OPEN ACCESS

Food Scientia
Journal of Food Science and Technology
https://jurnal.ut.ac.id/index.php/foodscientia/index
ISSN: 2807-1549

Pengaruh lama pemanggangan terhadap sifat fisikokimia *cookies sagu* (*Metroxylon sagu*) manis

Devi Fitri Astuti[1*], Thia Friesthiana Fatturochman[2]
[1]Program Studi Teknologi Rekayasa Pangan, Universitas Duta Bangsa, Surakarta, Indonesia
[2]Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Mercu Buana Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding Author: devi_fitri@udb.ac.id

Article Information
DOI
10.33830/fsj.v5i2.14471.2025

Kata Kunci:
Lama pemanggangan, *Cookies*, Sifat fisikokimia, Tepung Sagu, Sensoris

Abstrak
Cookies merupakan salah satu produk pangan yang digemari oleh berbagai kalangan, terutama anak-anak karena memiliki cita rasa manis dan tekstur renyah. Ketergantungan industri pangan terhadap tepung terigu mendorong perlunya diversifikasi bahan baku melalui pemanfaatan sumber karbohidrat lokal, seperti tepung sagu (*Metroxylon sagu*) sebagai bahan untuk mengurangi ketergantungan impor dan meningkatkan nilai tambah pangan lokal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan tepung sagu serta variasi lama pemanggangan terhadap sifat fisikokimia dan mutu sensoris *cookies* manis. Perlakuan lama pemanggangan yang diuji meliputi 20, 23, dan 25 menit. Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa peningkatan lama pemanggangan menyebabkan penurunan kadar air, dari 8,11% pada pemanggangan 20 menit (C20) menjadi 6,15–6,16% pada pemanggangan 23 menit (C23) hingga 25 menit (C25). Kadar protein meningkat dari 2,80% menjadi 3,36% seiring dengan penurunan kadar air. Aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh pada pemanggangan 20 menit (33,19%) dan menurun pada pemanggangan yang lebih lama. Secara fisik, kekerasan tertinggi terdapat pada pemanggangan 23 menit, sedangkan nilai warna (L*, a*, b*) tidak menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan. Hasil uji sensoris menunjukkan bahwa *cookies* dengan pemanggangan 23 menit paling disukai panelis berdasarkan parameter warna, rasa, aroma, tekstur, dan keseluruhan. Secara keseluruhan, penggunaan tepung sagu dan variasi waktu pemanggangan berpengaruh terhadap karakteristik fisikokimia *cookies,* sementara preferensi sensoris panelis menunjukkan hasil terbaik pada pemanggangan selama 23 menit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tepung sagu berpotensi dikembangkan sebagai alternatif bahan baku *cookies* yang mendukung diversifikasi pangan lokal dan mengurangi ketergantungan terhadap tepung terigu.

Food Scientia: Journal of Food Science and Technology
Vol. 5 (2), 2026, 85

Keywords:
Baking time, Cookies, Physicochemical properties, Sago flour, Sensory properties

Abstract

Cookies are widely consumed due to their desirable sweet taste and crunchy texture. However, the food industry's heavy reliance on wheat flour necessitates food diversification efforts utilizing local carbohydrate sources, such as sago flour (Metroxylon sagu), to reduce imports and enhance local food value. This study evaluated the effects of varying baking times (20, 23, and 25 minutes) on the physicochemical properties and sensory quality of cookies. The results indicated that extending the baking time significantly reduced moisture content from 8.11% in the 20-minute treatment (C20) to 6.15–6.16% in the 23-minute (C23) and 25-minute (C25) treatments. Conversely, protein content increased from 2.80% to 3.36% as moisture content decreased. The highest antioxidant activity (33.19%) was observed at 20 minutes of baking, which declined with longer durations. In terms of physical properties, the highest hardness was recorded at 23 minutes, whereas color values (L, a*, b*) showed no significant differences among treatments. Sensory evaluation revealed that cookies baked for 23 minutes were the most preferred by panelists in terms of color, taste, aroma, texture, and overall acceptability. In conclusion, baking time significantly influences the physicochemical characteristics of sago-based cookies, with the 23-minute duration yielding the best sensory acceptance. These findings suggest that sago flour is a viable alternative raw material for cookies, supporting food diversification efforts.*

This journal is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Cookies merupakan salah satu produk pangan yang digemari masyarakat karena memiliki cita rasa manis, tekstur renyah, serta daya simpannya yang panjang. Pada umumnya, *cookies* dibuat menggunakan tepung terigu, yang hingga kini pemenuhannya masih sangat bergantung pada impor gandum dari luar negeri. Ketergantungan ini berisiko terhadap ketahanan pangan nasional, sehingga diperlukan upaya diversifikasi pangan berbasis bahan lokal. Salah satu sumber karbohidrat lokal yang berpotensi adalah pati sagu. Sebagai tanaman asli Indonesia dengan cadangan lahan terbesar di dunia, sagu menawarkan solusi keberlanjutan yang tinggi. Sagu memiliki kandungan pati tinggi, sifat fisik halus, serta kemampuan membentuk tekstur *cookies* yang renyah. Penelitian Puspitasari *et al.* (2021) menyatakan bahwa penggunaan tepung sagu mampu meningkatkan kerenyahan dan menghasilkan *cookies* bebas gluten. Penelitian Dewayani *et al.* (2022) menunjukkan bahwa penambahan pati sagu dapat memperbaiki struktur kue kering dan meningkatkan efisiensi proses pemanggangan. Pada proses pemanggangan berpengaruh besar terhadap karakteristik akhir *cookies*.

Proses pemanggangan merupakan tahap kritis dalam menentukan karakteristik akhir *cookies.* Selama pemanggangan, terjadi proses penguapan air, gelatinisasi pati, denaturasi protein, pembentukan pori, reaksi Maillard, serta pembentukan warna cokelat khas *cookies.* Menurut Arum & Kurnia (2024), pemanggangan yang terlalu lama menurunkan kadar air dan meningkatkan kekerasan *cookies*. Hasil kadar air *cookies* dengan waktu pemanggangan 16 menit lebih rendah dibandingkan dengan pemanggangan 10 dan 13 menit. Sedangkan ElGamal *et al.* (2023) menemukan bahwa pemanasan pada suhu tinggi dapat merusak protein dan mengurangi aktivitas antioksidan akibat degradasi senyawa bioaktif serta reaksi Maillard. Reaksi Maillard merupakan proses penting yang dipengaruhi pH, suhu, waktu, dan aktivitas air, yang dapat meningkatkan mutu sensori dan stabilitas pangan, namun juga berpotensi menghasilkan senyawa berbahaya sehingga perlu dikendalikan dengan tepat (El Hosry *et al.*, 2025).

Pati sagu merupakan produk hasil ekstraksi empulur batang sagu yang selanjutnya dikeringkan untuk menghasilkan pati kering. Komposisi pati sagu terdiri dari sekitar 27% amilosa dan 73% amilopektin (Sultan *et al.*, 2025). Amilopektin dengan proporsi yang tinggi membuat pati bersifat lebih lembab, lengket, dan kurang mampu menyerap air. Kandungan amilosa yang lebih tinggi menyebabkan pati menjadi lebih kering, tidak terlalu lengket, dan lebih mudah menyerap air (Luo *et al.*, 2021). Pati sagu bersifat bebas gluten sehingga aman untuk penderita *celiac disease* maupun individu yang mengalami intoleransi gluten, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk produk pangan bebas gluten. Selain itu, pati sagu mudah dicerna, sehingga sesuai untuk anak-anak, lansia, atau individu dengan gangguan pencernaan yang membutuhkan sumber energi yang mudah diserap. Sagu juga mengandung sebagian serat pangan larut yang dapat membantu memberikan efek kenyang lebih lama, sehingga berpotensi mendukung pengaturan pola makan bagi mereka yang memerlukan kontrol asupan. Walaupun sagu memiliki indeks glikemik yang relatif tinggi, penggunaannya dalam produk berlemak seperti *cookies* dapat menurunkan respons glikemik karena kandungan lemak mampu memperlambat penyerapan glukosa. Pati sagu dapat dioptimalkan sebagai bahan baku alternatif dalam pengembangan produk pangan fungsional berbasis pati lokal dengan formulasi yang tepat. Pemanfaatan pati sagu dalam pembuatan *cookies* telah didukung oleh berbagai penelitian terdahulu. Sultan *et al.* (2025) melaporkan bahwa karakteristik pati sagu yang kaya amilopektin memberikan struktur yang lebih ringan dan renyah dibandingkan penggunaan tepung umbi-umbian lainnya. Selain itu, Kurniawati & Agustina (2024) menekankan bahwa optimasi waktu pemanggangan menjadi kunci utama dalam menjaga kualitas fisik *cookies* sagu agar tidak terjadi pengerasan yang berlebihan akibat retrogradasi pati.

Penelitian terkait tepung lokal sudah banyak dilakukan, namun kajian mengenai pengaruh variasi lama pemanggangan pada *cookies* berbahan tepung sagu masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya menilai satu parameter mutu, seperti kadar air atau tekstur, tanpa melihat keterkaitan antarparameter fisik, kimia, dan sensoris. Padahal, lama pemanggangan diduga berpengaruh terhadap kadar air, denaturasi protein, tingkat kerapuhan (kekerasan), warna, serta stabilitas senyawa antioksidan yang semuanya penting untuk mutu *cookies.* Kebaruan (*novelty*) penelitian ini yaitu dengan pengujian pengaruh variasi lama pemanggangan (20, 23, dan 25 menit pada suhu 140 °C) terhadap sifat kimia (kadar air, protein, dan aktivitas antioksidan DPPH (*2,2-difenil-1-pikrilhidrazil*)), sifat fisik (kekerasan dan warna), serta tingkat kesukaan panelis pada *cookies* berbahan tepung sagu. Dasar pemilihan ini berdasarkan *preliminary research.* Pemilihan waktu pemanggangan dengan rentang waktu 3-5 menit dikarenakan interval tersebut merupakan masa transisi kritis untuk mencapai tingkat kadar air standar dan tekstur renyah yang optimal, serta untuk menghindari kerusakan senyawa antioksidan akibat paparan panas yang berlebihan (*overcooking*). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sifat fisikokimia *cookies* dan memberikan informasi mengenai formulasi *cookies* berbahan baku lokal sebagai upaya mendukung diversifikasi pangan.

METODE

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian antara lain mixer (Philips), timbangan (Camry), oven (Nasional), loyang, serta cetakan kue berbahan *stainless steel* berdiameter 4,5 cm dengan ketebalan 0,5 cm. Peralatan laboratorium yang digunakan antara lain gelas ukur, beaker glass (Iwaki, Pyrex), botol timbang (Iwaki), labu kjeldahl (Pyrex), *texture analyzer* (Brookfield CT3), tabung reaksi (Iwaki, Pyrex), oven pengering (Memmert), timbangan analitik (Sartorius), *vortex mixer*, *colorimeter* (NH300) dan spektrofotometer UV Vis (Genesys) untuk analisis kimia. Pada uji hedonik digunakan nampan plastik dan cawan sebagai wadah penyajian sampel yang dilakukan di bilik.

Bahan

Bahan utama yang digunakan antara lain tepung sagu, gula halus, *shortening*, vanili bubuk, dan soda kue yang diperoleh di pasar Menulis. Selain itu digunakan pula susu skim bubuk (Frisian Flag), garam halus (Refina), dan telur ayam ras segar yang diperoleh dari pemasok lokal wilayah Sedayu. Bahan kimia yang digunakan antara lain DPPH (Merck) dan etanol PA 96% (Merck) yang diperoleh dari Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian Universitas Mercu Buana Yogyakarta.

Prosedur Kerja

Pembuatan *cookies* dilakukan dengan penyiapan bahan-bahan sesuai formulasi, yaitu *shortening* sebanyak 37,51 g, garam halus 0,78 g, gula halus 53,13 g, soda kue 1,41 g, susu bubuk skim 3,12 g, vanili 0,51 g, serta air sebanyak 23 g. Telur ditambahkan sebanyak 12,53 g, sedangkan tepung sagu digunakan sebagai bahan utama sebanyak 130 g. Formulasi ini diperoleh berdasarkan proses *trial.* Proses pembuatan *cookies* dimulai dengan pencampuran *shortening,* gula halus, garam, dan vanili hingga tercampur merata. Setelah itu ditambahkan telur dan diaduk kembali hingga homogen. Bahan kering terdiri atas tepung sagu, susu skim, dan soda kue kemudian dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam adonan dan dicampur hingga membentuk adonan yang kalis. Adonan selanjutnya dicetak menggunakan cetakan kue, diletakkan di dalam loyang yang dioles margarin dan dipanggang dalam oven pada suhu 140 °C dengan variasi waktu 20, 23, dan 25 menit. Setelah proses pemanggangan selesai, *cookies* dikeluarkan dari oven dan didinginkan pada suhu kamar sebelum dilakukan pengujian kimia.

Analisis

Analisis kimia terdiri atas pengukuran kadar air dengan metode termogravimetri (AOAC, 1984). Prosedur diawali dengan pengeringan cawan porselen dalam oven pada suhu 105 °C hingga mencapai berat konstan, kemudian sampel *cookies* ditimbang sebanyak 2 g dan dimasukkan ke dalam cawan tersebut. Sampel dikeringkan kembali di dalam oven pada suhu 105 °C selama kurang lebih 5 jam hingga beratnya stabil, lalu didinginkan dalam desikator sebelum ditimbang untuk menghitung persentase kehilangan airnya.

Kadar protein dilakukan menggunakan metode Kjeldahl (AOAC, 1984). Terdapat 3 tahap pengujian protein yaitu destruksi menggunakan asam sulfat pekat dan katalisator hingga larutan jernih, destilasi dengan penambahan NaOH untuk melepaskan amonia yang ditangkap oleh larutan asam borat, serta titrasi menggunakan larutan HCl 0,1 N untuk menentukan kadar nitrogen yang kemudian dikalikan dengan faktor konversi 6,25.

Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (Xu & Chang, 2007). Sampel diekstrak menggunakan pelarut metanol, kemudian filtratnya direaksikan dengan larutan DPPH 0,1 mM dalam kondisi gelap selama 30 menit. Absorbansi campuran diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm untuk menghitung persentase inhibisi radikal bebas dibandingkan dengan kontrol.

Analisis fisik dilakukan dengan pengukuran warna menggunakan alat *colorimeter* dan tekstur menggunakan *texture analyzer*. Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan alat *colorimeter* yang telah dikalibrasi menggunakan plat putih standar. Alat diarahkan pada permukaan *cookies* untuk menangkap nilai koordinat warna yang dinyatakan dalam sistem L* (*lightness*), a* (*redness*), dan b* (*yellowness*). Pengujian tekstur dilakukan dengan *probe* tipe *Three-Point Bend Rig* untuk mengukur parameter kekerasan (*hardness*). *Cookies* diletakkan secara horizontal pada landasan, kemudian *probe* bergerak turun dengan kecepatan tertentu hingga

mematahkan sampel. Gaya maksimum yang diperlukan untuk mematahkan *cookies* terekam dalam satuan Newton (N) atau gram force (gf) sebagai indikator tingkat kekerasan produk.

Uji sensoris dilakukan dengan menggunakan uji hedonik untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap *cookies* sagu. Penilaian melibatkan 20 orang panelis semi terlatih yang diminta memberikan skor berdasarkan persepsi subjektif mereka. Sampel disajikan secara acak dengan kode tiga digit unik untuk menghindari bias. Atribut yang dinilai meliputi warna, aroma, rasa, tekstur, dan kesukaan secara keseluruhan (*overall*). Panelis memberikan penilaian pada lembar kuesioner dengan rentang skala Likert 1 hingga 5, yang dimulai dari skor 1 untuk kategori sangat tidak suka hingga skor 5 untuk kategori sangat suka. Di antara pencicipan antar sampel, panelis diberikan air mineral sebagai penetral indra perasa guna menjaga objektivitas penilaian.

Analisis Statistika

Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) 1 faktor yaitu lama pemanggangan dengan waktu 20, 23, dan 25 menit yang dilaksanakan secara duplo. Data hasil penelitian dianalisis secara statistik menggunakan *One Way Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh variasi lama pemanggangan terhadap parameter mutu *cookies*, meliputi kadar air, kadar protein, aktivitas antioksidan, warna, tekstur, dan hasil uji sensoris. Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perbedaan nyata antarperlakuan. Seluruh proses pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak IBM SPSS *Statistics.*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kimia *Cookies*

Hasil analisis kimia *cookies* yaitu kadar air, kadar protein, dan aktivitas antioksidan berdasarkan lama waktu pemanggangan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar air, kadar protein, dan aktivitas antioksidan *cookies*

Sampel	Kadar air (% wb)	Kadar protein (% wb)	Aktivitas antioksidan (% RSA)
C20	8,11±0,01^{c}	2,80±0,01^{a}	33,19±0,01^{c}
C23	6,11±0,01^{b}	3,03±0,01^{b}	25,16±0,01^{b}
C25	6,16±0,01^{a}	3,36±0,01^{c}	23,16±0,01^{a}

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda pada kolom menunjukkan adanya beda nyata ($p<0,05$); wb (wet basis); RSA (*radical scavenging activity*); (C20 = *cookies* dengan lama pemanggangan 20 menit, C23 = *cookies* dengan lama pemanggangan 23 menit, C25 = *cookies* dengan lama pemanggangan 25 menit.

Tabel 1 menunjukkan bahwa lama pemanggangan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ketiga parameter kimia ($p < 0,05$). Pada parameter kadar air, C20 memiliki kadar air tertinggi yaitu 8,11%, sedangkan C23 dan C25 menunjukkan kadar air lebih rendah, masing-masing 6,11% dan 6,16%. Penurunan kadar air seiring meningkatnya waktu pemanggangan disebabkan oleh tingginya laju evaporasi air selama proses pemanasan. Semakin lama waktu paparan panas, semakin besar jumlah air yang diuapkan dari matriks adonan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Baldino *et al.* (2023), bahwa proses *baking* menyebabkan pengurangan kadar air melalui mekanisme penguapan air bebas dan terikat secara bertahap pada suhu tinggi. Proses *baking* melibatkan perubahan suhu, kadar air, serta volume yang menentukan tekstur dan kualitas

akhir produk pangan. Namun pada C25 terjadi sedikit peningkatan dibanding C23, hal ini dapat terjadi karena redistribusi air dalam matriks tepung atau sifat higroskopis komponen tertentu seperti gula dan pati setelah pemanggangan. Menurut Fellows (2017), pemanggangan dalam waktu yang lebih lama dapat menyebabkan kerusakan struktur granula pati secara masif yang meningkatkan area permukaan aktif untuk mengikat uap air dari udara sesaat setelah produk dikeluarkan dari oven. Produk *bakery* rentan mengalami migrasi kelembapan yang memengaruhi tekstur, stabilitas kimia, dan keamanan mikrobiologisnya (Nugrahedi *et al.*, 2025).

Parameter kadar protein Tabel 1 menunjukkan adanya peningkatan protein seiring bertambahnya lama pemanggangan, yaitu 2,80% pada C20, meningkat menjadi 3,03% pada C23, dan 3,36% pada C25. Peningkatan kadar protein diakibatkan oleh penurunan kadar air, sehingga konsentrasi protein dalam produk menjadi relatif lebih tinggi. Hasil penelitian sebelumnya, tepung mocaf menunjukkan bahwa kombinasi pengeringan 8 jam pada suhu 70 °C menghasilkan kadar air, komposisi kimia, dan parameter warna yang optimal (Aisah *et al.*, 2021). Hal ini sesuai dengan pendapat Lasale *et al.* (2022), bahwa pengeringan atau pemanasan dapat meningkatkan konsentrasi komponen gizi tertentu akibat berkurangnya kadar air dalam produk pangan. Variasi suhu dan waktu pemanggangan menunjukkan bahwa suhu tinggi (140 °C) dan waktu lebih lama (23 menit) menghasilkan intensitas Maillard yang lebih kuat, ditandai dengan warna lebih coklat, aroma kacang yang lebih khas, rasa yang lebih menonjol, dan tekstur yang lebih lunak.

Sementara itu, aktivitas antioksidan menunjukkan tren menurun dengan bertambahnya waktu pemanggangan, yaitu tertinggi pada C20 sebesar 33,19% RSA, menurun pada C23 sebesar 25,16% RSA, dan terendah pada C25 (23,16% RSA). Penurunan aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh degradasi senyawa bioaktif yang sensitif terhadap panas, seperti fenolik dan flavonoid yang banyak terdapat pada beberapa bahan penyusun termasuk sagu dan telur. Pemanasan pada suhu tinggi dapat menyebabkan kerusakan struktur senyawa antioksidan, sehingga menurunkan kemampuan menangkal radikal bebas (Mahardani & Yuanita, 2021; Rao & Zheng, 2025). Reaksi Maillard yang semakin intensif pada pemanggangan lebih lama juga dapat menghasilkan senyawa yang bersifat prooksidatif, sehingga menurunkan nilai RSA. Uji aktivitas antioksidan dilakukan untuk mengevaluasi retensi senyawa bioaktif alami yang terkandung dalam pati sagu, seperti asam fenolik, serta kontribusi senyawa karotenoid dari telur. Pengukuran ini penting untuk menentukan batas waktu pemanggangan yang mampu menghasilkan karakteristik fisik terbaik tanpa menghilangkan nilai fungsional *cookies* sebagai sumber antioksidan bagi tubuh.

Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa lama pemanggangan berpengaruh nyata terhadap kadar air, protein, dan aktivitas antioksidan *cookies* berbahan tepung sagu. Pemanggangan yang terlalu lama menurunkan aktivitas antioksidan dan kadar air secara signifikan, namun meningkatkan konsentrasi protein sebagai akibat dari hilangnya air.

Analisis Warna *Cookies*

Hasil analisis warna *cookies* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis warna *cookies*

Sampel	L	a*	b*
C20	65,71±0,72^{b}	6,77±0,19^{a}	22,85±0,23^{a}
C23	62,97±0,35^{a}	7,62±0,26^{ab}	22,93±0,08^{a}
C25	63,65±0,51^{a}	7,22±0,17^{b}	23,68±0,39^{a}

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda pada kolom menunjukkan adanya beda nyata (p<0,05); C20 = *cookies* dengan lama pemanggangan 20 menit, C23 = *cookies* dengan lama pemanggangan 23 menit, C25 = *cookies* dengan lama pemanggangan 25 menit.

Hasil analisis warna *cookies* berdasarkan nilai L, $a*$, dan $b*$ disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa perbedaan lama pemanggangan memberikan pengaruh terhadap parameter warna, terutama kecerahan (L) dan intensitas merah kehijauan ($a*$) meskipun perubahan pada nilai $b*$ tidak signifikan. Interpretasi nilai L*, a*, dan b* pada sistem warna CIE menunjukkan dimensi visual produk secara objektif, di mana nilai L* (*lightness*) merepresentasikan tingkat kecerahan dengan rentang 0 (hitam) hingga 100 (putih), sehingga penurunan nilainya pada *cookies* menandakan warna yang semakin gelap akibat reaksi pencoklatan non-enzimatik. Nilai a* (*redness*) mengukur koordinat warna merah hingga hijau, yang pada produk pangan panggang nilai positifnya menunjukkan intensitas warna cokelat kemerahan hasil dari pembentukan pigmen melanoidin selama reaksi Maillard. Sementara itu, nilai b* (*yellowness*) mengukur koordinat warna kuning hingga biru, di mana nilai positif yang tinggi pada *cookies* mencerminkan kontribusi warna kuning alami dari bahan baku seperti telur dan pati sagu.

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai L *cookies* menurun pada sampel C23 sebesar 62,97 dibandingkan C20 sebesar 65,71 yang menandakan bahwa warna *cookies* lebih gelap seiring meningkatnya waktu pemanggangan. Penurunan kecerahan ini berkaitan dengan reaksi pencoklatan non-enzimatis, terutama reaksi Maillard dan karamelisasi yang semakin intensif pada suhu pemanggangan yang lebih lama. Reaksi Maillard pada produk *bakery* akan meningkat seiring bertambahnya waktu dan suhu pemanasan, sehingga warna produk cenderung lebih gelap (Chen *et al.*, 2024; Dong *et al.*, 2022).

Nilai $a*$ pada *cookies* menunjukkan intensitas warna kemerahan mengalami peningkatan pada C23 sebesar 7,62 dibanding C20 sebesar 6,77 dan sedikit menurun kembali pada C25 sebesar 7,22. Hasil ini menunjukkan bahwa pemanggangan yang terlalu lama dapat menyebabkan degradasi pigmen atau melanoidin, sehingga intensitas warna merah menurun, namun hasilnya tidak berbeda nyata. Pembentukan warna coklat-merah pada *cookies* dipengaruhi oleh pembentukan melanoidin yang optimum pada durasi pemanggangan tertentu, namun akan menurun ketika pemanasan berlebih menyebabkan pigmentasi terdegradasi. Wardana (2025) menyatakan bahwa pada produk pangan berbasis pati sagu, durasi panas yang ekstrem dapat memicu degradasi senyawa intermediet hasil reaksi Maillard sebelum sempat berubah menjadi melanoidin yang stabil.

Sementara itu, nilai $b*$ (kekuningan) tidak menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan, berada pada kisaran 22,85–23,68. Hal ini disebabkan oleh komponen pembentuk warna kuning seperti gula dan pati yang tidak mengalami degradasi besar pada suhu pemanggangan yang digunakan. Menurut Hendrasty & Santoso (2024), parameter warna $b*$ pada produk *cookies* cenderung relatif stabil apabila reaksi pencoklatan tidak berlangsung secara berlebihan. Perubahan warna *cookies* terutama ditentukan oleh intensitas reaksi pencoklatan non-enzimatis selama proses pemanggangan.

Analisis Tekstur *Cookies*

Hasil analisis tekstur *cookies* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis tekstur *cookies*

Sampel	Tekstur (gf)
C20	4,49±0,01[b]
C23	6,52±0,02[c]
C25	3,99±0,01[a]

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda pada kolom menunjukkan adanya beda nyata (p<0,05); C20 = *cookies* dengan lama pemanggangan 20 menit, C23 = *cookies* dengan lama pemanggangan 23 menit, C25 = *cookies* dengan lama pemanggangan 25 menit.

Hasil pengukuran tekstur *cookies* pada berbagai lama pemanggangan ditampilkan pada Tabel 3. Nilai tekstur yang diukur dalam gaya patah (gf) menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan (p<0,05). Lama pemanggangan terbukti memengaruhi kekerasan *cookies* secara signifikan.

C23 memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu 6,52 gf. Nilai ini lebih besar dibandingkan C20 sebesar 4,49 gf dan C25 sebesar 3,99 gf. Peningkatan nilai kekerasan pada C23 dipengaruhi oleh proses penguapan air yang lebih optimal, sehingga struktur *cookies* menjadi lebih kering, padat, dan renyah. Menurut penelitian Kurniawati & Agustina (2024), penurunan kadar air selama pemanggangan berkorelasi langsung dengan peningkatan kekerasan pada produk *cookies* karena matriks pati dan gluten menjadi lebih kompak saat kehilangan air.

Namun, pada pemanggangan 25 menit (C25), nilai kekerasan justru menurun. Hal ini dapat terjadi karena proses pemanasan berlebih menyebabkan kerusakan struktur internal, seperti rapuhnya jaringan pati, pelemahan matriks protein, atau terbentuknya rongga mikro akibat suhu tinggi dalam durasi yang terlalu panjang. Keadaan seperti ini membuat *cookies* lebih mudah hancur, sehingga nilai gaya patahnya menurun. Temuan ini sejalan dengan penelitian Prasetyo *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa pemanggangan terlalu lama dapat menyebabkan *overbaking,* yang menurunkan kekerasan karena struktur menjadi rapuh dan *crumbly* pada *snackbar*. Pati sagu memiliki karakteristik amilopektin yang dominan sehingga ketika dipanaskan melebihi titik optimalnya akan membuatnya rapuh. Hal ini karena tingginya kadar amilopektin pada sagu menyebabkan pembentukan matriks yang kaku namun tidak elastis setelah dehidrasi ekstrem. Pemanasan berlebih mengakibatkan de-polimerisasi rantai cabang pati dan mempercepat proses retrogradasi, sehingga struktur *cookies* kehilangan kohesivitasnya dan menjadi mudah retak atau rapuh. Pati sagu memiliki kadar amilopektin sekitar 73–76% (Napitupulu *et al.*, 2024). Tanpa adanya gluten (seperti pada terigu), struktur *cookies* hanya mengandalkan antar granula pati yang tergelatinisasi.

Perbedaan tekstur antar perlakuan juga berkaitan dengan komposisi kimia *cookies*, terutama kadar air. *Cookies* C23 dengan kadar air lebih rendah cenderung mengalami peningkatan kekerasan. Secara keseluruhan, lama pemanggangan memberikan pengaruh nyata terhadap tekstur *cookies.* Pemanggangan 23 menit menghasilkan tekstur paling optimal dari sisi kekerasan, sedangkan pemanggangan terlalu singkat atau terlalu lama menyebabkan *cookies* menjadi kurang renyah atau terlalu rapuh.

Analisis Sensoris *Cookies*

Uji hedonik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan *cookies* pada tiga perlakuan lama pemanggangan (20, 23, dan 25 menit). Hasil penilaian kesukaan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis kesukaan *cookies*

Sampel	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Keseluruhan
C20	3,33±1,15^{a}	3,33±0,58^{a}	3,00±0,00^{a}	2,33±0,58^{a}	2,33±0,58^{a}
C23	4,00±1,00^{a}	3,00±0,00^{a}	3,33±0,58^{a}	3,67±0,58^{b}	4,33±0,58^{b}
C25	3,00±0,00^{a}	3,00±1,00^{a}	3,11±1,15^{a}	4,00±0,00^{b}	3,33±0,58^{ab}

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda pada kolom menunjukkan adanya beda nyata ($p<0,05$); C20 = *cookies* dengan lama pemanggangan 20 menit, C23 = *cookies* dengan lama pemanggangan 23 menit, C25 = *cookies* dengan lama pemanggangan 25 menit.

Sampel C23 pada Tabel 4 menunjukkan skor kesukaan tertinggi pada hampir seluruh parameter yaitu warna, rasa dan keseluruhan. Pada parameter warna, C23 memiliki nilai 4,00 namun tidak berbeda nyata dengan C20 dan C25. Warna C23 lebih menarik karena tingkat kecokelatan yang terbentuk optimal akibat reaksi pencoklatan non-enzimatis (Maillard) dan karamelisasi yang berkembang baik pada pemanggangan menengah, namun belum berlebihan sehingga tidak menghasilkan warna terlalu gelap.

Aroma *cookies* menunjukkan tidak adanya beda nyata yang menunjukkan bahwa lama pemanggangan tidak memberikan perbedaan signifikan terhadap persepsi aroma. Hal ini diduga karena aroma khas *cookies* lebih dipengaruhi oleh komposisi bahan (*shortening*, gula, vanili) daripada variasi durasi pemanggangan dalam rentang waktu yang diuji. Pada atribut rasa, C23 juga memiliki skor yang lebih tinggi sebesar 3,33 dibandingkan C20 dan C25. Rasa yang lebih disukai pada C23 dapat berkaitan dengan perkembangan flavor hasil pemanggangan yang seimbang, tanpa rasa mentah (C20) ataupun pahit akibat pemanggangan berlebih (C25). C20 menunjukkan skor tekstur terendah sebesar 2,33 karena tingkat kerenyahannya belum terbentuk sempurna akibat pemanggangan yang lebih singkat. Sebaliknya, C23 dan C25 mendapat skor lebih tinggi karena teksturnya lebih renyah walaupun tidak berbeda nyata.

Sampel C23 memperoleh skor tertinggi sebesar 4,33 sehingga dinilai sebagai *cookies* dengan mutu sensoris terbaik. Hal ini menunjukkan bahwa durasi pemanggangan 23 menit menghasilkan keseimbangan ideal antara warna, rasa, tekstur, dan keseluruhan atribut sensoris. Hasil penelitian ini sejalan penelitian sebelumnya bahwa durasi pemanggangan berpengaruh terhadap reaksi kimia pembentuk flavor dan tekstur, dan bahwa waktu pemanggangan yang terlalu singkat atau terlalu lama dapat menurunkan mutu sensoris produk akhir (Qi *et al.*, 2025; Temkov *et al.*, 2024).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi lama pemanggangan berpengaruh terhadap sifat fisikokimia *cookies* manis. Lama pemanggangan memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar air, kadar protein, aktivitas antioksidan, warna, dan tekstur *cookies.* C20 menghasilkan kadar air dan aktivitas antioksidan tertinggi, namun teksturnya cenderung kurang keras dibanding perlakuan lain. Peningkatan lama pemanggangan hingga 23 dan 25 menit menurunkan kadar air serta meningkatkan kadar protein. Aktivitas antioksidan menurun seiring lamanya pemanggangan akibat degradasi termal senyawa bioaktif. Secara fisik, nilai warna *(L*, a*, b*)* menunjukkan kecenderungan terjadinya pencoklatan pada pemanggangan lebih lama, sedangkan kekerasan tertinggi diperoleh pada C23. Hasil uji sensoris menunjukkan bahwa C23 merupakan perlakuan yang paling disukai panelis berdasarkan warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan. Dengan demikian, pemanggangan selama 23 menit pada suhu 140 °C dapat direkomendasikan sebagai kondisi terbaik untuk menghasilkan *cookies* berbahan tepung sagu dengan kualitas fisikokimia dan sensori yang optimal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat

mendukung pengembangan produk pangan berbasis bahan lokal sebagai upaya diversifikasi pangan.

DAFTAR PUSTAKA

Aisah, A., Harini, N., & Damat, D. (2021). Pengaruh waktu dan suhu pengeringan menggunakan pengering kabinet dalam pembuatan MOCAF (modified cassava flour) dengan fermentasi ragi tape. *Food Technology and Halal Science Journal*, *4*(2), 172–191. https://doi.org/10.22219/fths.v4i2.16595

AOAC. (1984). *Official Methods of Analysis* (14th Edition). AOAC.

Arum, D. P., & Kurnia, P. (2024). Pengaruh subtitusi tepung ganyong dan tepung sorgum terhadap kadar air dan kadar abu pada *cookies* cokelat bebas gluten berbahan dasar tepung mocaf. *Ranah Research : Journal of Multidisciplinary Research and Development*, *6*(6), 2739–2744. https://doi.org/10.38035/rrj.v6i6.1140

Baldino, N., Lupi, F. R., & Gabriele, D. (2023). Fundamentals of Food Baking Processes. In *High-Temperature Processing of Food Products* (pp. 79–102). Elsevier.

Chen, C., Espinal-Ruiz, M., Francavilla, A., Joye, I. J., & Corradini, M. G. (2024). Morphological changes and color development during cookie baking—Kinetic, heat, and mass transfer considerations. *Journal of Food Science*, *89*(7), 4331–4344. https://doi.org/10.1111/1750-3841.17117

Dewayani, W., Suryani, S., Arum, R. H., & Septianti, E. (2022). Potential of sago products supporting local food security in South Sulawesi. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *974*(1), 012114. https://doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012114

Dong, L., Qiu, C., Wei, F., Yu, Z., Zhang, Y., & Wang, S. (2022). The effect of microwave baking conditions on the quality of biscuits and the control of thermal processing hazards in the maillard reaction. *Frontiers in Nutrition*, *9*, 825365. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.825365

El Hosry, L., Elias, V., Chamoun, V., Halawi, M., Cayot, P., Nehme, A., & Bou-Maroun, E. (2025). Maillard reaction: Mechanism, influencing parameters, advantages, disadvantages, and food industrial applications: A review. *Foods*, *14*(11), 1881. https://doi.org/10.3390/foods14111881

ElGamal, R., Song, C., Rayan, A. M., Liu, C., Al-Rejaie, S., & ElMasry, G. (2023). Thermal degradation of bioactive compounds during drying process of horticultural and agronomic products: A comprehensive overview. *Agronomy*, *13*(6), 1580. https://doi.org/10.3390/agronomy13061580

Fellows, P. J. (2017). *Food Processing Technology* (4th ed.). Woodhead Publishing. https://doi.org/10.1016/C2019-0-04416-0

Hendrasty, H. K., & Santoso, U. (2024). *All about bakery, semua yang harus kamu tahu tentang bakery*. Andi.

Kurniawati, E., & Agustina, A. (2024). Tepung premix *cookies* berbahan dasar mocaf dan sagu dengan perlakuan penyangraian suhu yang berbeda. *JOFE : Journal of Food Engineering*, *3*(1), 11–18. https://doi.org/10.25047/jofe.v3i1.4275

Lasale, N. R., Liputo, S. A., & Limonu, M. (2022). Karakteristik fisik dan kimia pati resisten pisang goroho (musa acuminafe,sp) pada berbagai suhu pengeringan. *Jambura Journal of Food Technology*, *4*(1), 64–77. https://doi.org/10.37905/jjft.v4i1.11049

Luo, H., Dong, F., Wang, Q., Li, Y., & Xiong, Y. (2021). Construction of porous starch-based hydrogel via regulating the ratio of amylopectin/amylose for enhanced water-retention. *Molecules*, *26*(13), 3999. https://doi.org/10.3390/molecules26133999

Mahardani, O. T., & Yuanita, L. (2021). Efek metode pengolahan dan penyimpanan terhadap kadar senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan. *Unesa Journal of Chemistry*, *10*(1), 64–78. https://doi.org/10.26740/ujc.v10n1.p64-78

Napitupulu, M., Sarungallo, Z. L., Iriani, F., Hutagaol, J. F., Situngkir, R. U., & Ginting, D. M. B. (2024). Karakteristik fisikokimia sirup glukosa dari sagu (Metroxylon sp) Lokal papua yang diproduksi secara enzimatis. *Agritechnology*, *7*(2), 25–39.

Nugrahedi, P. Y., Soesilo, S. A., Perdana, J., Yudiar, H., & Sanyoto, G. J. (2025). Moisture Migration and Its Prevention in Multi-Domain Bakery Products: A Review. *Food Reviews International*, *41*(9), 3506–3529. https://doi.org/10.1080/87559129.2025.2570469

Prasetyo, F., Pujimulyani, D., & Kanetro, B. (2025). Pengaruh penambahan bubuk temulawak (Curcuma xanthorrhiza Roxb.) dan variasi waktu pemanggangan terhadap sifat fisik, kimia dan kesukaan snack bar. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, *19*(3), 706–714. https://doi.org/10.21107/agrointek.v19i3.22447

Puspitasari, D., Noerhartati, E., Revitriani, M., Rejeki, F. S., & Wedowati, E. R. (2021). The concentration of sago flour to taro-mung bean composite flour on the quality of non-gluten biscuits. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *733*(1), 012076. https://doi.org/10.1088/1755-1315/733/1/012076

Qi, Y., Wang, W., Yang, T., Ding, W., & Xu, B. (2025). Maillard reaction in flour product processing: mechanism, impact on quality, and mitigation strategies of harmful products. *Foods*, *14*(15), 2721. https://doi.org/10.3390/foods14152721

Rao, M. J., & Zheng, B. (2025). The role of polyphenols in abiotic stress tolerance and their antioxidant properties to scavenge reactive oxygen species and free radicals. *Antioxidants*, *14*(1), 74. https://doi.org/10.3390/antiox14010074

Sultan, R. A., Miftahuddin, M., Riarahmadani, R., & Pradanto, S. A. (2025). *Pati sagu: Inovasi dan produk turunannya* (Cetakan Pertama). Penerbit Buku Sonpedia.

Temkov, M., Rocha, J. M., Rannou, C., Ducasse, M., & Prost, C. (2024). Influence of baking time and formulation of part-baked wheat sourdough bread on the physical characteristics, sensory quality, glycaemic index and appetite sensations. *Frontiers in Nutrition*, *11*, 1370086. https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1370086

Wardana, A. A. (2025). Reologi dan sifat antarmuka. In *Ilmu bahan pangan* (p. 70). PT Sada Kurnia Pustaka.

Xu, B. J., & Chang, S. K. C. (2007). A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *Journal of Food Science*, *72*(2). https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00260.x