

The Effect of the Proportion of Siam Citrus (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) Pomace Flour with Sorghum (*Sorghum bicolor*) Flour on the Characteristics of Gluten-Free Biscuits

Pengaruh Proporsi Tepung Ampas Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) dengan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor*) terhadap Karakteristik Biskuit Bebas Gluten

Puspita Della Aini¹⁾, Lukman Hudi^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: lukmanhudi@umsida.ac.id

Abstract. This study aimed to determine the effect of Siam citrus peel flour and sorghum flour proportions on the characteristics of gluten-free biscuits. The research employed a single-factor Randomized Block Design (RBD) with ANOVA followed by a 5% HSD test. Observed parameters included antioxidant activity, moisture content, ash content, physical texture, color (L^* , a^* , b^*), and organoleptic attributes (color, taste, aroma, and texture) using the Friedman test. The results showed that flour proportion significantly affected moisture content, physical texture, a^* and b^* color values, as well as taste and aroma, but had no significant effect on ash content, antioxidant activity, L^* color value, and organoleptic color and texture. The best treatment was 80% Siam citrus peel flour and 20% sorghum flour (P7), with antioxidant activity of 14.31 mg TE/100 g, moisture content 6.10%, ash content 2.14%, texture 6.67 N, and the most preferred aroma.

Keywords - gluten-free biscuits; sorghum; siam orange pomace; antioxidant activity

Abstrak. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh proporsi tepung ampas jeruk siam dan tepung sorgum terhadap karakteristik biskuit bebas gluten. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) tunggal dengan analisis ANOVA dan uji lanjut BNJ 5%. Parameter yang diamati meliputi aktivitas antioksidan, kadar air, kadar abu, tekstur fisik, warna (L^* , a^* , b^*), serta uji organoleptik (warna, rasa, aroma, tekstur) menggunakan uji Friedman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proporsi tepung berpengaruh nyata terhadap kadar air, tekstur fisik, warna a^* dan b^* , serta organoleptik rasa dan aroma, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu, aktivitas antioksidan, warna L^* , serta organoleptik warna dan tekstur. Perlakuan terbaik diperoleh pada proporsi tepung ampas jeruk siam 80% dan tepung sorgum 20% (P7) dengan aktivitas antioksidan 14,31 mg TE/100 g, kadar air 6,10%, kadar abu 2,14%, tekstur 6,67 N, serta aroma yang paling disukai panelis.

Kata Kunci - biskuit bebas gluten; sorgum; ampas jeruk siam; aktivitas antioksidan

I. PENDAHULUAN

Biskuit merupakan salah satu produk pangan kering yang banyak dikonsumsi oleh berbagai kalangan karena praktis, memiliki cita rasa yang beragam, serta umur simpan yang relatif panjang [1]. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 2973:2011, biskuit didefinisikan sebagai produk pangan yang dibuat dari adonan berbasis tepung dengan penambahan gula dan/atau lemak, kemudian dipanggang hingga mencapai kadar air tertentu [2]. Karakteristik biskuit yang fleksibel terhadap penggunaan berbagai jenis bahan baku menjadikannya produk yang potensial untuk dikembangkan dengan formulasi alternatif sesuai dengan kebutuhan dan tren pangan saat ini, seperti meningkatnya permintaan terhadap produk bebas gluten, tinggi serat, pangan fungsional, serta pemanfaatan bahan pangan lokal dan limbah hasil olahan yang bernilai tambah [3]. Menurut SNI 2973:2011, mutu biskuit yang baik ditinjau dari beberapa parameter, antara lain kadar air maksimum 5%, kadar abu maksimum 2%, serta bebas dari cemaran fisik, kimia, dan mikrobiologis sesuai batas yang ditetapkan. Selain itu, secara sensori biskuit yang baik memiliki warna normal dan seragam, aroma khas biskuit, rasa normal (tidak tengik), serta tekstur renyah. Dengan demikian, perlakuan terbaik dalam penelitian pengembangan biskuit sebaiknya memenuhi persyaratan kimia sesuai SNI serta memiliki karakteristik fisik dan organoleptik yang dapat diterima konsumen [4]. Salah satu tren yang berkembang adalah meningkatnya kebutuhan terhadap produk pangan bebas gluten. Gluten merupakan fraksi protein utama pada tepung terigu yang berperan dalam pembentukan struktur elastis pada produk bakery. Namun, bagi individu tertentu seperti penderita *Celiac disease*, gangguan pencernaan, maupun konsumen yang menerapkan pola makan khusus, konsumsi

gluten dapat menimbulkan ketidaknyamanan. Kondisi ini mendorong pengembangan produk berbasis bahan baku non-terigu yang tetap memiliki karakteristik fisik dan sensoris yang dapat diterima [5].

Sorgum (*Sorghum bicolor*) merupakan sumber karbohidrat non-gluten yang berpotensi sebagai bahan baku alternatif dalam produk pangan olahan. Tepung sorgum memiliki komposisi nutrisi yang cukup lengkap dan telah diaplikasikan pada berbagai produk seperti roti, kue, dan biskuit. Secara khusus, sorgum putih sebagai varietas dengan warna biji lebih terang dan kandungan tanin lebih rendah menghasilkan rasa yang lebih netral serta tidak sepat, sehingga mendukung penerimaan sensori produk. Selain itu, kandungan pati pada sorgum putih berperan dalam proses gelatinisasi selama pemanggangan yang membantu pembentukan struktur dan tekstur biskuit menjadi lebih renyah dan kompak. Oleh karena itu, tepung sorgum putih berpotensi dikembangkan dalam formulasi biskuit bebas gluten [6].

Di sisi lain, pemanfaatan bahan samping hasil agroindustri sebagai bahan pangan alternatif juga semakin mendapat perhatian. Ampas jeruk siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*), yang merupakan hasil samping dari proses pengolahan jeruk, masih jarang dimanfaatkan secara optimal dan umumnya berakhir sebagai limbah. Padahal, ampas jeruk memiliki komponen penyusun yang berpotensi memberikan kontribusi terhadap karakteristik produk pangan, baik dari sisi kimia maupun fisik, apabila diolah menjadi bentuk tepung dan diaplikasikan dalam formulasi pangan olahan [7]. Penggunaan tepung ampas jeruk siam dalam produk biskuit tidak hanya berpotensi meningkatkan nilai guna limbah, tetapi juga dapat memengaruhi sifat produk yang dihasilkan, seperti tekstur, warna, dan karakteristik sensoris lainnya [8]. Namun demikian, penambahan bahan berbasis hasil samping pertanian ke dalam formulasi biskuit perlu dikaji secara cermat, terutama terkait proporsinya terhadap bahan utama, agar tidak menurunkan mutu dan tingkat penerimaan konsumen.

Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan penggunaan tepung sorgum maupun bahan berbasis hasil samping buah dalam produk biskuit, namun kajian yang mengombinasikan kedua bahan tersebut dengan variasi proporsi yang jelas masih terbatas. Perbedaan komposisi bahan baku diduga akan memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik biskuit yang dihasilkan [9]. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi yang sistematis untuk mengetahui bagaimana proporsi tepung sorgum dan tepung ampas jeruk siam memengaruhi karakteristik biskuit bebas gluten.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik biskuit bebas gluten yang diformulasikan menggunakan proporsi tepung ampas jeruk siam dan tepung sorgum, sehingga diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai potensi kombinasi kedua bahan tersebut dalam pengembangan produk pangan alternatif yang berkualitas.

II. METODE

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 5 bulan pada bulan Juni hingga November 2025 di Laboratorium Pengembangan Produk, Laboratorium Analisis Pangan, dan Laboratorium Sensorik, yang merupakan bagian dari Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat untuk proses pembuatan biskuit dan pengujian karakteristik produk. Alat produksi terdiri atas timbangan digital *OHAUS*, grinder, ayakan 80 mesh, sendok, spatula silikon, wadah plastik, *cabinet dryer*, oven listrik *MEMMERT*, loyang, dan baking paper. Alat untuk pengujian fisik dan kimia meliputi timbangan analitik *OHAUS*, oven pengering, desikator, krus, tanur, penjepit cawan, texture analyzer *IMADA*, dan color reader *FRU*. Alat untuk analisis aktivitas antioksidan meliputi *spektrofotometer UV-Vis B-ONE DA 100*, kuvet, tabung reaksi, pipet ukur, bola hisap, vortex, timbangan analitik, dan magnetic stirrer.

Bahan yang digunakan terdiri atas bahan utama, bahan tambahan pembuatan biskuit, dan bahan kimia analisis. Bahan utama meliputi ampas jeruk siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) yang diperoleh dari limbah penjual es jeruk peras di wilayah Gading Fajar, Sidoarjo dan diolah menjadi tepung, serta tepung sorgum (*Sorghum bicolor*) yang diperoleh dari toko daring (Shopee). Bahan tambahan pembuatan biskuit meliputi gula pasir, margarin, telur ayam, baking powder, dan vanili. Bahan kimia untuk analisis kadar air dan kadar abu meliputi aquades dan bahan pendukung analisis gravimetri, sedangkan bahan kimia untuk analisis aktivitas antioksidan meliputi DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), metanol, aquades, dan larutan standar Trolox.

C. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non-faktorial dengan satu faktor perlakuan, yaitu proporsi tepung ampas jeruk siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) sebagai substitusi terhadap tepung sorgum (*Sorghum bicolor*) dalam pembuatan biskuit bebas gluten. Faktor perlakuan terdiri atas tujuh taraf proporsi tepung sorgum dan tepung ampas jeruk siam, yaitu 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%,

40%:60%, 30%:70%, dan 20%:80% dengan jumlah total campuran tepung sebesar 100%. Setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali, sehingga diperoleh total 28 satuan percobaan (7×4).

D. Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan yang digunakan dalam penelitian meliputi:

Analisis kimia meliputi kadar air, kadar abu dan aktivitas antioksidan dari biskuit yang bebas gluten yang diformulasikan dengan tepung ampas jeruk siam [10].

Analisis fisik dilakukan untuk menilai karakteristik fisik biskuit, seperti warna dan tekstur. Warna diamati menggunakan alat colorimeter atau penilaian visual oleh panelis, sedangkan tekstur dinilai melalui pengujian kekerasan menggunakan alat pengukur tekstur atau uji sensorik [11].

Analisis organoleptik terhadap atribut warna, aroma, rasa, tekstur (kerenyahan), dan tingkat kesukaan keseluruhan [12].

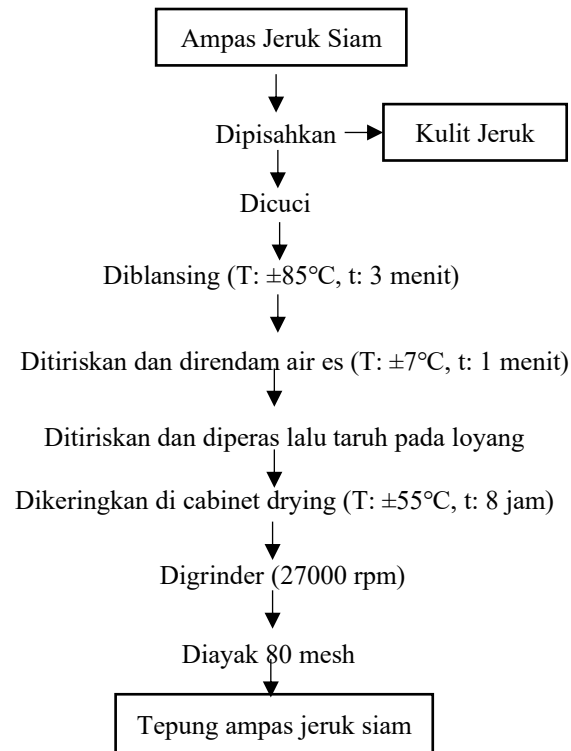
E. Analisis Data

Data hasil pengamatan yang didapat akan dianalisis dengan metode analysis of variance (ANOVA). Jika analisis tersebut menunjukkan perbedaan yang nyata, maka akan dilakukan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) 5%. Uji organoleptik akan dianalisis menggunakan uji Friedman, sedangkan untuk menentukan perlakuan terbaik dilakukan menggunakan metode indeks efektivitas dengan pembobotan berdasarkan analisis urutan kepentingan (*based on rank orders*) menurut metode De Garmo, yang mempertimbangkan tingkat kepentingan masing-masing parameter mutu [13].

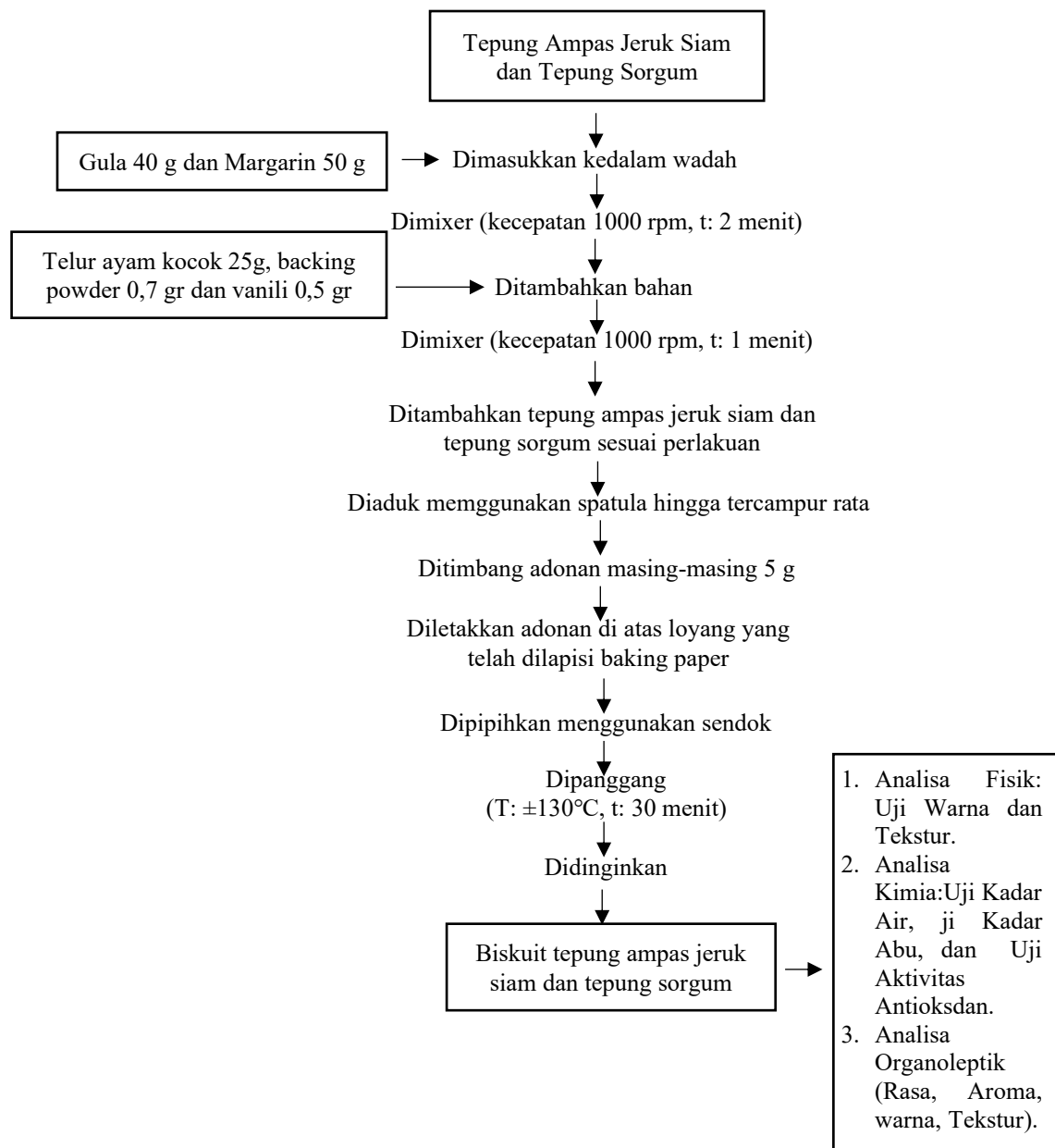
F. Prosedur Penelitian

Proses pembuatan biskuit berbahan dasar tepung ampas jeruk siam dan tepung sorgum diawali dengan pembuatan tepung ampas jeruk siam. Ampas jeruk siam dipisahkan dari kulitnya, kemudian dicuci hingga bersih. Selanjutnya dilakukan proses blansing pada suhu $\pm 85^\circ\text{C}$ selama 3 menit, kemudian ditiriskan dan direndam dalam air es ($\pm 7^\circ\text{C}$) selama 1 menit. Ampas jeruk ditiriskan kembali, diperas, lalu disusun di atas loyang dan dikeringkan menggunakan cabinet dryer pada suhu $\pm 55^\circ\text{C}$ selama 8 jam. Bahan kering tersebut kemudian digiling menggunakan grinder dengan kecepatan 27.000 rpm dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh.

Proses pembuatan biskuit dimulai dengan memasukkan gula (40 g) dan margarin (50 g) ke dalam wadah, kemudian dimixer dengan kecepatan 1000 rpm selama 2 menit. Selanjutnya ditambahkan telur ayam (25 g), baking powder (0,7 g), dan vanili (0,5 g), lalu dimixer kembali dengan kecepatan 1000 rpm selama 1 menit. Setelah itu, tepung ampas jeruk siam dan tepung sorgum ditambahkan sesuai dengan perlakuan (80%:20%, 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60%, 30%:70%, dan 20%:80%), kemudian diaduk menggunakan spatula hingga tercampur rata. Adonan ditimbang masing-masing 5 g, diletakkan di atas loyang yang telah dilapisi baking paper, kemudian dipipihkan menggunakan sendok. Adonan dipanggang pada suhu $\pm 130^\circ\text{C}$ selama 30 menit, didinginkan pada suhu ruang. Selanjutnya, biskuit dianalisis berdasarkan parameter kimia yang meliputi kadar air, kadar abu, dan aktivitas antioksidan [10] [14], parameter fisik berupa tekstur dan warna [11] [15], serta parameter organoleptik meliputi uji rasa, aroma, tekstur, dan warna menggunakan panelis [16]. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK).



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Tepung Ampas Jeruk Siam mengacu pada [8] dimodifikasi.



Gambar 2. Diagram Alir pembuatan Biskuit dengan Tepung Ampas Jeruk Siam dan Tepung Sorgum mengacu pada [8] yang dimodifikasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Kimia Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter penting yang memengaruhi mutu dan daya simpan produk pangan [17]. Berdasarkan hasil ANOVA, variasi proporsi tepung sorgum dan tepung ampas jeruk siam memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air biskuit. Rerata kadar air biskuit pada seluruh perlakuan berada pada kisaran 3,37–6,10%. Perlakuan P7 menunjukkan kadar air tertinggi sebesar 6,10%, sedangkan kadar air terendah diperoleh pada perlakuan P3 sebesar 3,37%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya proporsi tepung ampas jeruk siam dalam formulasi, meskipun peningkatannya tidak sepenuhnya membentuk pola linier. Hal ini diduga berkaitan dengan kandungan serat pangan pada tepung ampas jeruk siam yang relatif lebih tinggi dibandingkan tepung sorgum [18]. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya (Massita et al., 2025) yang melaporkan serat pangan memiliki kemampuan mengikat dan menahan air sehingga berkontribusi terhadap peningkatan kadar air produk akhir. Sebaliknya, perlakuan dengan proporsi tepung sorgum lebih tinggi

menunjukkan kadar air yang relatif lebih rendah, yang mengindikasikan kapasitas penyerapan air yang lebih terbatas. Apabila dibandingkan dengan standar mutu biskuit (SNI 2973:2011) yang menetapkan kadar air maksimum 5%, sebagian besar perlakuan masih berada dalam batas yang diperbolehkan, kecuali perlakuan dengan kadar air tertinggi. Nilai rerata kadar air selengkapnya disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Pengaruh tepung sorgum dengan tempung ampas jeruk siam terhadap rerata kadar air biskuit bebas gluten

Perlakuan	Rerata (%)
P1 (Tepung sorgum 80% : Tepung ampas jeruk siam 20%)	4,14 ± 0,53 ab
P2 (Tepung sorgum 70% : Tepung ampas jeruk siam 30%)	5,95 ± 0,90 b
P3 (Tepung sorgum 60% : Tepung ampas jeruk siam 40%)	3,37 ± 0,97 a
P4 (Tepung sorgum 50% : Tepung ampas jeruk siam 50%)	4,30 ± 0,37 ab
P5 (Tepung sorgum 40% : Tepung ampas jeruk siam 60%)	4,52 ± 1,18 ab
P6 (Tepung sorgum 30% : Tepung ampas jeruk siam 70%)	5,72 ± 0,49 b
P7 (Tepung sorgum 20% : Tepung ampas jeruk siam 80%)	6,10 ± 1,19 b
BNJ 5%	2,01

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan ($p = 0,05$)

Kadar Abu

Kadar abu merupakan parameter yang menunjukkan jumlah residu mineral anorganik yang tertinggal setelah proses pembakaran bahan pangan pada suhu tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai indikator kandungan mineral total dalam produk [19]. Berdasarkan hasil ANOVA, variasi proporsi tepung sorgum dan tepung ampas jeruk siam memberikan pengaruh nyata terhadap kadar abu biskuit. Rerata kadar abu pada seluruh perlakuan berada pada kisaran 1,18–2,14%. Perlakuan P7 menunjukkan kadar abu tertinggi sebesar 2,14%, sedangkan kadar abu terendah diperoleh pada perlakuan P1 sebesar 1,18%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar abu cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya proporsi tepung ampas jeruk siam dalam formulasi, meskipun peningkatannya tidak sepenuhnya membentuk pola linier. Hal ini diduga berkaitan dengan kandungan mineral pada tepung ampas jeruk siam yang relatif tinggi, seperti kalsium, kalium, dan magnesium, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan residu anorganik setelah proses pengabuan [20]. Sebaliknya, formulasi dengan proporsi tepung sorgum lebih tinggi menghasilkan kadar abu yang relatif lebih rendah, yang mengindikasikan kandungan mineral total yang lebih moderat [21]. Apabila dibandingkan dengan standar mutu biskuit berdasarkan SNI 2973:2011, kadar abu maksimum yang diperbolehkan adalah 2,0%. Berdasarkan ketentuan tersebut, sebagian besar perlakuan masih memenuhi standar yang ditetapkan, kecuali perlakuan dengan nilai kadar abu tertinggi yang sedikit melebihi batas maksimum. Dengan demikian, perbedaan kadar abu biskuit pada penelitian ini dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusun, khususnya proporsi tepung sorgum dan tepung ampas jeruk siam dalam formulasi. Nilai rerata kadar abu selengkapnya disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Pengaruh tepung sorgum dengan tempung ampas jeruk siam terhadap rerata kadar abu biskuit bebas gluten

Perlakuan	Rerata (%)
P1 (Tepung sorgum 80% : Tepung ampas jeruk siam 20%)	1,18 ± 0,08
P2 (Tepung sorgum 70% : Tepung ampas jeruk siam 30%)	1,80 ± 0,04
P3 (Tepung sorgum 60% : Tepung ampas jeruk siam 40%)	1,28 ± 0,06
P4 (Tepung sorgum 50% : Tepung ampas jeruk siam 50%)	1,88 ± 0,05
P5 (Tepung sorgum 40% : Tepung ampas jeruk siam 60%)	1,93 ± 0,08
P6 (Tepung sorgum 30% : Tepung ampas jeruk siam 70%)	2,08 ± 0,05
P7 (Tepung sorgum 20% : Tepung ampas jeruk siam 80%)	2,14 ± 0,04
BNJ 5%	tn

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan ($p = 0,05$)

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan merupakan parameter yang menunjukkan kemampuan produk pangan dalam menangkalkan radikal bebas melalui mekanisme penangkapan elektron atau donasi hidrogen oleh senyawa bioaktif seperti fenolik dan flavonoid [22]. Berdasarkan hasil ANOVA, variasi proporsi tepung sorgum dan tepung ampas jeruk siam tidak memberikan pengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan biskuit. Rerata aktivitas antioksidan

pada seluruh perlakuan berada pada kisaran 13,24–14,31 mg TE/100 g. Perlakuan P7 menunjukkan nilai tertinggi sebesar 14,31 mg TE/100 g, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan P1 sebesar 13,24 mg TE/100 g.

Hasil penelitian menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan aktivitas antioksidan seiring dengan bertambahnya proporsi tepung ampas jeruk siam dalam formulasi, meskipun peningkatannya relatif kecil. Hal ini diduga berkaitan dengan kandungan senyawa fenolik dan flavonoid pada ampas jeruk yang masih memiliki potensi antioksidan cukup tinggi [23]. Pengujian dinyatakan dalam satuan mg Trolox Equivalent (TE)/100 g, di mana nilai TE yang lebih tinggi menunjukkan kapasitas penangkapan radikal bebas yang lebih besar [24]. Sebaliknya, formulasi dengan proporsi tepung sorgum lebih tinggi cenderung menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih rendah karena kontribusi senyawa bioaktifnya relatif lebih moderat [25]. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 2973:2011) tentang biskuit, parameter aktivitas antioksidan tidak termasuk dalam persyaratan mutu wajib. Namun demikian, pengujian ini penting dilakukan untuk menilai nilai fungsional produk, terutama pada pengembangan biskuit berbasis bahan baku yang berpotensi sebagai sumber senyawa bioaktif [26]. Dengan demikian, meskipun tidak diatur dalam SNI, aktivitas antioksidan dapat menjadi nilai tambah dalam pengembangan produk pangan fungsional. Dengan demikian, perbedaan aktivitas antioksidan biskuit pada penelitian ini dipengaruhi oleh komposisi bahan, khususnya proporsi tepung ampas jeruk siam dalam formulasi. Nilai rerata aktivitas antioksidan selengkapnya disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Pengaruh tepung sorgum dengan tepung ampas jeruk siam terhadap aktivitas antioksidan biskuit bebas gluten

Perlakuan	Aktivitas Antioksidan (mg TE/100 g)
P1 (Tepung sorgum 80% : Tepung ampas jeruk siam 20%)	13,24 ± 1,10
P2 (Tepung sorgum 70% : Tepung ampas jeruk siam 30%)	13,32 ± 0,36
P3 (Tepung sorgum 60% : Tepung ampas jeruk siam 40%)	13,34 ± 0,90
P4 (Tepung sorgum 50% : Tepung ampas jeruk siam 50%)	13,72 ± 0,81
P5 (Tepung sorgum 40% : Tepung ampas jeruk siam 60%)	13,90 ± 0,92
P6 (Tepung sorgum 30% : Tepung ampas jeruk siam 70%)	14,11 ± 0,63
P7 (Tepung sorgum 20% : Tepung ampas jeruk siam 80%)	14,31 ± 0,52
BNJ 5%	tn

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan ($p = 0,05$)

B. Karakteristik Fisik

Tekstur

Tekstur merupakan salah satu parameter fisik penting yang menentukan mutu dan tingkat penerimaan konsumen terhadap biskuit karena berkaitan dengan tingkat kekerasan dan kerapuhan produk. Berdasarkan hasil ANOVA, variasi proporsi tepung sorgum dan tepung ampas jeruk siam memberikan pengaruh nyata terhadap tekstur fisik biskuit. Rerata nilai tekstur pada seluruh perlakuan berkisar antara 5,75–7,20 N. Perlakuan P6 menunjukkan nilai tekstur tertinggi sebesar 7,20 N, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan P5 sebesar 5,75 N. Perlakuan P4 dan P2 menunjukkan nilai yang relatif tinggi dan tidak berbeda nyata dengan P6, sedangkan P1, P3, dan P7 berada pada kelompok nilai antara dengan notasi huruf yang saling tumpang tindih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan proporsi tepung ampas jeruk siam cenderung meningkatkan nilai tekstur (kekerasan) biskuit, meskipun tidak membentuk pola linier sempurna. Hal ini diduga berkaitan dengan kandungan serat pada ampas jeruk yang dapat memengaruhi pembentukan struktur biskuit dengan mengganggu jaringan pati dan protein serta meningkatkan kekompakan matriks produk [27]. Interaksi antara pati sorgum dan serat ampas jeruk berpotensi meningkatkan kekerasan produk kering, namun pengaruhnya menjadi tidak signifikan karena perbedaan komposisi antarperlakuan relatif kecil [28]. Rerata tekstur fisik dari berbagai perlakuan disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Pengaruh tepung sorgum dengan tepung ampas jeruk siam terhadap rerata tekstur fisik biskuit bebas gluten

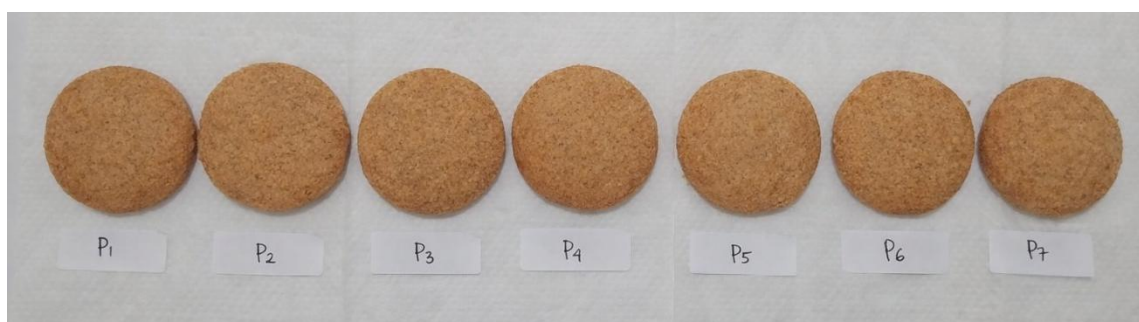
Perlakuan	Rerata (N)
P1 (Tepung sorgum 80% : Tepung ampas jeruk siam 20%)	6,19 ± 0,37 ab
P2 (Tepung sorgum 70% : Tepung ampas jeruk siam 30%)	6,94 ± 0,46 bc
P3 (Tepung sorgum 60% : Tepung ampas jeruk siam 40%)	6,57 ± 0,55 abc
P4 (Tepung sorgum 50% : Tepung ampas jeruk siam 50%)	7,15 ± 0,50 bc
P5 (Tepung sorgum 40% : Tepung ampas jeruk siam 60%)	5,75 ± 0,56 a
P6 (Tepung sorgum 30% : Tepung ampas jeruk siam 70%)	7,20 ± 0,60 c
P7 (Tepung sorgum 20% : Tepung ampas jeruk siam 80%)	6,76 ± 0,60 bc
BNJ 5%	1,31

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan ($p = 0,05$)

Profil Warna

Warna merupakan salah satu indikator penting dalam persepsi mutu visual biskuit ampas jeruk karena berpengaruh langsung terhadap daya tarik dan penerimaan konsumen. Penilaian warna dilakukan menggunakan sistem CIE Lab yang mencakup tiga parameter, yaitu nilai L^* (*lightness/kecerahan*), a^* (*redness/kemerahan*), dan b^* (*yellowness/kekuningan*). Rerata warna dari berbagai perlakuan disajikan pada **Tabel 5**.

Produk biskuit tepung ampas jeruk siam dan tepung sorgum disajikan pada **Gambar 3**.

**Gambar 3.** Profil warna fisik proporsi perlakuan biskuit tepung ampas jeruk siam dan tepung sorgum (dokumentasi pribadi)**Tabel 5.** Pengaruh tepung sorgum dengan tepung ampas jeruk siam terhadap rerata warna fisik biskuit bebas gluten

Perlakuan	Warna L^*	Warna a^*	Warna b^*
P1 (Tepung sorgum 80% : Tepung ampas jeruk siam 20%)	58,21 ± 1,48	8,55 ± 0,18 ab	14,22 ± 0,82 a
P2 (Tepung sorgum 70% : Tepung ampas jeruk siam 30%)	58,20 ± 1,33	8,41 ± 0,20 a	15,71 ± 0,67 b
P3 (Tepung sorgum 60% : Tepung ampas jeruk siam 40%)	57,94 ± 1,63	8,92 ± 0,19 ab	17,54 ± 0,68 c
P4 (Tepung sorgum 50% : Tepung ampas jeruk siam 50%)	59,38 ± 1,71	9,07 ± 0,33 ab	18,68 ± 0,34 cd
P5 (Tepung sorgum 40% : Tepung ampas jeruk siam 60%)	58,20 ± 1,63	9,30 ± 0,32 b	18,30 ± 0,64 cd
P6 (Tepung sorgum 30% : Tepung ampas jeruk siam 70%)	56,79 ± 1,08	10,13 ± 0,37 c	19,29 ± 0,23 de
P7 (Tepung sorgum 20% : Tepung ampas jeruk siam 80%)	58,61 ± 1,19	10,22 ± 0,57 c	20,26 ± 0,34 e
BNJ 5%	tn	0,79	1,36

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan ($p = 0,05$)

Berdasarkan data pada **Tabel 5**, nilai L^* biskuit berada pada kisaran 56,79–59,38, nilai a^* pada kisaran 8,41–10,22, dan nilai b^* pada kisaran 14,22–20,26. Secara umum, perubahan proporsi tepung sorgum dan tepung ampas jeruk siam menunjukkan kecenderungan perubahan profil warna biskuit. Peningkatan proporsi tepung ampas jeruk siam cenderung diikuti oleh penurunan nilai L^* serta peningkatan nilai a^* dan b^* , yang menunjukkan warna biskuit menjadi lebih gelap, lebih kemerahan, dan lebih kekuningan.

Kecenderungan perubahan warna tersebut berkaitan dengan karakteristik alami bahan baku. Tepung ampas jeruk siam mengandung pigmen alami serta senyawa fenolik yang dapat memberikan kontribusi warna kekuningan hingga kecokelatan pada produk akhir [29]. Selain itu, kandungan serat yang relatif tinggi pada

tepung ampas jeruk siam dapat memengaruhi struktur matriks adonan, sehingga memengaruhi cara cahaya dipantulkan pada permukaan biskuit dan berdampak pada nilai kecerahan (L^*). Sebaliknya, tepung sorgum memiliki warna yang relatif lebih netral, sehingga formulasi dengan proporsi sorgum lebih tinggi cenderung menghasilkan biskuit dengan warna lebih cerah dan intensitas warna merah serta kuning yang lebih rendah [30].

Peningkatan nilai a^* dan b^* seiring bertambahnya proporsi tepung ampas jeruk siam menunjukkan bahwa bahan tersebut berperan dalam memperkuat intensitas warna kemerahan dan kekuningan biskuit. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya [31] yang menyatakan bahwa bahan berbasis hasil samping buah jeruk masih mengandung pigmen dan senyawa bioaktif yang dapat memengaruhi warna produk pangan olahan. [6] juga melaporkan bahwa perbedaan proporsi tepung sorgum dengan bahan lain dalam formulasi biskuit bebas gluten dapat menyebabkan variasi profil warna akibat perbedaan komposisi kimia dan sifat optik bahan.

Dengan demikian, profil warna biskuit pada penelitian ini terutama dipengaruhi oleh proporsi tepung sorgum dan tepung ampas jeruk siam yang digunakan. Kombinasi kedua tepung tersebut menghasilkan variasi warna yang masih berada dalam kisaran warna biskuit pada umumnya, dengan kecenderungan peningkatan intensitas warna kemerahan dan kekuningan pada formulasi dengan proporsi tepung ampas jeruk siam yang lebih tinggi.

C. Karakteristik Organoleptik

Karakteristik organoleptik merupakan parameter penting dalam evaluasi mutu produk pangan karena berkaitan langsung dengan tingkat penerimaan konsumen. Pengujian organoleptik pada penelitian ini dilakukan untuk menilai respons panelis terhadap biskuit yang dihasilkan dengan variasi proporsi tepung ampas jeruk dan tepung sorgum [32]. Parameter organoleptik yang diamati meliputi warna, aroma, rasa, dan tekstur menggunakan metode uji hedonik [33].

Tabel 6. Pengaruh tepung sorgum dengan tepung ampas jeruk siam terhadap rerata organoleptik biskuit bebas gluten

Perlakuan	Rerata (%)			
	Warna	Rasa	Aroma	Tekstur
P1	3,13	3,07 c	3,27 a	3,40
P2	3,33	3,13 c	3,37 a	3,47
P3	2,97	3,10 c	3,80 b	3,23
P4	3,40	2,43 ab	3,83 b	3,07
P5	3,23	2,67 b	3,63 ab	3,13
P6	3,27	2,03 a	3,27 a	3,20
P7	3,40	2,13 a	4,13 b	2,90
Titik Kritis	tn	27,53	27,53	tn

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji Friedman ($\alpha = 0,05$)

Berdasarkan Tabel 6, pada atribut warna rerata tingkat kesukaan panelis berkisar antara 2,97 (tidak suka-netral) hingga 3,40 (netral-suka). Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P4 dan P7 3,40 (netral-suka), sedangkan nilai terendah terdapat pada P3 2,97 (tidak suka-netral). Berdasarkan uji Friedman, atribut warna menunjukkan hasil tidak berbeda nyata (tn), sehingga variasi proporsi tepung sorgum dan tepung ampas jeruk siam tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap tingkat kesukaan panelis. Secara umum, nilai tersebut berada pada kategori netral hingga mendekati suka, yang menunjukkan bahwa perubahan warna akibat variasi formulasi masih dapat diterima secara visual.

Pada atribut rasa, rerata tingkat kesukaan panelis berada pada kisaran 2,03 (tidak suka-netral) sampai 3,13 (netral-suka). Nilai tertinggi diperoleh pada P2 3,13 (netral-suka), sedangkan nilai terendah terdapat pada P6 2,03 (tidak suka-netral). Berdasarkan uji Friedman dengan nilai χ^2 hitung (27,53) lebih besar dari χ^2 tabel (27,53 pada $\alpha = 0,05$), atribut rasa menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan. Huruf notasi yang berbeda pada tabel menunjukkan adanya perbedaan tingkat kesukaan panelis. Perlakuan dengan proporsi tepung ampas jeruk siam lebih tinggi cenderung memiliki tingkat kesukaan rasa yang lebih rendah, yang diduga berkaitan dengan karakter rasa asam dan sedikit pahit dari komponen fenolik [34].

Pada atribut aroma, rerata tingkat kesukaan panelis berada pada kisaran 3,27–4,13. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P7 (4,13), sedangkan nilai terendah terdapat pada P1 dan P6 (3,27). Berdasarkan skala hedonik, nilai tersebut termasuk dalam kategori netral hingga suka. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antarperlakuan. Aroma biskuit dipengaruhi oleh senyawa volatil dari tepung sorgum yang relatif netral serta komponen aromatik khas jeruk dari tepung ampas jeruk siam [35]. Kombinasi kedua bahan tersebut menghasilkan aroma yang beragam namun masih dapat diterima dengan baik oleh panelis.

Pada atribut tekstur, rerata tingkat kesukaan panelis berkisar antara 2,90 (tidak suka–netral) hingga 3,47 (netral–suka), dengan nilai tertinggi pada P2 (3,47) dan terendah pada P7 (2,90). Berdasarkan uji Friedman, atribut tekstur menunjukkan hasil tidak berbeda nyata (tn), sehingga variasi proporsi tepung sorgum dan tepung ampas jeruk siam tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap tingkat kesukaan panelis. Secara umum, nilai yang diperoleh berada pada kategori netral hingga mendekati suka, yang menunjukkan bahwa tekstur biskuit masih dapat diterima pada seluruh perlakuan. Hasil ini sejalan dengan uji fisik tekstur yang menunjukkan adanya variasi tingkat kekerasan antarperlakuan, di mana tepung sorgum berperan dalam membentuk struktur pati yang lebih kompak dan menghasilkan tekstur renyah [36], sedangkan tepung ampas jeruk siam yang kaya serat cenderung meningkatkan kekerasan dan kerapuhan apabila digunakan dalam proporsi tinggi [37]. Namun demikian, nilai kekerasan yang dihasilkan masih berada dalam rentang penerimaan sensori, sehingga panelis menilai tekstur biskuit cukup renyah dan tidak terlalu keras.

Secara keseluruhan, hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa variasi proporsi tepung sorgum dan tepung ampas jeruk siam memengaruhi karakter sensori biskuit, namun tidak menimbulkan perbedaan penerimaan yang nyata secara statistik. Atribut warna dan tekstur menunjukkan keterkaitan yang jelas dengan hasil uji fisik, di mana perubahan nilai instrumental warna dan kekerasan tercermin dalam penilaian sensori panelis, namun masih berada dalam batas toleransi sensori sehingga seluruh perlakuan dapat diterima.

D. Perlakuan Terbaik

Perhitungan perlakuan terbaik biskuit tepung ampas jeruk siam dan tepung sorgum ditentukan berdasarkan metode nilai efektivitas dengan pembobotan yang mengacu pada analisis urutan kepentingan setiap parameter mutu. Bobot parameter yang digunakan meliputi aktivitas antioksidan (0,6), kadar air (0,6), kadar abu (0,5), warna L (0,6), warna a* (0,2), warna b* (0,3), tekstur fisik (0,7), organoleptik warna (0,8), organoleptik rasa (0,5), organoleptik tekstur (0,7), dan organoleptik aroma (0,4). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perlakuan P7 (tepung sorgum 20% : tepung ampas jeruk siam 80%) memiliki nilai total tertinggi sebesar 0,74, sehingga ditetapkan sebagai perlakuan terbaik. Nilai rerata masing-masing parameter pada setiap perlakuan berdasarkan hasil perhitungan nilai efektivitas disajikan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Nilai masing-masing perlakuan berdasarkan hasil perhitungan terbaik biskuit bebas gluten

Parameter	Perlakuan						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Aktivitas Antioksidan	13,24	13,32	13,34	13,72	13,90	14,11	14,31
Kadar Air	4,14	5,95	3,37	4,30	4,52	5,72	6,10
Kadar Abu	1,18	1,80	1,28	1,88	1,93	2,08	2,14
Warna L	58,21	58,20	57,94	59,38	58,20	56,79	58,61
Warna a*	8,55	8,41	8,92	9,07	9,30	10,13	10,22
Warna b*	14,22	15,71	17,54	18,68	18,30	19,29	20,26
Tekstur (Fisik)	6,19	6,94	6,57	7,15	5,75	7,20	6,76
Organoleptik Warna	3,13	3,33	2,97	3,40	3,23	3,27	3,40
Organoleptik Rasa	3,07	3,13	3,10	2,43	2,67	2,03	2,13
Organoleptik Tekstur	3,40	3,47	3,23	3,07	3,13	3,20	2,90
Organoleptik Aroma	3,27	3,37	3,80	3,83	3,63	3,27	4,13
Total	0,36	0,64	0,36	0,65	0,48	0,59	0,74**

Keterangan: ** (Nilai tertinggi)

Berdasarkan hasil perhitungan nilai efektivitas pada **Tabel 7**, perlakuan P7 (tepung sorgum 20% : tepung ampas jeruk siam 80%) ditetapkan sebagai perlakuan terbaik dengan nilai aktivitas antioksidan 14,31 mg TE/100 g, kadar air 6,10%, kadar abu 2,14%, warna L 58,61, warna a* 10,22, warna b* 20,26, tekstur (fisik) 6,67 N, organoleptik warna 3,40 (netral-suka), organoleptik rasa 2,13 (tidak suka-netral), organoleptik tekstur 2,90 (tidak suka-netral), dan organoleptik aroma 4,13 (suka-sangat suka).

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian bahwa proporsi tepung ampas jeruk siam dan tepung sorgum berpengaruh nyata terhadap kadar air, tesktur fisik, warna a*, warna b*, serta organoleptik rasa dan aroma. Tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu, aktivitas antioksidan, warna L, serta organoleptik warna dan aroma. Perlakuan terbaik didapat pada proporsi tepung ampas jeruk siam 80% dan tepung sorgum 20% (P7); aktivitas antioksidan 14,31 mg TE/100 g, kadar air 6,10%, kadar abu 2,14%, warna L 58,61, warna a* 10,22, warna b* 20,26, tekstur (fisik)

6,67 N, organoleptik warna 3,40 (netral-suka), organoleptik rasa 2,13 (tidak suka-netral), organoleptik tekstur 2,90 (tidak suka-netral), dan organoleptik aroma 4,13 (suka-sangat suka).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Pengembangan Produk, Analisa Pangan, dan Uji Sensori Program Studi Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah menyediakan fasilitas serta dukungan selama proses penelitian.

REFERENSI

- [1] I. Sidabalok, J. H. Harefa, Asnurita, Y. A. Tahir, and Afrida, "The Characteristics of Biscuit Quality with Coffee (*Coffea Arabica* L.) Silver Skin Flour Substitution," vol. 12, no. 4, pp. 937–947, 2023.
- [2] Syaiful, H. Hardjomidjojo, and E. R. Cahyadi, "Strategi Penerapan Standar Nasional Indonesia Biskuit (SNI 2973:2011) bagi Industri Kecil Menengah," *Manaj. IKM J. Manaj. Pengemb. Ind. Kecil Menengah IKM J. Manaj. Pengemb. Ind. Kecil Menengah*, vol. 13, no. 2, pp. 151–158, 2018, doi: 10.29244/mikm.13.2.151-158.
- [3] D. A. Susanto, "Kualitas Produk Biskuit Menghadapi Pemberlakuan SNI Biskuit Secara Wajib [Studi Kasus Di DKI Jakarta]," vol. 41, no. 1, pp. 1–12, 2018.
- [4] Normilawati, Fadlilaturrahmah, S. Hadi, and Normaidah, "Penetapan Kadar Air Dan Kadar Protein Pada Biskuit Yang," *J. Ilmu Farm.*, vol. 10, no. 2, pp. 51–55, 2019.
- [5] S. Bukonja *et al.*, "Exploring Sorghum Flour as a Sustainable Ingredient in Gluten-Free Cookie Production," pp. 1–18, 2025.
- [6] F. Adzqia, S. Suwonsichon, and M. Thongngam, "Effects of White Sorghum Flour Levels on Physicochemical and Sensory Characteristics of Gluten-Free Bread," *Foods*, pp. 1–17, 2023.
- [7] H. Kumar *et al.*, "Current Research in Food Science Selected fruit pomaces: Nutritional profile, health benefits, and applications in functional foods and feeds," *Curr. Res. Food Sci.*, vol. 9, no. June, p. 100791, 2024, doi: 10.1016/j.crfs.2024.100791.
- [8] K. Kristiandi, R. Fertiasari, H. Asta, and T. Antopani, "Analisis Fitokimia Dan Kandungan Vitamin C Pada Biskuit Dengan Penambahan Bubuk Ampas Jeruk Siam (*Citrus Nobilis Microcarpa*)," *J. Ilm. Inov.*, vol. 22, no. 1, pp. 24–29, 2022, doi: 10.25047/jii.v22i1.2926.
- [9] E. Wulandari, R. Indarto, H. R. Arifin, and S. G. Talitha, "Optimasi Penggunaan Tepung Sorgum, Kacang Tanah, dan Daun Kelor Pada Pembuatan Biskuit Non-Gluten Tinggi Protein," *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 29, pp. 144–156, 2024.
- [10] C. Zaddana, M. Miranti, Almasyhuri, and S. Tanzila, "Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Serat Pangan Biskuit Campuran Bekatul Beras Merah (*Oriza glaberrima*) dan Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas*)," *FITOFARMAKA J. Ilm. Farm.*, vol. 8, no. 2, pp. 60–70, 2018, doi: 10.33751/jf.v8i2.1574.
- [11] H. K. Muchtar, T. Koapaha, and Y. Oessoe, "Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Biskuit dengan Pencampuran Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas*) dan Tepung Ampas Kelapa," *J. Teknol. Pertan. (Agricultural Technol. J.)*, vol. 13, no. 2, pp. 95–104, 2022, doi: 10.35791/jteta.v13i2.50350.
- [12] H. Munarko, Jariyah, and M. A. Kurnianto, "Profiling Atribut Sensori Kukis Nastar Menggunakan Metode Rate-All-That-Apply (RATA)," *Gorontalo Agric. Technol. J.*, vol. 6, no. 2, p. 55, 2023, doi: 10.32662/gatj.v0i0.2711.
- [13] N. A. Putra and R. Azara, "Comparative of the Quality of Cooking Oil With Four Times Frying on Packaged and Bulk Cooking Oil," *J. Trop. Food Agroindustrial Technol.*, vol. 2, no. 01, pp. 9–14, 2021, doi: 10.21070/jtfat.v2i01.1576.
- [14] N. Alifianita and A. Sofyan, "Kadar air, Kadar protein, dan Kadar Serat Pangan pada Cookies dengan Substitusi Tepung Ubi Jalar Ungu dan Tepung Rebung," vol. 12, no. 2, 2022.
- [15] L. Ulma'nun, D. Pujimulyani, and B. Kanetro, "Pengaruh Penambahan Bubuk Curcuma xanthorrhiza Roxb. dan Baking Powder Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Tingkat Kesukaan Cookies Sagu- Mocaf (The Additional Effect of Javanese Turmeric Curcuma xanthorrhiza Roxb. Powder and Baking Powder on The Physical)," no. November 2023, pp. 274–294, 2024.
- [16] Khalisa, Y. M. Lubis, and R. Agustina, "Uji Organoleptik Minuman Sari Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)," *J. Ilm. Mhs. Pertan.*, vol. 6, no. 4, pp. 594–601, 2021, doi: 10.17969/jimfp.v6i4.18689.
- [17] A. D. Wicaksono, A. Machfudz, L. Hudi, and I. A. Saidi, "The Effect of Pounding Tool and Length of Time of Pounding on the Quality of Brown Rice Flour (*Oryza Nivara*)," *J. Trop. AgriFood*, vol. 03, no. 01, 2022, doi: 10.21070/jtfat.v3i01.1594.
- [18] D. R. Adawiyah, F. P. Wefiani, and K. Patricia, "Karakterisasi Serat Pangan, Kapasitas Pengikatan Air dan Kemampuan Emulsifikasi Biji Selasih dan Chia," vol. 8, no. 2, pp. 63–69, 2021, doi:

- 10.29244/jmpi.2021.8.2.63.
- [19] M. A. Rahayu and L. Hudi, "The Effect of Blanching Time and Sodium Metabisulfite Concentration on The Characteristics of Banana Flour (*Musa paradisiaca*)," *J. Trop. Food Agroindustrial Technol.*, vol. 02, no. 02, pp. 16–24, 2021, doi: 10.21070/jtfat.v2i02.1585.
 - [20] F. Filianty, N. Ramadhaningsih, and Mahani, "Karakterisasi Kimia Tepung Kulit Albedo dan Flavedo Buah Jeruk Limon (*Citrus limon*)," *Teknotan*, vol. 19, no. 2, 2025, doi: 10.24198/jt.vol19n2.4.
 - [21] A. T. Prasetyowati, F. S. Pranata, and Y. R. Swasti, "Kualitas Cookies Substitusi Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor*) dan Tepung Kacang Polong (*Pisum sativum*)," *J. Teknol. Pangan dan Gizi*, vol. 22 (1), pp. 33–43, 2023.
 - [22] N. Wisaniyasa and L. T. Darmayanti, "Kajian Total Fenol , Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L .) Pada Berbagai Lama Waktu Perkecambahan," *J. Teknol. Pangan*, vol. 6, no. 1, pp. 83–88, 2019.
 - [23] I. M. Mukisa, Y. B. Byaruhanga, C. M. B. K. Muyanja, T. Langsrud, and J. A. Narvhus, "Production of organic flavor compounds by dominant lactic acid bacteria and yeasts from Obushera , a traditional sorghum malt fermented beverage," *Food Sci. Nutr.*, no. September 2016, pp. 702–712, 2017, doi: 10.1002/fsn3.450.
 - [24] R. Aryanti, F. Perdana, and R. A. M. Rizkio, "Telaah Metode Pengujian Aktivitas Antioksidan Pada Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis* (L .) Kuntze)," *J. Surya Med.*, vol. 7, pp. 15–24, 2021.
 - [25] H. Rahmi, "Aktivitas Antioksidan Berbagai Buah-buahan di Indonesia," *J. Agroteknologi*, vol. 2, no. 1, pp. 34–38, 2017.
 - [26] F. Shahidi and P. Ambigaipalan, "Phenolics and polyphenolics in foods , beverages and spices : Antioxidant activity and health effects - A review," *J. Funct. Foods*, vol. 18, pp. 820–897, 2016, doi: 10.1016/j.jff.2015.06.018.
 - [27] M. S. Tyas, P. Kurnia, and A. Sofyan, "Analisis Kandungan Serat Pangan dan Daya Terima pada Cookies Formula Tepung Garut (*Maranta Arundinacea* L .) dan Tepung Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris* L .) sebagai Alternatif Snack Tinggi Serat," *J. Multidiscip. Res. Dev.*, vol. 7, no. 4, pp. 2986–2992, 2025.
 - [28] I. K. Putra and Marwanti, "Substitusi Tepung Kulit Pisang pada Soft Cookies Tinggi Serat," vol. 20, no. 1, pp. 1239–1250, 2025.
 - [29] D. Marcello, M. F. Sumual, and J. E. . Kandou, "Kajian Sistematis : Komposisi Kimia Dan Sifat Organoleptik Biskuit Dari Tepung Berbagai Jenis Umbi," *J. Teknol. Pertan.*, vol. 15, 2024.
 - [30] M. A. Ridhani, I. P. Vidyaningrum, N. N. Akmala, R. Fatihatunisa, S. Azzahro, and N. Aini, "Potensi Penambahan Berbagai Jenis Gula Terhadap Sifat Sensori dan Fisikokimia Roti Manis: Review," *J. Teknol. Pangan Pas.*, vol. 8, no. 3, pp. 61–68, 2021.
 - [31] F. Habibi, A. Sarkhosh, J. Kim, M. A. Shahid, F. G. G. Jr, and J. K. Brecht, "Citrus Fruit Pigments 1 Color Diversity in Citrus Fruits Main Pigments in Citrus Fruit," pp. 1–6, 2023.
 - [32] M. Ulum, L. Hudi, and R. Azara, "Effect of Proportion of Aloe Vera Porridge with CMC (Carboxy Methyl Cellulose) Concentration on Characteristics of Ice Cream," *J. Trop. Food Agroindustrial Technol.*, vol. 03, no. 01, 2022, doi: 10.21070/jtfat.v3i01.1597.
 - [33] F. Wijaya, A. Hintono, and Y. B. Pramono, "Sifat Fisikokimia dan Hedonik Cookies Oat dengan Penggunaan Tepung Kulit Buah Naga (*Hylocereus Polyrrhizus*)," *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 10, no. 1, pp. 9–17, 2022.
 - [34] J. M. Maligan, F. Salsabella, and S. N. Wulan, "Consumer Preference Test on Organoleptic Characteristics of Whole Wheat Bread Products in Malang City East Java," *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 6, no. 4, pp. 70–76, 2018.
 - [35] I. G. A. P. Putrawan, R. P. Ariani, and I. A. P. H. Ekayani, "Uji Hedonik Kerupuk Beras dengan Penambahan Pure Mengkudu," *J. Bosaparis Pendidik. Kesejaht. Kel.*, vol. 16, pp. 11–18, 2025.
 - [36] R. Roila, R. Branciaro, E. Virdini, D. Ranucci, A. Valiani, A. Pelliccia, L. Fioroni, and I. Picorelli, "A Study of the Occurrence of Aflatoxin M1 in Milk Supply Chain over a Seven-Year Period (2014–2020): Human Exposure Assessment and Risk Characterization in the Population of Central Italy Rossana," *Foods*, 2021.
 - [37] Y. F. Looi, S. P. Ong, A. Julkifle, and M. S. Alias, "Effects of pretreatment and spray drying on the physicochemical properties and probiotics viability of Moringa (*Moringa oleifera* Lam) leaf juice powder," *J. Food Process. Preserv.*, no. March 2018, pp. 1–15, 2019, doi: 10.1111/jfpp.13915.
 - [38] E. K. Pangestuti and P. Darmawan, "Analisis Kadar Abu dalam Tepung Terigu dengan Metode Gravimetri," *J. Kim. dan Rekayasa*, vol. 2, pp. 16–21, 2021.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.