum merah 100% dengan nilai 7,67. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seiring dengan penambahan konsentrasi tepung kedelai pada biskuit maka warna biskuit akan cenderung lebih cerah. Hal ini dikarenakan tepung kedelai memiliki warna putih kekuningan, berbeda dengan tepung sorgum merah yang memiliki warna coklat gelap [35]. Sehingga

produk biskuit yang dihasilkan menyebabkan warna yang cukup terang.

Rasa

Rasa merupakan parameter terpenting dalam menentukan cita rasa makanan. Rasa yang bervariasi cenderung lebih diminati dibandingkan makanan yang rasanya hanya satu varian saja. Tingkat kesukaan tertinggi panelis dimiliki oleh biskuit dengan konsentrasi tepung sorgum merah 100% dengan nilai 8,51 dan nilai terendah dengan campuran 50% kedelai dengan nilai

6,42. Tepung kedelai cenderung memiliki rasa pahit yang khas [36]. Rasa pahit ini seringkali disebabkan oleh komponen-komponen tertentu dalam kedelai yang tidak dihilangkan selama proses pengolahan. Selain rasa pahit, tepung kedelai juga memiliki rasa kacang yang kuat. Senyawa seperti isoflavon dan saponin yang secara alami terdapat dalam kedelai dikenal memiliki rasa pahit [37]. Isoflavon, meskipun bermanfaat bagi kesehatan, bisa memberikan rasa pahit, sementara saponin, yang sering ditemukan di kulit luar biji kedelai, juga memiliki sifat pahit.

Tabel 1. Hasil Analisa Organoleptis

Sampel	Aroma	Rasa	Tekstur	Warna	Gambar
100% Sorgum	7,52	8,51	6,74	7,67	
80% Sorgum 20% kedelai	7,02	7,54	7,66	6,11	
70% Sorgum 30% kedelai	6,61	6,44	6,54	6,60	
60% Sorgum 40% kedelai	6,22	6,31	5,88	6,22	
50% Sorgum 50% kedelai	6,34	6,42	6,28	6,38	

Tekstur

Tekstur pada makanan adalah respons dari indra peraba di dalam mulut terhadap rangsangan fisik yang ditimbulkan saat makanan bersentuhan dan dikunyah di dalam rongga mulut. Nilai tertinggi untuk parameter tekstur dimiliki oleh biskuit dengan konsentrasi tepung sorgum merah sebesar 80% dengan nilai 7,66. Tekstur pada biskuit memainkan peran penting dalam menentukan pengalaman sensoris dan kepuasan konsumen. Tekstur yang tepat dapat memberikan sensasi renyah atau lembut yang diinginkan, meningkatkan kenikmatan makan dan persepsi kualitas produk.

KESIMPULAN

Berdasarkan data uji proksimat, terdapat perbedaan nyata pengaruh penambahan tepung kedelai terhadap kadar karbohidrat, lemak, dan protein biskuit, tetapi tidak terdapat perbedaan nyata terhadap kadar serat kasar biskuit. Nilai nutrisi tertinggi terdapat pada biskuit dengan penambahan 50% tepung kedelai, yaitu kandungan karbohidrat sebesar 55,20%, lemak 24,82%, protein 8,03%, dan serat 3,45%. Namun, penambahan tepung kedelai sebanyak 50% menyebabkan penurunan kualitas nilai penerimaan konsumen terhadap biskuit. Selain itu, proses modifikasi sorgum melalui perendaman menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi tertentu terbukti efektif menurunkan kandungan tanin hingga 72.455 ppm, sesuai dengan standar keamanan konsumsi. Penurunan kandungan tanin ini menjadi keunggulan tersendiri karena dapat mengurangi efek anti-nutrisi dari sorgum serta meningkatkan pencernaan protein dalam produk akhir. Dengan demikian, biskuit berbahan dasar sorgum termodifikasi dan fortifikasi tepung kedelai ini memiliki potensi sebagai produk pangan fungsional yang tinggi protein, bebas gluten, rendah tanin, dan mendukung program diversifikasi pangan berbasis sumber daya lokal di Indonesia.

ACKNOWLEDGEMENT

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang atas *funding* yang diberikan dan dana dari DIPA Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang Tahun 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. A. S. Bahlawan, A. Damayanti, N. Arif Majid, A. Herstyawan, and R. A. Hapsari, "Gembili (*Dioscorea esculenta*) tube modification via hydrogen peroxide oxidation," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1444, no. 1, p. 012007, Jan. 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1444/1/012007.
- [2] Z. A. S. Bahlawan, A. Damayanti, Megawati, K.

Cahyari, N. Andriani, and R. A. Hapsari, "Study of glucomannan extraction with hydrochloric acid catalyst and alcohol solvent based on porang tuber flour (*Amorphophallus oncophyllus*)," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 700, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/700/1/012069.

- [3] H. Hidayati, M. Mikhratunnisa, and I. Nairfana, "Studi Perbandingan Penggunaan Ragi Nkl dan Ragi Tape Sumbawa Terhadap Mutu Organoleptik, Ph, dan Kadar Gula Tape Ketan Putih (*Oryza Sativa L. Var Glutinosa*)," *J. Teknol. dan Mutu Pangan*, vol. 1, no. 1, pp. 1–4, 2022, doi: 10.30812/jtmp.v1i1.2176.
- [4] S. Rai, A. Kaur, and C. S. Chopra, "Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People," *Front. Nutr.*, vol. 5, no. December, pp. 1–23, 2018, doi: 10.3389/fnut.2018.00116.
- [5] Z. A. S. Bahlawan, A. Damayanti, Megawati, K. Cahyari, Y. Margiyanti, and M. Mufidati, "Effect of Fortification and Fermentation on the Nutritional Value of Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Flour," *Trends Sci.*, vol. 19, no. 15, p. 5534, Aug. 2022, doi: 10.48048/tis.2022.5534.
- [6] S. Yusra and E. Putri, "Karakteristik Fisikokimia Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) Varietas Lokal Merah dengan Fermentasi Spontan," *J. Agroteknologi*, vol. 16, no. 02, p. 163, 2023, doi: 10.19184/j-agt.v16i02.35046.
- [7] Z. A. S. Bahlawan *et al.*, "Immobilization of *Saccharomyces cerevisiae* in Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) Seed Fiber for Bioethanol Production," *ASEAN J. Chem. Eng.*, vol. 22, no. 1, pp. 156–167, Jun. 2022, doi: 10.22146/AJCHE.69781.
- [8] Badan Pusat Statistik (BPS), "Statistical Yearbook of Indonesia 2023," *BPS-Statistics*, vol. 1101001, p. 790, 2020, Accessed: Jun. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/publication/2022/02/25/0a2afea4fab72a5d052cb315/statistik-indonesia-2022.html>
- [9] S. Syafitri, W. Priawantiputri, and M. Dewi, "Produk Biskuit Sumber Zat Besi Berbasis Bayam dan Tepung Sorgum Sebagai Makanan Tambahan Ibu Hamil," *J. Ris. Kesehat. Poltekkes Depkes Bandung*, vol. 11, no. 2, pp. 13–21, 2019, [Online]. Available: <https://juriskes.com/index.php/jrk/article/view/676>
- [10] Z. Bahlawan and S. K. Kumoro, Andri Cahyo; Megawati; Wahono, "Physico-Chemical Characteristics of Novel Analog Rice from Fermented Sorghum Flour by *Rhizopus oligosporus* and Soybean Flour," *Curr. Res. Nutr. Food Sci.*, vol. 11, no. 3, 2023.
- [11] M. I. Curti, P. M. Palavecino, M. Savio, M. V. Baroni, and P. D. Ribotta, "Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Gluten-Free Bread: The Effect of Milling Conditions on the Technological

- Properties and In Vitro Bioaccessibility of Polyphenols and Minerals,” *Foods*, vol. 12, no. 16, 2023, doi: 10.3390/foods12163030.
- [12] S. M. Sembor, H. Liwe, N. N. Lontaan, and M. R. Imbar, “Karakteristik fisika kimia salami ayam petelur afkir menggunakan tepung sorgum (*sorghum bicolor* L.) sebagai bahan pengisi (filler),” *Zootec*, vol. 41, no. 2, p. 379, 2021, doi: 10.35792/zot.41.2.2021.35545.
- [13] S. Gunawan, S. Sijid, and Hafsan, “Sorghum for food self-sufficiency in Indonesia (A review) (Sorghum untuk Indonesia swasembada pangan: Sebuah review),” *Biol. Life*, no. November, pp. 49–54, 2017.
- [14] N. M. M. Ali, A. H. El Tinay, A. E. O. Elkhaila, O. A. Salih, and N. E. Yousif, “Effect of alkaline pretreatment and cooking on protein fractions of a high-tannin sorghum cultivar,” *Food Chem.*, vol. 114, no. 2, pp. 646–648, May 2009, doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2008.10.001.
- [15] P. Qin, T. Wang, and Y. Luo, “A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development,” *J. Agric. Food Res.*, vol. 7, p. 100265, Mar. 2022, doi: 10.1016/J.JAFR.2021.100265.
- [16] S. Gunawan, I. Dwitasari, N. Rahmawati, R. Darmawan, H. W. Aparmarta, and T. Widjaja, “Effect of process production on antinutritional, nutrition, and physicochemical properties of modified sorghum flour,” *Arab. J. Chem.*, vol. 15, no. 10, p. 104134, 2022.
- [17] Z. A. S. Bahlawan, A. C. Kumoro, S. K. Wahono, M. Megawati, and C. P. Tan, “Thermal and Concentration Impacts on Tannin and Physical Properties Changes during Alkaline Soaking of Sorghum Grain,” *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, vol. 120, no. 2, pp. 115–124, 2024, doi: 10.37934/arfm.120.2.115124.
- [18] V. Testa, M. Gerardi, L. Zannini, M. Romagnoli, and P. E. Santangelo, “Hydrogen production from aluminum reaction with NaOH/H₂O solution: Experiments and insight into reaction kinetics,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 83, no. August, pp. 589–603, 2024, doi: 10.1016/j.ijhydene.2024.08.152.
- [19] M. A. Qadeer *et al.*, “A review on fundamentals for designing hydrogen evolution electrocatalyst,” *J. Power Sources*, vol. 613, no. June, p. 234856, 2024, doi: 10.1016/j.jpowsour.2024.234856.
- [20] E. Cardoso-Gutierrez *et al.*, “Effect of tannins from tropical plants on methane production from ruminants: A systematic review,” *Vet. Anim. Sci.*, vol. 14, p. 100214, Dec. 2021, doi: 10.1016/J.VAS.2021.100214.
- [21] E. Jéquier, “Carbohydrates as a source of energy,” *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 59, no. 3 Suppl, 1994, doi: 10.1093/AJCN/59.3.682S.
- [22] M. Taghdir, S. M. Mazloomi, N. Honar, M. Sepandi, M. Ashourpour, and M. Salehi, “Effect of soy flour on nutritional, physicochemical, and sensory characteristics of gluten-free bread,” *Food Sci. Nutr.*, vol. 5, no. 3, p. 439, May 2017, doi: 10.1002/FSN3.411.
- [23] O. E. Okobi *et al.*, “Effect of Avocado Consumption on Risk Factors of Cardiovascular Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis,” *Cureus*, vol. 15, no. 6, Jun. 2023, doi: 10.7759/CUREUS.41189.
- [24] S. Coniglio, M. Shumskaya, and E. Vassiliou, “Unsaturated Fatty Acids and Their Immunomodulatory Properties,” *Biology (Basel)*, vol. 12, no. 2, Feb. 2023, doi: 10.3390/BIOLOGY12020279.
- [25] A. LaPelusa and R. Kaushik, “Physiology, Proteins,” *StatPearls*, Nov. 2022, Accessed: Jun. 03, 2024. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK555990/>
- [26] V. Kohli and S. Singha, “Protein digestibility of soybean: how processing affects seed structure, protein and non-protein components,” *Discov. Food*, vol. 4, no. 1, pp. 1–16, Dec. 2024, doi: 10.1007/S44187-024-00076-W/FIGURES/3.
- [27] C. Xia *et al.*, “Effect of roasting temperature on lipid and protein oxidation and amino acid residue side chain modification of beef patties,” *RSC Adv.*, vol. 11, no. 35, p. 21629, Jun. 2021, doi: 10.1039/D1RA03151A.
- [28] S. Minj and S. Anand, “Whey Proteins and Its Derivatives: Bioactivity, Functionality, and Current Applications,” *Dairy 2020, Vol. 1, Pages 233-258*, vol. 1, no. 3, pp. 233–258, Nov. 2020, doi: 10.3390/DAIRY1030016.
- [29] M. Goubgou, L. T. Songré-Ouattara, F. Bationo, H. Lingani-Sawadogo, Y. Traoré, and A. Savadogo, “Biscuits: a systematic review and meta-analysis of improving the nutritional quality and health benefits,” *Food Prod. Process. Nutr.*, vol. 3, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1186/S43014-021-00071-Z.
- [30] J. Yang *et al.*, “Changes in the glucose and insulin responses according to high-protein snacks for diabetic patients,” *Nutr. Res. Pract.*, vol. 15, no. 1, p. 54, Feb. 2021, doi: 10.4162/NRP.2021.15.1.54.
- [31] L. M. Paucar-Menacho, W. D. Simpalo-López, W. E. Castillo-Martínez, L. J. Esquivel-Paredes, and C. Martínez-Villaluenga, “Improving Nutritional and Health Benefits of Biscuits by Optimizing Formulations Based on Sprouted Pseudocereal Grains,” *Foods*, vol. 11, no. 11, p. 1533, Jun. 2022, doi: 10.3390/FOODS11111533/S1.
- [32] W. Khalid, M. S. Arshad, A. Jabeen, F. Muhammad Anjum, T. B. Qaisrani, and H. A. R. Suleria, “Fiber-enriched botanicals: A therapeutic tool against certain metabolic ailments,” *Food Sci. Nutr.*, vol. 10, no. 10, pp. 3203–3218, 2022, doi: 10.1002/fsn3.2920.

- [33] C. B. Ioniță-Mîndrican *et al.*, “Therapeutic Benefits and Dietary Restrictions of Fiber Intake: A State of the Art Review,” *Nutrients*, vol. 14, no. 13, pp. 100–125, 2022, doi: 10.3390/nu14132641.
- [34] Kamilah *et al.*, “Cookies Tepung Kedelai dan Tepung Jali Sebagai Makanan Selingan Ibu Hamil Hiperemesis Gravidarum Grade 1,” *J. Gizi dan Diet.*, vol. 1, no. 1, pp. 35–48, 2022.
- [35] A. A. Aninditia, D. Y. Setyaji, and V. I. Pujiastuti, “PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG KACANG KEDELAI (*Glycine max*) TERHADAP KADAR PROTEIN DAN MUTU ORGANOLEPTIK CILOK,” *J. Nutr. Coll.*, vol. 12, no. 4, pp. 260–267, 2023, doi: 10.14710/jnc.v12i4.37505.
- [36] Y. Jayadi *et al.*, “Pengaruh Substitusi Tepung Kedelai Terhadap Penerimaan Dan Kandungan Gizi Sakko-Sakko the Effect of Soybean Flour Substitution Toward the Acceptance and the Nutritional Content of Sakko-Sakko,” pp. 122–130, 2012.
- [37] I. S. Kim, C. H. Kim, and W. S. Yang, “Physiologically active molecules and functional properties of soybeans in human health—a current perspective,” *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 22, no. 8, 2021, doi: 10.3390/ijms22084054.