

Analisis Substitusi Tepung Kacang Bogor dan Tepung Mocaf terhadap Daya Terima dan Kandungan Gizi Bolu Kemojo

Saqifa Khairun Nida¹, Diah Puspitasari², Kurnia Mar'atus Solichah³

^{1,2,3}Universitas Aisyiyah Yogyakarta

Email: diahpuspitasari@unisayogya.ac.id

Abstrak

Bolu kemojo merupakan makanan khas Riau yang dinamai berdasarkan bentuk loyang menyerupai bunga kamboja. Seiring meningkatnya tren pangan bebas gluten dan berbasis nabati, bolu kemojo berpotensi dikembangkan menggunakan tepung mocaf dan tepung kacang bogor sebagai bahan lokal yang kaya protein dan serat. Penelitian ini bertujuan mengetahui daya terima dan kandungan gizi bolu kemojo substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) nonfaktorial dengan 4 formulasi. Uji daya terima dilakukan pada 30 panelis semi terlatih yang dipilih secara *purposive sampling*, sedangkan analisis proksimat dilakukan pada formula kontrol (F0) dan formula terbaik. Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf berpengaruh nyata terhadap warna, rasa, tekstur, dan tingkat kesukaan keseluruhan ($p < 0,05$), tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap aroma ($p > 0,05$). Formula F1 (25% tepung kacang bogor: 75% tepung mocaf) merupakan formula terbaik karena memiliki tingkat penerimaan tertinggi di antara formula substitusi dan mendekati kontrol. Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa F1 memiliki kadar protein, lemak, serat kasar, dan energi yang lebih tinggi ($p < 0,05$) dibandingkan dengan F0 (kontrol) yang memiliki kadar air, abu, dan karbohidrat lebih rendah ($p > 0,05$). Formula F1 mengandung kadar air 46,76%, kadar abu 0,56%, protein 4,46%, lemak 3,21%, karbohidrat 44,13%, serat kasar 3,21%, dan energi 218 kkal/100 g. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bolu kemojo dengan substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf berpotensi menjadi inovasi pangan lokal dengan kandungan gizi dan daya terima yang baik, sehingga dapat mendukung diversifikasi pangan, meningkatkan nilai tambah komoditas lokal, serta membuka peluang pengembangan produk oleh UMKM berbasis pangan lokal.

Kata Kunci: Bolu Kemojo, Tepung Kacang Bogor, *Gluten Free*, Tepung Mocaf, Kandungan Gizi

Abstract

Bolu kemojo is a typical Riau food named after the shape of the pan that resembles a frangipani flower. With the increasing trend of gluten-free and plant-based foods, bolu kemojo has the potential to be developed using mocaf flour and Bogor peanut flour as local ingredients rich in protein and fiber. This study aims to determine the acceptability and nutritional content of bolu kemojo substituted with Bogor peanut flour and mocaf flour. The study used a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) with 4 formulations. The acceptability test was conducted on 30 semi-trained panelists selected by purposive sampling, while proximate analysis was conducted on the control formula (F0) and the best formula. The results of the Kruskal-Wallis test showed that the substitution of Bogor peanut flour and mocaf flour significantly affected color, taste, texture, and overall preference level ($p < 0.05$), but did not significantly affect aroma ($p > 0.05$). Formula F1 (25% Bogor peanut flour: 75% mocaf flour) was the best formula because it had the highest acceptability level among the substitution formulas and was close to the control. The results of the proximate analysis showed that F1 had higher levels of protein, fat, crude fiber, and energy ($p < 0.05$) compared to F0 (control) which had lower levels of water, ash, and carbohydrates ($p > 0.05$). Formula F1 contained 46.76% water content, 0.56% ash content, 4.46% protein, 3.21% fat, 44.13% carbohydrate, 3.21% crude fiber, and 218 kcal/100 g energy. The results of this study indicate that bolu kemojo with the substitution of Bogor peanut flour and mocaf flour has the potential to become a local food innovation with good nutritional content and acceptability, so it can support food diversification, increase the added value of local commodities, and open up opportunities for product development by local food-based MSMEs.

Keywords: Kemojo Cake, Bogor Peanut Flour, *Gluten Free*, Mocaf Flour, Nutrient Content

1. PENDAHULUAN

Tren inovasi pangan di Indonesia kini berfokus pada pengembangan produk yang mendukung gaya hidup sehat dan pemenuhan gizi seimbang, yang ditandai dengan munculnya berbagai pangan tinggi protein, tinggi serat, berbasis bahan lokal, serta meningkatnya minat

terhadap produk *gluten free* [1]. Selain itu, konsumen juga semakin memperhatikan konsumsi rendah gula (*low sugar*) dan bahan pangan yang mengedepankan *clean eating*. Kebutuhan terhadap produk *gluten-free* juga terjadi oleh adanya kondisi intoleransi gluten, yang mencakup penyakit *celiac*, *non-celiac gluten sensitivity* (NCGS), dan alergi gandum. Prevalensi penyakit celiac di dunia diperkirakan sekitar 5%, NCGS sebesar 0,5-6%, dan alergi gandum sekitar 0,2-1% [2]. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengembangan produk bebas gluten menjadi penting, baik dari sisi kesehatan maupun diversifikasi pangan.

Seiring dengan hal tersebut berbagai olahan modern maupun tradisional, termasuk aneka kue khas daerah, kini mulai dimodifikasi menjadi *gluten-free* tanpa mengubah karakteristik sensorinya, seperti bika ambon mocaf, nagasari berbahan tepung pisang, dodol tepung ubi, kue klepon berbahan tepung ketan dan mocaf [3]. hal ini menjadi bukti bahwa makanan khas Indonesia dapat beradaptasi dengan kebutuhan konsumen masa kini. Salah satu makanan khas daerah lain yang dapat dikembangkan, seperti makanan khas Riau yaitu bolu kemojo.

Bolu kemojo yang umumnya dibuat dari tepung terigu, gula, santan, mentega, dan telur dapat dikembangkan dengan memanfaatkan bahan baku lokal yang lebih bernilai gizi dan mendukung diversifikasi pangan. Berdasarkan hal tersebut diperlukan alternatif tepung yang memiliki sifat mendekati tepung terigu namun bebas gluten. Akan tetapi, dari berbagai macam tepung tersebut yang paling mendekati sifat fisik dan karakteristik tepung terigu adalah tepung mocaf. Menurut TKPI (2019) dalam 100 g tepung mocaf mengandung karbohidrat 85g, serat 6,0g dan protein 1,2g per 100 g.

Pemanfaatan tepung mocaf dalam berbagai produk telah banyak diteliti. Vera *et al.* (2023) melakukan substitusi tepung mocaf pada bolu kojo, menghasilkan kadar karbohidrat yaitu sebesar 29,4% pada formula 75% mocaf dan 25% terigu. Namun penelitian tersebut belum mengevaluasi tingkat kesukaan konsumen terhadap masing-masing formula. Adapun penelitian lain oleh Cristina D, *et al.* (2025) dan Qhonif & Wardana. (2025) menunjukkan bahwa penggunaan tepung mocaf pada produk *roll cake* dan nastar menghasilkan penerimaan sensorik yang sangat baik dan tinggi pada setiap atribut sensori. Kandungan protein tepung mocaf yang relative rendah (1,2 g) menjadi keterbatasan dalam peningkatan nilai gizi produk.

Upaya peningkatan nilai gizi dapat dilakukan melalui penambahan sumber protein nabati (*plant based food*) seperti kacang-kacangan yang telah banyak digunakan dalam produk *bakery*. Berbagai jenis tepung kacang memiliki potensi sebagai sumber protein nabati. Tepung kacang tanah memiliki protein sekitar 20-21%, namun seratnya relatif rendah yaitu 1-28 g/100 g. Tepung kacang hijau memiliki protein tinggi, yaitu 35% per 100 g, tetapi memiliki aroma langu yang cukup kuat [7]. Selain itu, Komalasari (2022) yang menggunakan tepung kacang merah dalam pembuatan kue simping dan menghasilkan kadar protein sekitar 17-22%. Pada kue simping tepung kacang hijau, protein 31,5%, lemak 14,3% dan serat 35,1%. Kandungan serat yang terlalu tinggi diketahui dapat meningkatkan *firmness* pada produk *bakery* sehingga menghasilkan tekstur yang lebih keras. Oleh karena itu, tepung kacang bogor dapat menjadi alternatif bahan pangan yang berpotensi menghasilkan tekstur produk yang lebih baik karena memiliki kandungan serat yang lebih moderat, yaitu sebesar 6,9%, serta kandungan protein sebesar 22% per 100 g (Yao *et al.*, 2015). Penelitian oleh Nufaisah (2024) menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang bogor sebesar 20% pada roti tawar memiliki tingkat penerimaan yang baik. Penambahan tepung kacang bogor tersebut juga mampu meningkatkan kandungan protein produk, dari 10,57% pada formula kontrol (100% tepung gandum) menjadi 11,49% pada formula substitusi 20% tepung kacang bogor. Protein nabati tidak hanya meningkatkan nilai gizi, tetapi juga berperan dalam pembentukan struktur dan tekstur produk pangan. Secara fungsional, protein berperan dalam mengikat air, membentuk struktur adonan, serta memengaruhi kerapatan dan kelembutan remah (*crumb structure*) pada produk akhir. Selain kandungan protein, tepung kacang memiliki kandungan serat pangan berkontribusi terhadap

peningkatan nilai fungsional produk, terutama dalam mendukung penurunan kemampuan adonan gas, menjadikan adonan menjadi padat (Nufaisah, 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, pemanfaatan kacang bogor hanya terbatas pada konsumsi secara langsung dan belum banyak dikembangkan dalam bentuk tepung kacang bogor. Selain itu, penerapan tepung kacang bogor sebagai bahan baku pada produk pangan, khususnya *bakery* masi relatif terbatas, sehingga potensinya sebagai bahan pangan lokal bernilai gizi tinggi masih perlu digali lebih lanjut. Oleh karena itu, kombinasi tepung kacang bogor dengan tepung mocaf berpotensi dikembangkan untuk inovasi bolu kemojo *gluten-free* tanpa mengubah karakteristiknya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya terima dan kandungan gizi seperti karbohidrat, lemak, protein dan serat kasar serta kadar air, kadar abu dan energi pada bolu kemojo dengan formulasi tepung kacang bogor dan tepung mocaf. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan produk bebas *gluten* yang dengan gizi lebih tinggi, sekaligus menjadi daya tarik bagi pembeli dan menjadi pilihan makanan sehat yang dapat dikembangkan pelaku usaha, khususnya pada UMKM lokal.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan 4 perlakuan. Adapun perlakuan dalam penelitian ini adalah formulasi rasio perbandingan antara tepung kacang bogor dan tepung mocaf yang berbeda. Formulasi rasio perlakuan yang terdiri atas F0 (100% tepung terigu), F1 tepung kacang bogor 25%: tepung mocaf 75% , F2 tepung kacang bogor 45%: tepung mocaf 65% , dan F3 tepung kacang bogor 65%: tepung mocaf 45%. Adapun formulasi dalam pembuatan bolu kemojo dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Komposisi Formula Bahan

Bahan	Perbandingan Tepung Kacang Bogor dan Tepung Mocaf			
	F0	F1	F2	F3
Tepung Terigu (g)	125	-	-	-
Tepung Kacang Bogor (g)	-	31,25	51,14	73,86
Tepung Mocaf (g)	-	93,75	73,86	51,14
Margarin (g)	10	10	10	10
Santan (g)	210	210	210	210
Air (mL)	165	165	165	165
Telur (g)	150	150	150	150
Gula (g)	200	200	200	200
Daun Pandan (g)	50	50	50	50

Keterangan: F0: (100% T.T); F1: (25%T.K.B:75% T.M); F2: (45% T.K.B: 65% T.M) F3 :(65% T.K.B: 45% T.M.

Parameter yang akan diuji dalam penelitian ini terbagi menjadi 2 yaitu, uji daya terima dan uji kandungan gizi. Uji daya terima dilakukan pada 30 panelis semi terlatih yang dipilih dengan metode *purposive sampling* dengan kriteria inklusi yaitu pernah memperoleh materi atau pengalaman terkait uji sensori (hedonik), berumur 20-23 tahun, berjenis kelamin laki-laki atau perempuan dan bersedia menjadi panelis. Kriteria eksklusi adalah memiliki alergi terhadap kacang atau telur, memiliki gangguan terhadap pengecap dan penciuman saat penelitian berlangsung. Seluruh responden diberikan penjelasan mengenai tujuan, manfaat, prosedur penelitian dan hak responden sebelum menandatangani *informed concern*. Sebelum melakukan penilaian uji daya terima, panelis terlebih dahulu mengisi lembar *informed concern*. Dalam uji daya terima dilakukan dengan metode uji hedonik dengan 5 skala, parameter yang dinilai terdiri

dari warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan. Sampel yang disajikan kepada panelis diberi label kode acak untuk mengurangi bias antar bilik, penilaian dilakukan dari kiri ke kanan. Selain sampel tersedia gelas air mineral yang disediakan untuk menetralkan rasa setelah mencicipi sampel sebelum mencicipi sampel yang baru. Analisis kandungan gizi dilakukan di Laboratorium chem mix pratama, uji yang dilakukan yaitu analisis kadar air, kadar abu, karbohidrat, lemak, protein, serat kasar dan total energi. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komisi Etik Universitas Aisyiyah Yogyakarta dengan No. persetujuan etik No.5470/KEP-UNISA/V/2026.

Alat yang digunakan dalam pembuatan bolu kemojo adalah blender, timbangan, baskom stainless, mangkuk, sendok, *whisk*, saringan, loyang bunga kamboja, dan oven sebagai alat pemanggangan, *Grinder* sebagai alat penepungan dan saringan 100 mesh. Analisis proksimat dilakukan berdasarkan metode AOAC (2005) untuk menentukan kandungan zat gizi pada sampel bolu kemojo. Penentuan kadar air dilakukan berdasarkan metode gravimetri dengan prinsip pemanasan menggunakan oven hingga kadar air menguap dan diperoleh berat konstan. Kadar abu ditentukan dengan metode pengabuan yaitu pembakaran (*muffle furnace*) seluruh komponen organik sehingga tersisa residu mineral berupa abu yang ditimbang secara gravimetrik. Kadar protein dianalisis menggunakan prinsip penentuan nitrogen total dengan metode *Kjeldahl* yang kemudian dikonversi menjadi kadar protein menggunakan faktor konversi. Kadar lemak ditentukan berdasarkan prinsip ekstraksi menggunakan pelarut organik dengan metode *Soxhlet*. Analisis serat kasar dilakukan berdasarkan prinsip pemisahan komponen serat melalui proses hidrolisis secara enzimatik sesuai prosedur laboratorium. Seluruh analisis dilakukan di laboratorium menggunakan rangkaian alat kimia standar, yaitu oven pengering dan desikator untuk analisis kadar air, tungku pembakaran (*muffle furnace*) untuk analisis kadar abu, seperangkat alat destruksi dan distilasi *Kjeldahl* beserta buret titrasi untuk analisis kadar protein, *Soxhlet extractor*, pemanas listrik, dan labu lemak untuk analisis kadar lemak, serta alat pemanas, inkubator, dan berbagai peralatan gelas laboratorium seperti erlenmeyer, gelas ukur, pipet volume, serta timbangan analitik dengan tingkat ketelitian tinggi untuk analisis serat kasar. Seluruh alat tersebut mendukung proses analisis sesuai prosedur laboratorium yang telah distandardisasi. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai Juni di Laboratorium pengolahan pangan dan Laboratorium sensori Kampus 1 Universitas Aisyiyah Yogyakarta. Panelis menilai sampel menggunakan lembar uji hedonik dengan skala kesukaan 1-5, yaitu 1 untuk kategori sangat tidak suka, 2 tidak suka, 3 netral, 4 suka dan 5 sangat suka. Adapun parameter yang dinilai yaitu rasa, aroma, warna, tekstur, dan kesukaan keseluruhan. Pengujian dilakukan di ruang uji sensori, pada ruang uji digunakan meja dan kursi panelis, pencahayaan memadai, serta ruang yang bebas dari bau menyengat untuk memastikan kondisi panelis netral dalam memberikan penilaian. Semua alat tersebut digunakan dalam proses evaluasi sensori agar berlangsung terstandar dan terkontrol. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tepung terigu, tepung kacang bogor, tepung mocaf, margarin, santan, telur, gula, daun pandan, dan air.

Adapun tahap persiapan sampel pertama kali yaitu menyiapkan seluruh bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Kacang bogor diperoleh melalui petani kacang bogor yang berlokasi di Sukabumi, Jawa Barat. Seluruh bahan baku tersebut dilakukan pemeriksaan secara visual baik dari warna, bentuk, aroma dan kondisi fisik untuk memastikan tidak terdapat kerusakan, kontaminasi, maupun pertumbuhan jamur. Kacang bogor yang sudah disortir segera diproses untuk mempertahankan mutu bahan dan mencegah terjadinya pembusukan. Sebanyak 1 kg kacang bogor direndam dalam 1,2 L air bersih selama 12 jam, kemudian dibilas menggunakan air mengalir untuk menghilangkan sisa kotoran dan residu tanah yang menempel dipermukaan biji. Selanjutnya kacang direbus dengan api sedang selama 80 menit. Setelah matang, kacang didinginkan kemudian dikupas kulitnya dan dicuci kembali sebanyak dua kali menggunakan air bersih.

Pembuatan tepung kacang bogor mengacu pada metode yang dikemukakan oleh Adeleke et al (2018) dan Nufaisah (2024) dengan modifikasi. Modifikasi yang dilakukan adalah metode pengeringan yang menggunakan oven listrik. Kacang bogor yang sudah dikupas bersih dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 120 menit, kemudian dihaluskan menggunakan grinder yaitu seberat 83 g. Pemilihan tepung mocaf pada penelitian ini mempertimbangkan aspek keamanan dan kehalalan produk. Tepung mocaf yang digunakan adalah merek Ladang Lima yang telah memiliki sertifikasi halal dari Majelis Ulama Indonesia (MUI) serta izin edar Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM RI) dengan No. MD629137013759. Penggunaan produk yang telah tersertifikasi tersebut bertujuan untuk memastikan bahan baku yang digunakan memenuhi persyaratan keamanan pangan, mutu, dan kehalalan, sehingga sesuai untuk digunakan dalam penelitian dan berpotensi diterapkan pada pengembangan produk pangan yang dapat diterima oleh masyarakat.

Dalam pembuatan bolu kemojo substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf, mengikuti pembuatan bolu kemojo tradisional yang masih terjaga turun temurun. Langkah pertama pembuatan bolu kemojo yaitu dengan mempersiapkan alat dan bahan. Sebelum memulai pencampuran adonan, dimulai dengan mempersiapkan santan sebanyak 700mL dengan rasio air 1:1 dengan kelapa parut, dan pandan 8 lembar dengan air 300mL. Kemudian dilakukan pencampuran bahan-bahan utama sesuai tahapan pencampuran, dimulai dari mencampur gula dan telur dengan *whisk*, tidak perlu mengembang, lalu memasukkan tepung secara bertahap dan memasukkan santan dan air pandan, serta margarin cair dan aduk hingga merata. Panaskan oven dengan suhu 150°C dengan api atas bawah, masukkan adonan ke loyang bunga kemojo yang sudah diolesi dengan margarin dan oven hingga 50 menit atau hingga matang.

Analisis data yang digunakan untuk uji daya terima menggunakan uji *Kruskall-Wallis* dilanjutkan *post-hoc* uji *Mann-Whitney* untuk membandingkan masing-masing formula. Setelah itu akan dilakukan pengujian analisis kandungan gizi pada formula kontrol dan formula terbaik dari bolu kemojo. Kandungan zat gizi di analisis menggunakan uji *Welch t-test* dengan uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas menggunakan uji *Levene*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Rendemen Tepung Kacang Bogor

Trend pangan saat ini menunjukkan peningkatan terhadap produk *gluten free*, *plant based* serta pangan lokal. hal ini memanfaatkan tepung kacang bogor dan tepung mocaf sebagai substitusi dalam pembuatan bolu kemojo. Tepung kacang bogor yang digunakan terlebih dahulu diolah dengan proses yang meliputi perendaman, pengukusan, pengupasan, pengeringan penggilingan dan pengayakan. Berdasarkan hasil pengolahan, sebanyak 1 kg kacang bogor mentah menghasilkan 500 g kacang bogor yang sudah melalui proses pengukusan dan pengupasan kulit. 500 g Kacang bogor yang telah di oven mengalami penyusutan menjadi 115 g dan diperoleh 83 g tepung setelah dilakukan penggilingan dan pengayakan menggunakan 100 mesh, sehingga rendemen tepung kacang bogor yang dihasilkan adalah 8,3% dari berat bahan baku awal.

Rendemen tepung kacang bogor pada penelitian ini sebesar 8,3%, lebih rendah dibandingkan penelitian Widyasanti *et al.* (2019) yang memperoleh rendemen tepung sebesar 25,01% pada tahap pengayakan menggunakan ayakan 100 mesh. Perbedaan rendemen tersebut dipengaruhi oleh perbedaan tahapan pengolahan, terutama pada perlakuan pendahuluan dan metode pengeringan. Penelitian tersebut menggunakan *blanching* uap pada suhu 80°C selama 15 menit sebelum proses pengeringan menggunakan microwave untuk mengetahui pengaruh perlakuan *blanching* sebagai pra-perlakuan sebelum pengeringan microwave, sedangkan penelitian ini menggunakan perebusan selama 80 menit sebelum proses pengeringan dengan oven.

Blanching merupakan perlakuan panas singkat (± 2 menit) yang bertujuan menginaktivasi enzim, mengurangi kontaminasi mikroba, dan mempertahankan karakteristik bahan sehingga tidak menyebabkan pelunakan yang berlebihan [13]. Sebaliknya, perebusan membutuhkan waktu yang lebih lama ($\pm 60-80$ menit) menyebabkan jaringan biji menjadi lebih lunak sehingga sebagian komponen padatan larut ke dalam media perebusan. Kehilangan komponen tersebut mengakibatkan bobot bahan berkurang, sehingga rendemen tepung yang dihasilkan menjadi lebih rendah. Selain itu, proses pengupasan kulit setelah perebusan dan pencucian berulang pada penelitian ini juga berpotensi menyebabkan kehilangan sebagian *kotiledon* maupun pecahan biji sehingga bobot bahan semakin berkurang dan rendemen tepung yang dihasilkan menjadi lebih rendah [14].

Berbeda dengan penelitian Kurniawan *et al.* (2021) yang menunjukkan bahwa perbedaan varietas dari kacang bogor berdasarkan warna kulit ari menghasilkan rendemen yang bervariasi, pada penelitian tersebut, diketahui kacang berkulit ari putih memiliki rendemen tertinggi yaitu sebesar 42,93%, diikuti ungu muda 41,22%, ungu tua 40,71% dan hitam 39,90% dengan metode pengeringan menggunakan *tray dryer* selama 6 jam dan disaring dengan ayakan 80 mesh tanpa melalui proses *blanching* maupun perebusan. Sedangkan dalam penelitian ini, memiliki keterbatasan kacang bogor. Pada saat penelitian berlangsung, kacang bogor dari satu varietas secara konsisten belum tersedia dari seluruh pemasok, termasuk pemasok yang menyediakan bahan melalui platform daring. Kondisi tersebut menyebabkan penggunaan satu varietas secara spesifik sulit dilakukan dalam pengadaan bahan penelitian. sehingga menggunakan varietas campuran yang terdiri dari varietas kulit ari putih, ungu bercak hitam, ungu muda dan ungu tua. Perbedaan metode pengeringan juga turut memengaruhi rendemen tepung. Pengeringan menggunakan microwave menghasilkan panas melalui gelombang elektromagnetik yang menyebabkan molekul air di dalam bahan bergetar sehingga panas terbentuk dari bagian dalam menuju permukaan bahan. Sebaliknya, oven listrik bekerja melalui perpindahan panas secara konveksi, yaitu panas ditransfer dari udara di dalam oven ke permukaan bahan kemudian merambat ke bagian dalam secara bertahap. Perbedaan kedua mekanisme perpindahan panas tersebut menyebabkan laju penguapan air, lama pengeringan, penyusutan bahan, dan bobot akhir tepung menjadi berbeda sehingga turut memengaruhi rendemen tepung kacang bogor.

b. Uji Daya Terima

Uji daya terima dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap karakteristik sensori suatu produk. Pengujian ini melibatkan 30 orang panelis semi terlatih dengan rentang usia 20-23 tahun. Berdasarkan jenis kelamin, panelis terdiri atas 2 orang laki-laki (6,7%) dan 28 orang perempuan (93,3%). Berdasarkan kelompok usia, sebanyak 2 orang (6,7%) berusia 20 tahun, 9 orang (30,0%) berusia 21 tahun, 16 orang (53,3%) berusia 22 tahun, dan 3 orang (10,0%) berusia 23 tahun. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tingkat penerimaan panelis pada beberapa parameter sensori (warna, aroma, rasa, tekstur, keseluruhan). Skor Rata-Rata dari penilaian uji hedonik dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Skor Rata-Rata Penilaian Uji Hedonik

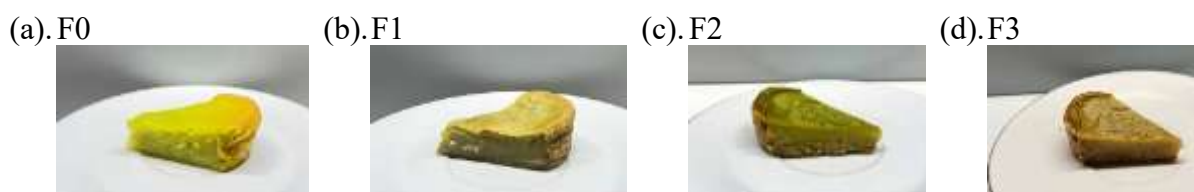
Parameter	F0 (Rata-Rata $\pm$ SD)	F1 (Rata-Rata $\pm$ SD)	F2 (Rata-Rata $\pm$ SD)	F3 (Rata-Rata $\pm$ SD)	P-value
Warna	4,4 $\pm$ 0,855 ^a	3,7 $\pm$ 0,595 ^b	2,8 $\pm$ 1,019 ^c	3,0 $\pm$ 0,827 ^c	0,000
Aroma	3,8 $\pm$ 1,041 ^a	3,8 $\pm$ 0,937 ^a	3,5 $\pm$ 0,897 ^a	3,3 $\pm$ 0,764 ^a	0,081
Rasa	4,1 $\pm$ 0,912 ^a	4,0 $\pm$ 0,927 ^a	3,3 $\pm$ 0,764 ^c	3,6 $\pm$ 0,927 ^{bc}	0,001
Tekstur	4,1 $\pm$ 0,860 ^a	3,7 $\pm$ 1,04 ^b	3,1 $\pm$ 0,860 ^c	3,4 $\pm$ 0,937 ^{bc}	0,000
Keseluruhan	4,2 $\pm$ 0,886 ^a	4,1 $\pm$ 0,711 ^a	3,4 $\pm$ 0,860 ^b	3,7 $\pm$ 0,875 ^b	0,001

Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan berdasarkan uji Kruskal-Wallis ($P\text{-value} < 0,05$) dan uji lanjut Mann-Whitney, sedangkan huruf superskrip yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

1). Warna

Berdasarkan Tabel 2, hasil penerimaan panelis terhadap parameter warna menunjukkan tren penurunan dari formula F0 hingga F2, kemudian mengalami sedikit peningkatan pada formula F3. Hasil uji statistik menggunakan uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap parameter warna ($p < 0,05$). Berdasarkan Tabel 2, nilai Rata-Rata tingkat kesukaan tertinggi diperoleh pada formula F1, sedangkan nilai terendah diperoleh pada formula F2. Hasil uji lanjut *Mann-Whitney* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara F0 dengan F1, F2, dan F3, serta antara F1 dengan F2 dan F3. Namun, tidak terdapat perbedaan nyata antara formula F2 dan F3. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf memengaruhi tingkat penerimaan panelis terhadap parameter warna bolu kemojo.

Warna dasar hijau bolu kemojo didominasi berasal dari penggunaan air pandan yang mengandung pigmen klorofil, yaitu pigmen alami yang memberikan karakteristik warna hijau pada produk. Gambar bolu kemojo dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bolu Kemojo dengan Berbagai Formulasi

Terdapat perbedaan warna pada formulasi F0 hingga F3 yang dipengaruhi oleh peningkatan proporsi tepung kacang bogor. Warna alami tepung kacang bogor yang cenderung krem menyebabkan warna hijau khas bolu kemojo semakin memudar seiring dengan meningkatnya jumlah tepung kacang bogor yang digunakan. Warna krem pada tepung kacang bogor dipengaruhi oleh banyaknya kacang bogor dengan warna ungu muda saat pembuatan, hal ini sejalan dengan penelitian Kurniawan *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa warna kulit ari semakin gelap menurunkan tingkat kecerahan pada tepung kacang bogor. Sedangkan tepung mocaf memiliki warna cenderung putih netral yang tidak memberikan pengaruh terhadap warna produk. Pada Formula F1, penambahan tepung kacang bogor sebesar 25% masih mampu mempertahankan warna hijau yang menyerupai Formula F0 (kontrol) sehingga tingkat penerimaan panelis relatif tinggi. Sebaliknya peningkatan proporsi tepung kacang bogor pada F2 dan F3 menyebabkan warna produk menjadi semakin pudar dan cenderung lebih gelap dan intensitas warna hijau berkurang. Nilai kesukaan warna pada formula F2 diduga dipengaruhi oleh munculnya gradasi warna pada produk. Selama proses pembuatan, campuran tepung kacang bogor dan tepung mocaf tampak belum menyatu secara optimal dengan ekstrak pandan sehingga distribusi warna hijau menjadi tidak merata. Penampilan warna yang kurang seragam tersebut kemungkinan menyebabkan panelis memberikan tingkat kesukaan yang lebih rendah dibandingkan formula lainnya.

Selain dipengaruhi warna dasar bahan, proses pemanggangan juga berkontribusi terhadap terbentuknya warna kecokelatan melalui reaksi *maillard* antara gugus amino dari protein dan gula pereduksi, yang menghasilkan warna cokelat. Tepung kacang bogor memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan tepung mocaf sehingga peningkatan proporsi tepung kacang bogor berpotensi meningkatkan intensitas reaksi pencokelatan selama pemanggangan (Wu *et al.* 2023). Berbeda dengan tepung kacang bogor, tepung mocaf memiliki

warna yang relatif putih, sehingga tidak memberikan pengaruh terhadap perubahan warna yang nyata pada bolu kemojo. hal ini diperkuat dengan beberapa penelitian yang menggunakan tepung mocaf dalam produk *bakery* dan diketahui tidak ada perbedaan nyata pada warna produk yang menggunakan tepung mocaf karena bersifat netral [17].

2). Aroma

Berdasarkan Tabel 2, hasil penerimaan panelis terhadap parameter aroma menunjukkan tren yang relatif stabil pada formula F0 dan F1, kemudian mengalami penurunan pada formula F2 dan F3. Hasil uji statistik menggunakan uji *Kruskal–Wallis* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata terhadap parameter aroma ($p > 0,05$). hal ini menunjukkan bahwa penggunaan tepung kacang bogor dan tepung mocaf tidak terdapat pengaruh terhadap parameter aroma bolu kemojo. Berdasarkan Tabel 2, nilai Rata-Rata tingkat kesukaan tertinggi diperoleh pada formula F1, sedangkan nilai terendah diperoleh pada formula F3. hal ini menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat penerimaan panelis pada parameter aroma bolu kemojo.

Aroma bolu kemojo pada seluruh formula tetap didominasi oleh aroma khas daun pandan dan santan sebagai bahan utama, sehingga perbedaan aroma akibat substitusi tepung kacang bogor belum cukup kuat untuk dibedakan oleh panelis. Hasil penelitian mengenai aroma bolu kemojo ini sejalan dengan penelitian oleh Moristi *et al.* (2026) yang meneliti bolu kemojo dengan penambahan puree jagung manis juga tidak memberikan pengaruh signifikan antar perlakuan pada parameter aroma. Pada penelitian oleh Adawiyah *et al.* (2023) yang meneliti pengaruh substitusi ubi jalar ungu terhadap kualitas bolu kemojo juga menyatakan bahwa tidak adanya perbedaan nyata terhadap aroma bolu kemojo.

Hal ini disebabkan oleh penggunaan santan yang memberikan aroma gurih khas yang berasal dari senyawa *volatil* pada lemak kelapa, sedangkan daun pandan mengandung senyawa aromatik utama *2-acetyl-1-pyrroline* (2-AP) yang memberikan aroma harum khas pandan [19]. Dominasi aroma pandan tersebut berperan sebagai *masking aroma*, sehingga mampu mengurangi aroma bahan baku lain, sehingga aroma produk tetap menyerupai bolu kemojo formula F0 (kontrol).

Tepung mocaf memiliki aroma yang relatif netral sehingga tidak memberikan perubahan aroma yang dominan pada produk. Karakteristik tersebut dipengaruhi oleh proses fermentasi pada pembuatan mocaf yang mampu mengurangi aroma khas singkong melalui aktivitas mikro organisme dan enzim selama fermentasi, sehingga menghasilkan tepung dengan aroma yang lebih ringan dibandingkan tepung singkong biasa (L *et al.*, 2020). Kombinasi kedua bahan tersebut menyebabkan perbedaan aroma antar formula tidak cukup kuat untuk dibedakan oleh panelis. Di sisi lain, tepung kacang bogor memiliki aroma khas kacang, intensitas aromanya pada penelitian ini cenderung lebih ringan karena telah melalui proses pembuatan tepung yang meliputi perendaman, perebusan, dan pengeringan. Meskipun demikian semakin tinggi penambahan proporsi tepung kacang bogor tetap dapat mengurangi dominasi aroma khas pandan, namun hal ini berdampak pada turunnya tingkat penerimaan panelis terhadap parameter aroma. Rangkaian proses tersebut dapat menurunkan aktivitas enzim lipoksigenase (*lipoxigenase/LOX*) yang berperan dalam oksidasi asam lemak tidak jenuh menjadi senyawa *volatil* penyebab aroma langu. Akibatnya, aroma khas tepung kacang bogor menjadi lebih ringan sehingga tidak mendominasi aroma bolu kemojo [16].

Penelitian mengenai minuman sari kacang bogor, menghasilkan aroma yang berbeda dengan 3 jenis. aroma yang tidak mempengaruhi kesukaan konsumen [20]. Temuan ini juga didukung oleh Ashwar *et al.* (2017) yang melaporkan bahwa penambahan tepung kacang bogor berkecambah hingga 20% pada pembuatan biskuit masih menghasilkan aroma yang dapat diterima panelis, sehingga menunjukkan bahwa penggunaan tepung kacang bogor dengan perlakuan pendahuluan masih dapat menghasilkan karakteristik aroma yang disukai konsumen.

3). Rasa

Berdasarkan Tabel 2, hasil penerimaan panelis terhadap parameter rasa menunjukkan tren yang relatif stabil pada formula F0 dan F1, kemudian mengalami penurunan pada formula F2 dan F3. Hasil uji statistik menggunakan uji *Kruskal–Wallis* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap parameter rasa ($p < 0,05$). Berdasarkan Tabel 2, nilai Rata-Rata tingkat kesukaan tertinggi diperoleh pada formula F0, sedangkan nilai terendah diperoleh pada formula F3. Hasil uji lanjut *Mann–Whitney* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antara formula F0 dan F1, F1 dan F3, serta F2 dan F3. Namun, terdapat perbedaan nyata pada pasangan formula lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf berpengaruh nyata terhadap tingkat penerimaan panelis pada parameter rasa bolu kemojo.

Tingkat kesukaan panelis terhadap rasa cenderung menurun dari formula F0 hingga F2. Pada formula F1, penambahan tepung kacang bogor sebesar 25% masih mampu mempertahankan keseimbangan cita rasa khas bolu kemojo yang berasal dari perpaduan rasa manis gula, gurih santan, serta aroma dan rasa khas daun pandan. Penurunan tingkat kesukaan semakin terlihat pada formula F2 karena peningkatan proporsi tepung kacang bogor menghasilkan cita rasa kacang yang lebih dominan sehingga keseimbangan cita rasa produk mulai berubah. Namun, pada formula F3 tingkat kesukaan panelis kembali meningkat dibandingkan F2. Hal ini diduga karena cita rasa kacang yang lebih kuat pada F3 memberikan karakteristik rasa yang lebih khas sehingga lebih dapat diterima oleh sebagian panelis, meskipun tingkat kesukaannya masih lebih rendah dibandingkan formula F0 dan F1.

Perbedaan tingkat kesukaan terhadap rasa pada bolu kemojo diduga dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik cita rasa gurih yang dihasilkan oleh santan dan tepung kacang bogor. Santan memberikan sensasi gurih yang lembut (*creamy*) dan khas kelapa yang berasal dari kandungan lemak serta senyawa *volatil*, terutama golongan *lakton* dan *ester*, yang berkontribusi terhadap aroma dan cita rasa khas kelapa (Xing et al., 2025). Sebaliknya, tepung kacang bogor menghasilkan cita rasa gurih khas kacang (*nutty flavor*) yang berasal dari kandungan protein dan lemak serta pembentukan senyawa hasil reaksi *Maillard* selama proses pemanasan, sehingga menghasilkan karakteristik rasa yang lebih kuat dan berbeda dari gurih santan. Perubahan profil cita rasa tersebut menyebabkan karakteristik rasa bolu kemojo bergeser dari dominasi gurih santan menjadi gurih khas kacang, sehingga dapat memengaruhi tingkat penerimaan panelis terhadap parameter rasa.

Faktor lain yang menyebabkan perubahan cita rasa tersebut berkaitan dengan dominannya *beany flavour*, yaitu karakteristik *flavour* khas kacang yang terbentuk dari hasil oksidasi asam lemak tak jenuh yang menghasilkan aldehid, alkohol, dan keton. Meskipun proses perebusan yang dilakukan sebelum pembuatan tepung mampu menurunkan intensitas *beany flavour*, peningkatan proporsi tepung kacang bogor pada F2 dan F3 tetap menyebabkan cita rasa khas kacang menjadi lebih dominan dibandingkan formula F1 sehingga lebih mudah dikenali oleh panelis.

Selain itu, selama proses pemanggangan terjadi reaksi *Maillard* antara gugus amino dari protein dan gula pereduksi yang menghasilkan berbagai senyawa penyusun cita rasa panggang (*roasted flavour*). Tepung kacang bogor memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan tepung mocaf sehingga semakin tinggi proporsi tepung kacang bogor yang digunakan, semakin banyak senyawa pembentuk cita rasa hasil reaksi *Maillard* yang terbentuk. Pada tingkat substitusi yang rendah, cita rasa panggang tersebut masih mampu berpadu dengan karakteristik rasa khas bolu kemojo. Namun, pada tingkat substitusi yang lebih tinggi, kombinasi *beany flavour* dan cita rasa panggang menjadi semakin dominan sehingga mengurangi keseimbangan cita rasa produk secara keseluruhan (Wu et al. 2023).

Di sisi lain, tepung mocaf memiliki karakteristik rasa yang relatif netral sehingga penggunaannya tidak memberikan perubahan rasa yang dominan pada produk. Karakteristik tersebut menyebabkan perubahan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa pada penelitian ini lebih dipengaruhi oleh peningkatan proporsi tepung kacang bogor dibandingkan penggunaan tepung mocaf [17]. Dengan demikian, perubahan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa lebih dipengaruhi oleh peningkatan proporsi tepung kacang bogor dibandingkan tepung mocaf. Perbedaan tidak nyata antara formula F0 dan F1 menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang bogor pada tingkat yang lebih rendah masih mampu mempertahankan karakteristik rasa bolu kemojo sehingga tetap dapat diterima oleh panelis.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Yani *et al.* (2023) yang melaporkan bahwa substitusi bahan baku tepung mocaf pada bolu kemojo memberikan pengaruh nyata terhadap parameter rasa. Kesamaan kedua penelitian tersebut terletak pada ditemukannya perubahan tingkat penerimaan panelis terhadap rasa akibat substitusi tepung terigu dengan tepung mocaf, sehingga menunjukkan bahwa penggunaan mocaf memengaruhi karakteristik sensori produk. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Ashwar *et al.* (2017) pada roti dengan substitusi tepung kacang bogor berkecambah, di mana peningkatan proporsi tepung kacang bogor menyebabkan karakteristik flavour kacang menjadi lebih nyata dan mulai memengaruhi penerimaan sensori panelis, meskipun formulasi dengan tingkat substitusi rendah masih dapat diterima dengan baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi bahan substitusi yang digunakan, semakin besar kemungkinan terjadinya perubahan karakteristik cita rasa khas bolu kemojo yang pada akhirnya memengaruhi tingkat kesukaan panelis.

4). Tekstur

Berdasarkan Tabel 2, hasil penerimaan panelis terhadap parameter tekstur menunjukkan tren penurunan dari formula F0 hingga F2, kemudian mengalami peningkatan pada formula F3. Hasil uji statistik menggunakan uji *Kruskal–Wallis* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata terhadap parameter tekstur ($p < 0,05$). Berdasarkan Tabel 2, nilai Rata-Rata tingkat kesukaan tertinggi diperoleh pada formula F0, sedangkan nilai terendah diperoleh pada formula F2. Hasil uji lanjut *Mann–Whitney* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antara formula F0 dan F1, F1 dan F3, serta F2 dan F3. Namun, terdapat perbedaan nyata pada pasangan formula lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf berpengaruh terhadap tingkat penerimaan panelis pada parameter tekstur bolu kemojo.

Formula F0 dan F1 masih menghasilkan tekstur yang mendekati karakteristik bolu kemojo *original* (kontrol) sehingga lebih disukai oleh panelis. Sebaliknya, peningkatan proporsi tepung kacang bogor pada formula F2 dan F3 menyebabkan tekstur bolu menjadi lebih padat. Perubahan tekstur tersebut dipengaruhi oleh karakteristik tepung kacang bogor yang memiliki kandungan protein dan serat lebih tinggi dibandingkan tepung mocaf. Protein mengalami denaturasi selama pemanggangan dan berkontribusi terhadap pembentukan struktur remah (*crumb*), sedangkan protein dan serat sama-sama memiliki kemampuan mengikat air (*water holding capacity*). Semakin tinggi proporsi tepung kacang bogor yang digunakan, semakin banyak air yang terikat oleh protein dan serat sehingga jumlah air yang tersedia untuk proses gelatinisasi pati menjadi berkurang. Kondisi tersebut menyebabkan pembentukan struktur remah kurang mengembang dan tekstur bolu menjadi lebih padat dibandingkan formula dengan proporsi tepung kacang bogor yang lebih rendah.

Di sisi lain, tepung mocaf berperan sebagai sumber pati yang membentuk struktur dasar bolu melalui proses gelatinisasi selama pemanggangan. Kandungan pati yang tinggi pada tepung mocaf membantu menghasilkan tekstur yang lebih lembut, sehingga penggunaan mocaf dalam proporsi yang lebih besar pada formula F1 masih mampu mempertahankan karakteristik tekstur bolu kemojo. Granula pati pada tepung mocaf menyerap air dan mengembang ketika dipanaskan sehingga membentuk matriks gel yang berkontribusi terhadap kelembutan produk.

Oleh karena itu, semakin tinggi proporsi tepung mocaf pada formula F1, tekstur bolu yang dihasilkan masih mampu mempertahankan karakteristik lembut yang mendekati bolu kemojo *original* (kontrol). Interaksi antara pati dari tepung mocaf dan protein dari tepung kacang bogor menghasilkan struktur adonan yang lebih stabil. Namun, ketika proporsi protein dan serat meningkat pada F2 dan F3, pembentukan matriks pati menjadi kurang optimal sehingga tekstur produk menjadi lebih padat.

Selain komposisi tepung, ukuran partikel tepung kacang bogor juga berkontribusi terhadap karakteristik tekstur bolu. Tepung kacang bogor yang digunakan dalam penelitian ini diayak menggunakan ayakan 100 mesh sehingga menghasilkan ukuran partikel yang lebih halus. Ukuran partikel yang lebih halus meningkatkan luas permukaan tepung sehingga proses penyerapan air berlangsung lebih merata dan pencampuran bahan menjadi lebih homogen. Kondisi tersebut mendukung pembentukan struktur remah yang lebih seragam dan menghasilkan tekstur bolu yang lebih lembut dibandingkan apabila menggunakan tepung dengan ukuran partikel yang lebih kasar [22]. Penelitian [23] juga melaporkan bahwa penggunaan tepung berukuran 80–100 mesh menghasilkan kualitas *sponge cake* yang lebih baik, dengan struktur remah yang lebih homogen, volume yang lebih stabil, serta tekstur yang lebih lembut dibandingkan tepung berukuran lebih kasar.

Tekstur bolu kemojo juga dipengaruhi oleh penggunaan santan sebagai salah satu bahan utama. Kandungan air dan lemak pada santan berperan dalam mempertahankan kelembapan produk serta memperlambat proses retrogradasi pati setelah pemanggangan. Lemak pada santan dapat menghambat penyusunan kembali molekul pati, terutama amilosa, sehingga tekstur bolu tetap lembut dan tidak cepat mengeras selama penyimpanan [24]. Penelitian oleh Nufaisah (2024) menyatakan bahwa protein pada tepung kacang bogor berperan dalam mengikat air, membentuk struktur adonan, serta memengaruhi kerapatan dan kelembutan remah produk *bakery*. Dengan demikian, tekstur bolu kemojo pada penelitian ini dipengaruhi oleh kombinasi karakteristik protein dan serat dari tepung kacang bogor, pati dari tepung mocaf, ukuran partikel tepung yang halus, serta penggunaan santan yang bersama-sama membentuk karakteristik tekstur akhir produk.

5). Keseluruhan

Berdasarkan Tabel 2, hasil penerimaan panelis terhadap parameter keseluruhan menunjukkan tren penurunan dari formula F0 hingga F2, kemudian mengalami sedikit peningkatan pada formula F3. Hasil uji statistik menggunakan uji *Kruskal–Wallis* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap parameter keseluruhan ($p < 0,05$). Berdasarkan Tabel 2, nilai Rata-Rata tingkat kesukaan tertinggi diperoleh pada formula F0, sedangkan nilai terendah diperoleh pada formula F2. Hasil uji lanjut *Mann–Whitney* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara formula F0 dengan F2, F0 dengan F3, serta F1 dengan F2. Namun, tidak terdapat perbedaan nyata antara formula F0 dengan F1, F1 dengan F3, dan F2 dengan F3. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf berpengaruh nyata terhadap tingkat penerimaan panelis secara keseluruhan terhadap bolu kemojo.

Penilaian keseluruhan merupakan bentuk evaluasi panelis terhadap produk secara menyeluruh setelah mempertimbangkan seluruh atribut sensori, meliputi warna, aroma, rasa, dan tekstur. Penilaian parameter keseluruhan tidak hanya dipengaruhi oleh satu parameter, tetapi merupakan kombinasi dari seluruh karakteristik sensori produk. Formula F0 memperoleh tingkat penerimaan tertinggi karena mampu mempertahankan karakteristik bolu kemojo yang paling mendekati produk *original* (kontrol) baik dari segi warna, aroma, rasa, maupun tekstur. Sebaliknya, peningkatan proporsi substitusi tepung kacang bogor pada F2 dan F3 menyebabkan perubahan pada beberapa atribut sensori sehingga menurunkan tingkat penerimaan panelis secara keseluruhan. Warna produk menjadi lebih gelap akibat meningkatnya intensitas reaksi

pencokelatan selama pemanggangan, cita rasa khas kacang menjadi lebih dominan sehingga mengurangi keseimbangan rasa bolu kemojo, serta tekstur produk menjadi lebih padat akibat meningkatnya kandungan protein dan serat dalam formulasi. Kombinasi perubahan pada beberapa atribut sensori tersebut menyebabkan tingkat penerimaan panelis terhadap produk secara keseluruhan mengalami penurunan dibandingkan formula kontrol maupun F1.

c. Penentuan Formula Terbaik

Berdasarkan hasil uji daya terima terhadap parameter warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan, formula F1 (25% tepung kacang bogor: 75% tepung mocaf) ditetapkan sebagai formula terbaik pada penelitian ini. Meskipun formula kontrol (F0) memperoleh tingkat kesukaan tertinggi pada beberapa parameter. Formula F1 menunjukkan keseimbangan karakteristik sensori yang palinag baik di antara seluruh formula substitusi, sehingga dipilih sebagai formula terbaik untuk dilanjutkan pada analisis kandungan gizi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa formulasi substitusi pada tingkat rendah cenderung menghasilkan penerimaan sensoris terbaik. Nufaisah (2024) melaporkan bahwa roti tawar *wholemeal* dengan substitusi 20% tepung kacang bogor merupakan formula terbaik karena memiliki karakteristik fisik dan tingkat kesukaan yang lebih tinggi dibandingkan tingkat substitusi yang lebih besar. Penelitian Ezeocha *et al.* (2022) pada produk *cake* juga menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang bogor sebesar 20% menghasilkan penerimaan sensoris terbaik. Pada penelitian ini juga, formula F1 dipilih sebagai formula terbaik karena mampu mempertahankan karakteristik sensori yang mendekati kontrol, meliputi warna, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan, meskipun pada parameter aroma tidak berbeda nyata. Dengan demikian formula F1 menjadi formulasi substitusi dengan tingkat penerimaan panelis terbaik diantara seluruh formula perlakuan.

Dalam penelitian pengembangan produk pangan, formulasi dengan tingkat penerimaan terbaik diprioritaskan untuk dianalisis lebih lanjut, termasuk analisis kandungan gizi, karena formulasi tersebut memiliki peluang terbesar untuk diterima oleh konsumen apabila dikembangkan sebagai produk pangan. Stone *et al.* (2020) dalam buku-buku sensori pangan menyatakan bahwa tujuan uji hedonik adalah mengukur tingkat kesukaan konsumen terhadap suatu produk, karena penerimaan konsumen merupakan indikator apakah suatu produk layak dikembangkan atau tidak. Dalam penelitian pengembangan produk pangan, keberhasilan suatu formulasi tidak hanya ditentukan oleh peningkatan kandungan gizi, tetapi juga oleh tingkat penerimaan konsumen.

d. Kandungan Gizi

Analisis proksimat dilakukan dalam dua kali pengulangan (*duplo*) dilakukan dengan bantuan Laboratorium eksternal (Chem Mix Pratama) yang mengikuti standar Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 2005. Hasil menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf pada bolu kemojo menghasilkan perbedaan nyata hasil kandungan gizi pada beberapa parameter. Berdasarkan hasil *Welch t-test*, kadar abu, protein, dan energi menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$), sedangkan kadar air, lemak, karbohidrat, dan serat kasar tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$). Hasil analisis kandungan gizi bolu kemojo dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Kandungan Gizi Bolu Kemojo

Parameter	Hasil Uji		<i>P-value Welch t-test</i>
	F0 (Rata-Rata $\pm$ SD)	F1 (Rata-Rata $\pm$ SD)	
Kadar air (%)	47,62 $\pm$ 0,29 ^a	46,76 $\pm$ 0,08 ^a	0,12
Kadar abu (%)	0,86 $\pm$ 0,00 ^a	0,56 $\pm$ 0,01 ^a	0,14
Kadar protein (%)	3,08 $\pm$ 0,01 ^a	4,46 $\pm$ 0,05 ^b	0,01
Kadar lemak (%)	2,68 $\pm$ 0,11 ^a	3,21 $\pm$ 0,11 ^b	0,04
Kadar karbohidrat (%)	44,20 $\pm$ 0,41 ^a	44,13 $\pm$ 0,33 ^a	0,88
Kadar serat kasar (%)	2,68 $\pm$ 0,11 ^a	3,21 $\pm$ 0,11 ^b	0,04
Energi (kkal)	207,68 $\pm$ 0,49 ^a	218,06 $\pm$ 0,00 ^b	0,02

Keterangan: Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan berdasarkan uji *Welch t-test* ($p < 0,05$), sedangkan huruf superskrip yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

1). Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan berdasarkan metode AOAC (2005) dengan prinsip gravimetri, yaitu menguapkan air yang terdapat dalam sampel melalui proses pemanasan pada suhu tertentu hingga diperoleh bobot sampel yang konstan. Penurunan bobot sampel setelah proses pengeringan menunjukkan jumlah air yang menguap dari sampel (AOAC, 2005; Nielsen, 2017). Pengujian dilakukan menggunakan cawan porselen, oven, desikator, dan timbangan analitik. Sampel terlebih dahulu ditimbang ke dalam cawan yang telah diketahui bobotnya, kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu sekitar 105°C hingga diperoleh bobot konstan. Setelah proses pengeringan selesai, cawan beserta sampel didinginkan di dalam desikator untuk mencegah penyerapan uap air dari lingkungan, kemudian ditimbang kembali. Selisih bobot sampel sebelum dan sesudah proses pengeringan digunakan untuk menentukan kadar air sampel.

Berdasarkan hasil Tabel 3, kadar air bolu kemojo pada formula kontrol (F0) sebesar 47,62%, sedangkan pada formula substitusi (F1) sebesar 46,76%. Hasil uji *Welch t-test* menunjukkan nilai $p = 0,12$ ($p > 0,05$), hal tersebut menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf belum memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air bolu kemojo. Meskipun terjadi penurunan kadar air pada F1, perbedaan tersebut tidak nyata. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf belum memberikan perubahan yang berarti terhadap kadar air produk akhir bolu kemojo.

Tidak berbedanya kadar air dipengaruhi oleh karakteristik fungsional tepung yang digunakan serta kesamaan komposisi bahan dan proses pengolahan pada kedua formula. Tepung terigu memiliki kemampuan menyerap air (*water absorption capacity*) yang baik karena kandungan pati dan protein gluten mampu mengikat air selama pembentukan adonan. Tepung mocaf juga memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi akibat kandungan pati yang mengalami modifikasi, sehingga mudah mengalami gelatinisasi dan membentuk gel. Sementara itu, tepung kacang bogor memiliki kemampuan mengikat air (*water holding capacity*) yang berasal dari kandungan protein dengan gugus hidrofilik yang mampu berinteraksi dengan molekul air melalui ikatan hidrogen [26]. Karakteristik ketiga jenis tepung tersebut berperan dalam mempertahankan distribusi air di dalam adonan selama proses pemanggangan. Selain itu, penggunaan bahan lain seperti santan, telur, gula, dan margarin serta proses pemanggangan yang digunakan pada kedua formula dibuat sama, sehingga proses penguapan air selama pemanggangan berlangsung relatif seragam. Selain itu, proporsi substitusi tepung pada F1 belum cukup besar untuk meningkatkan kemampuan mengikat air dibanding formula kontrol, sehingga kadar air tidak menunjukkan perbedaan nyata [27].

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Ezeocha *et al.* (2022) yang melaporkan bahwa substitusi tepung kacang bogor pada produk *cake* tidak memberikan perubahan kadar air yang signifikan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang bogor pada proporsi tertentu belum menyebabkan perubahan kadar air produk secara nyata. Meskipun demikian, kadar air bolu kemojo pada penelitian ini (46,76%) lebih tinggi dibandingkan kadar air *cake* pada penelitian Ezeocha *et al.* (2022) yang berkisar antara 20,57–25,88%. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa meskipun sama-sama menggunakan tepung kacang bogor sebagai bahan substitusi, jenis produk yang berbeda dapat menghasilkan kadar air akhir yang berbeda pula. Bolu kemojo memiliki formulasi dengan kandungan cairan yang lebih tinggi karena menggunakan santan dan ekstrak pandan, sedangkan formulasi *cake* pada penelitian tersebut tidak menggunakan bahan yang sama, sehingga kandungan cairan yang lebih tinggi pada adonan bolu kemojo dibandingkan *cake* konvensional.

Kandungan air dan lemak pada santan serta air pandan berkontribusi terhadap tingginya kadar air dan membantu menghasilkan tekstur yang lembut, padat, dan lembap pada bolu kemojo. Hal tersebut terlihat pada hasil kadar air bolu kemojo formula F1 sebesar 46,76%. Nilai tersebut lebih tinggi daripada batas kadar air maksimum menurut SNI 01-4309-1996 tentang kue basah, yaitu sebesar 40%. Di sisi lain, kadar air yang tinggi dapat menyebabkan umur simpan produk menjadi lebih pendek karena lebih rentan terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Kadar air yang relatif tinggi juga memerlukan penggunaan kemasan dengan daya hambat yang baik terhadap uap air, seperti kemasan kedap udara (*airtight packaging*) atau kemasan vakum, untuk meminimalkan penyerapan kelembapan dari lingkungan selama penyimpanan. Pengemasan yang tepat dapat membantu mempertahankan mutu produk dan memperlambat penurunan kualitas.

2). Kadar Abu

Analisis kadar abu dilakukan berdasarkan metode AOAC (2005) dengan prinsip pengabuan kering (*dry ashing*), yaitu menghilangkan seluruh komponen organik dalam sampel melalui pemanasan pada suhu tinggi sehingga hanya tersisa residu anorganik berupa mineral (AOAC, 2005). Pengujian diawali dengan menimbang cawan porselen yang telah dikeringkan hingga diperoleh bobot konstan. Selanjutnya, sejumlah sampel ditimbang ke dalam cawan tersebut dan dipijarkan secara bertahap menggunakan *muffle furnace* pada suhu sekitar 550°C hingga seluruh bahan organik habis terbakar dan diperoleh abu berwarna putih keabu-abuan. Setelah proses pengabuan selesai, cawan dipindahkan ke dalam desikator hingga mencapai suhu ruang untuk mencegah penyerapan uap air, kemudian ditimbang kembali menggunakan timbangan analitik. Bobot residu mineral yang diperoleh digunakan untuk menghitung kadar abu sampel sesuai metode AOAC (2005).

Berdasarkan Tabel 3, kadar abu bolu kemojo pada F0 sebesar 0,86%, sedangkan pada F1 sebesar 0,56%. Hasil uji *Welch t-test* menunjukkan nilai $p = 0,00$ ($p < 0,05$), sehingga terdapat perbedaan nyata parameter kadar abu antara kedua formula. Kadar abu merupakan indikator jumlah bahan anorganik/mineral yang terkandung dalam suatu bahan pangan, semakin tinggi kadar abu suatu produk, semakin tinggi pula kandungan mineral yang terkandung dalam suatu bahan pangan. Semakin tinggi kadar abu suatu produk, semakin tinggi pula kandungan mineral yang dimilikinya.

Penurunan kadar abu pada F1 dipengaruhi oleh komposisi tepung penyusunnya. Formula kontrol menggunakan 100% tepung terigu, sedangkan F1 menggunakan 75% tepung mocaf dan 25% tepung kacang bogor. Tepung terigu memiliki kadar abu maksimum sebesar 0,70% sesuai dengan SNI 3751:2009, yang menunjukkan bahwa kandungan mineral atau residu anorganik pada tepung masih berada dalam batas mutu yang dipersyaratkan. Tepung mocaf memiliki kadar abu yang relatif rendah, umumnya sekitar 0,40-0,60%, karena selama proses pembuatannya singkong mengalami fermentasi, perendaman, dan pencucian yang

menyebabkan sebagian mineral yang larut air mengalami pelindian (*leaching*) [28]. Kandungan abu pada tepung kacang bogor berkisaran 4-5%, yang mencerminkan tingginya kandungan mineral seperti kalium, fosfor, magnesium, kalsium, dan besi. Namun, pada penelitian ini penggunaan tepung kacang bogor hanya 25%, sedangkan 75% komposisi tepung mocaf pada F1 yang memiliki kadar abu lebih rendah. Dengan demikian, kontribusi mineral dari tepung kacang bogor belum mampu mengimbangi rendahnya kandungan mineral tepung mocaf, sehingga kadar abu produk akhir tetap lebih rendah dibandingkan formula kontrol.

Selain dipengaruhi oleh komposisi tepung, proses pembuatan tepung kacang bogor pada penelitian ini juga berkontribusi terhadap penurunan kadar abu. Tahapan perendaman selama 12 jam, perebusan selama 80 menit, pengupasan kulit, dan pencucian menyebabkan sebagian mineral yang larut air berpindah ke media pengolahan. Mineral seperti kalium dan magnesium mudah larut ke dalam air selama proses pengolahan sehingga kombinasi dengan penggunaan tepung mocaf menyebabkan kadar abu bolu kemojo F1 lebih rendah dibandingkan F0 [29]. Dengan demikian, perubahan jenis tepung yang digunakan pada formula F1 berkontribusi terhadap penurunan kadar abu dibandingkan formula kontrol. Berdasarkan hasil analisis, kadar abu bolu kemojo formula F1 sebesar 0,56%. Nilai tersebut masih berada di bawah batas maksimum kadar abu menurut SNI 01-4309-1996 tentang kue basah, yaitu sebesar 3% (berdasarkan bahan kering), sehingga menunjukkan bahwa produk telah memenuhi persyaratan mutu yang ditetapkan.

Penetapan batas maksimum kadar abu bertujuan untuk menjamin mutu dan kemurnian produk pangan. Kadar abu merupakan indikator kandungan mineral total yang juga dapat mencerminkan adanya kontaminasi bahan anorganik, seperti debu, pasir, atau kotoran yang terbawa selama proses pengolahan. Oleh karena itu, kadar abu yang melebihi batas standar tidak selalu menunjukkan kualitas produk yang lebih baik, tetapi dapat mengindikasikan adanya kontaminasi atau proses pengolahan yang kurang optimal. Dengan demikian, penetapan batas maksimum kadar abu dalam standar mutu digunakan sebagai salah satu parameter untuk memastikan produk pangan memenuhi persyaratan kualitas dan keamanan yang telah ditetapkan (AOAC, 2005; Nielsen, 2017).

3). Protein

Analisis kadar protein dilakukan berdasarkan metode AOAC (2005) menggunakan metode *Kjeldahl* dengan prinsip penentuan kadar nitrogen total dalam sampel. Pengujian diawali dengan proses destruksi menggunakan asam sulfat pekat dan katalis untuk mengubah nitrogen organik menjadi amonium sulfat. Selanjutnya dilakukan proses distilasi dengan penambahan basa sehingga terbentuk amonia yang kemudian ditangkap dalam larutan penampung. Larutan hasil distilasi selanjutnya dititrasi menggunakan larutan standar untuk menentukan jumlah nitrogen dalam sampel. Kadar nitrogen yang diperoleh kemudian dikalikan dengan faktor konversi 6,25 untuk memperoleh kadar protein sesuai metode AOAC (2005).

Berdasarkan Tabel 3, kadar protein pada F0 sebesar 3,08%, sedangkan pada F1 meningkat menjadi 4,46%. Hasil uji *Welch t-test* menunjukkan nilai $p = 0,00$ ($p < 0,05$), sehingga terdapat perbedaan yang nyata pada kadar protein antara kedua formula. Formula kontrol menggunakan 100% tepung terigu, sedangkan F1 menggunakan 25% tepung kacang bogor dan 75% tepung mocaf. Peningkatan kadar protein pada F1 menunjukkan bahwa tepung kacang bogor memberikan kontribusi nyata terhadap kandungan protein bolu kemojo. Tepung kacang bogor merupakan kelompok legum yang memiliki kandungan protein relatif tinggi, dilaporkan berkisar 22%, sedangkan tepung mocaf hanya mengandung protein sekitar 2% yang berasal dari umbi singkong yang secara alami rendah protein. Tepung terigu sendiri umumnya mengandung protein sekitar 10%. Oleh karena itu, kadar protein bolu kemojo pada F1 meningkat secara signifikan dibandingkan formula kontrol.

Peningkatan protein juga berkaitan dengan karakteristik biologis kacang bogor sebagai sumber protein nabati. Protein pada kacang bogor tersusun atas berbagai fraksi penyimpanan seperti *albumin*, *globulin*, *glutelin*, dan *prolamin*, dengan *fraksi globulin* sebagai komponen dominan yang berfungsi sebagai cadangan nitrogen bagi biji. Komposisi protein tersebut menyebabkan tepung kacang bogor mampu memberikan kontribusi protein yang lebih besar dibandingkan bahan berbasis umbi sehingga meningkatkan kadar protein pada produk akhir. Temuan pada penelitian ini sejalan dengan penelitian Ezeocha *et al.* (2022) yang melaporkan bahwa peningkatan proporsi tepung kacang bogor dalam formulasi *cake* menyebabkan kadar protein produk meningkat dibandingkan *cake* yang hanya menggunakan tepung terigu. Hasil ini serupa juga dengan penelitian Nufaisah (2024) yang melaporkan bahwa peningkatan proporsi tepung kacang bogor sebanyak 20% pada roti tawar menyebabkan kadar protein produk meningkat sebanyak 1 g. Selain itu, penelitian oleh Yao *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa tepung kacang bogor memiliki kandungan protein yang relatif tinggi sehingga dapat meningkatkan nilai gizi berbagai produk pangan berbasis tepung.

Berdasarkan hasil perhitungan kandungan gizi per sajian bolu kemojo formula F1 (35 g) mengandung protein sebesar 1,80 g. Jika dibandingkan dengan Angka Kecukupan Gizi (AKG) protein perempuan usia 19-29 tahun sebesar 60 g/hari, satu porsi bolu kemojo memberikan kontribusi sekitar 3,0% terhadap kebutuhan protein harian. Sementara itu, jika dibandingkan dengan AKG protein laki-laki usia 19–29 tahun sebesar 65 g/hari, satu porsi bolu kemojo memberikan kontribusi sekitar 2,8% terhadap kebutuhan protein harian. Meskipun kontribusinya terhadap kebutuhan protein harian relatif kecil, bolu kemojo formula F1 tetap dapat berkontribusi sebagai makanan selingan yang menambah asupan protein sekaligus meningkatkan nilai gizi dibandingkan bolu kemojo *original*.

4). Lemak

Analisis kadar lemak dilakukan berdasarkan metode AOAC (2005) menggunakan metode *Soxhlet* dengan prinsip ekstraksi, yaitu melarutkan komponen lemak dalam sampel menggunakan pelarut organik sehingga lemak dapat dipisahkan dari komponen pangan lainnya (AOAC, 2005). Sampel ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam selongsong ekstraksi dan diekstraksi secara kontinu menggunakan *Soxhlet extractor* dengan pelarut organik hingga seluruh lemak terekstraksi. Setelah proses ekstraksi selesai, pelarut diuapkan melalui pengovenan sehingga hanya tersisa residu lemak di dalam labu lemak. Labu kemudian didinginkan dalam desikator hingga mencapai suhu ruang dan ditimbang menggunakan timbangan analitik. Selisih bobot labu sebelum dan sesudah proses ekstraksi digunakan untuk menghitung kadar lemak sampel sesuai metode AOAC (2005).

Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis kadar lemak pada F0 sebesar 2,68%, sedangkan pada F1 sebesar 3,21%. Hasil uji *Welch t-test* menunjukkan nilai $p = 0,11$ ($p > 0,05$). Meskipun kadar lemak pada F1 lebih tinggi dibandingkan F0, peningkatan tersebut tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang bogor belum memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap kandungan lemak produk.

Peningkatan kadar lemak pada F1 dipengaruhi oleh komposisi lemak pada bahan baku tepung yang digunakan. Formula kontrol menggunakan 100% tepung terigu, sedangkan F1 menggunakan 25% tepung kacang bogor dan 75% tepung mocaf. Sumber lemak dalam bolu kemojo tidak hanya berasal dari tepung kacang bogor saja, tetapi juga dari bahan seperti santan, margarin, dan telur yang digunakan dalam jumlah yang sama pada kedua formula. Tepung kacang bogor memiliki kandungan lemak yang relatif tinggi, yang berkisar 8%, sedangkan tepung mocaf hanya mengandung lemak sekitar 1,0% karena berasal dari umbi singkong yang secara alami rendah lemak. Tepung terigu juga memiliki kadar lemak yang relatif rendah, yaitu sekitar 2%. Oleh karena itu, penambahan tepung kacang bogor memberikan kontribusi lemak yang lebih besar ke dalam formulasi sehingga meningkatkan kadar lemak bolu kemojo

dibandingkan formula kontrol. Selain dipengaruhi oleh kandungan lemak tepung, peningkatan kadar lemak juga berkaitan dengan sifat biji kacang bogor sebagai kelompok legum. Lemak pada kacang bogor tersimpan di dalam *kotiledon* sebagai cadangan energi bagi embrio selama proses perkecambahan. Sebagian besar lemak tersebut berupa asam lemak tidak jenuh, terutama asam *oleat* dan asam *linoleat*, yang tetap terukur pada analisis proksimat meskipun telah melalui proses pengolahan menjadi tepung. Sebaliknya, proses fermentasi pada pembuatan tepung mocaf berperan memodifikasi karakteristik pati, tetapi tidak meningkatkan kandungan lipidnya. Peningkatan kadar lemak pada F1 terutama berasal dari kontribusi tepung kacang bogor.

Hal ini sejalan dengan penelitian Ezeocha *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa peningkatan proporsi tepung kacang bogor cenderung meningkatkan kadar lemak *cake* karena kacang bogor mengandung lemak lebih tinggi dibandingkan tepung berbasis sereal maupun umbi. Namun, peningkatan kadar lemak tersebut bergantung pada proporsi tepung yang digunakan dalam formulasi sehingga pada tingkat substitusi tertentu tidak selalu menghasilkan perbedaan yang signifikan. Hasil serupa juga dilaporkan pada penelitian pemanfaatan tepung mocaf sebagai tepung komposit [17]. Kandungan lemak pada tepung mocaf yang relatif rendah, kadar lemak produk lebih banyak dari bahan lain yang mengandung lemak tinggi, seperti telur, margarin, atau santan. Kondisi tersebut mendukung hasil penelitian ini bahwa kadar lemak bolu kemojo lebih dipengaruhi oleh keseluruhan komposisi formulasi dibandingkan hanya oleh substitusi tepung.

Berdasarkan hasil perhitungan kandungan gizi per sajian bolu kemojo formula F1 (35 g) mengandung lemak sebesar 3,21 g. Jika dibandingkan dengan Angka Kecukupan Gizi (AKG) perempuan usia 19–29 tahun sebesar 65 g/hari, satu porsi bolu kemojo memberikan kontribusi sekitar 4,9% terhadap kebutuhan lemak harian. Sementara itu, jika dibandingkan dengan AKG lemak laki-laki usia 19–29 tahun sebesar 75 g/hari, satu porsi bolu kemojo memberikan kontribusi sekitar 4,3% terhadap kebutuhan lemak harian. Lemak berperan sebagai sumber energi, membantu penyerapan vitamin larut lemak (A, D, E, dan K), serta mendukung berbagai fungsi fisiologis tubuh. Oleh karena itu, bolu kemojo formula F1 dapat memberikan tambahan asupan lemak sebagai makanan selingan, namun konsumsinya tetap perlu disesuaikan dengan kebutuhan harian agar tidak melebihi anjuran.

5). Karbohidrat

Analisis kadar karbohidrat dilakukan berdasarkan metode AOAC (2005) menggunakan metode *by difference*. Prinsip metode ini adalah menghitung kadar karbohidrat secara tidak langsung melalui selisih antara 100% dengan jumlah kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak yang telah ditentukan sebelumnya (AOAC, 2005). Oleh karena itu, kadar karbohidrat tidak dianalisis secara langsung, melainkan diperoleh melalui perhitungan berdasarkan hasil analisis komponen proksimat lainnya sesuai metode AOAC (2005).

Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis kadar karbohidrat bolu kemojo pada F0 sebesar 44,20%, sedangkan pada F1 sebesar 44,13%. Hasil uji *Welch t-test* menunjukkan nilai $p = 0,75$ ($p > 0,05$). hal ini menunjukkan bahwa substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf belum memberikan perubahan yang nyata terhadap kandungan karbohidrat bolu kemojo.

Tidak berbedanya kadar karbohidrat dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusun formulasi. Formula kontrol menggunakan 100% tepung terigu, sedangkan F1 menggunakan 75% tepung mocaf dan 25% tepung kacang bogor. Pada TKPI (2019), tepung terigu sendiri mengandung karbohidrat total sekitar 77,05% sehingga menjadi penyumbang utama karbohidrat dalam formulasi F0. Tepung mocaf merupakan bahan pangan yang didominasi oleh pati sehingga memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi dan berfungsi sebagai sumber karbohidrat utama dengan total 84,12%, sebagaimana tepung terigu yang juga tersusun terutama oleh pati. Di sisi lain, tepung kacang bogor memiliki kandungan karbohidrat yang lebih rendah, yaitu sekitar 65%. Oleh karena itu, substitusi sebagian tepung terigu dengan

campuran tepung mocaf dan tepung kacang bogor sebesar 25% menyebabkan kontribusi karbohidrat dari masing-masing bahan saling mengimbangi sehingga kadar karbohidrat bolu kemojo tidak mengalami perubahan yang signifikan. Oleh karena itu, penggantian tepung terigu dengan tepung mocaf tidak menyebabkan perubahan yang besar terhadap total karbohidrat formulasi karena kedua bahan sama-sama memberikan kontribusi karbohidrat yang tinggi (Yani *et al.*, 2023).

Selain dipengaruhi oleh komposisi bahan, hasil ini juga berkaitan dengan metode penentuan karbohidrat yang dilakukan menggunakan metode *by difference*. Pada metode ini, kadar karbohidrat dihitung dari selisih 100% dengan jumlah kadar air, abu, protein, lemak. Oleh karena itu, nilai karbohidrat tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan pati bahan baku, tetapi juga dipengaruhi oleh perubahan komponen kandungan gizi lainnya. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Ezeocha *et al.* (2022) yang melaporkan bahwa substitusi tepung kacang bogor pada produk *cake* tidak memberikan perubahan yang nyata terhadap kadar karbohidrat pada tingkat substitusi tertentu.

Kandungan karbohidrat bolu kemojo formula F1 sebesar 44,13 g/100 g atau setara dengan 15,45 g per takaran saji (35 g). Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) perempuan usia 19-29 tahun sebesar 360 g karbohidrat per hari, satu takaran saji bolu kemojo memberikan kontribusi sekitar 4,29% terhadap kebutuhan karbohidrat harian. Sementara itu, jika dibandingkan dengan AKG karbohidrat laki-laki usia 19-29 tahun sebesar 430 g/hari, satu takaran saji bolu kemojo memberikan kontribusi sekitar 3,6% terhadap kebutuhan karbohidrat harian. Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh sehingga kontribusi tersebut menunjukkan bahwa bolu kemojo dapat membantu memenuhi kebutuhan energi sebagai makanan selingan yang dikonsumsi di antara waktu makan utama.

6). Serat Kasar

Analisis kadar serat kasar dilakukan berdasarkan metode AOAC (2005) dengan prinsip hidrolisis berturut-turut menggunakan larutan asam dan basa encer untuk menghilangkan komponen pangan yang mudah larut, seperti protein, pati, gula, dan sebagian lemak, sehingga diperoleh residu yang terdiri atas fraksi serat kasar (AOAC, 2005). Pengujian diawali dengan menimbang sampel, kemudian dilakukan proses hidrolisis menggunakan larutan asam encer yang dilanjutkan dengan hidrolisis menggunakan larutan basa encer. Residu yang diperoleh kemudian disaring, dicuci hingga bebas dari sisa larutan, dikeringkan dalam oven, selanjutnya diabukan menggunakan *muffle furnace*. Selisih bobot residu sebelum dan sesudah proses pengabuan digunakan untuk menentukan kadar serat kasar sesuai metode AOAC (2005).

Interpretasi hasil kandungan serat pada penelitian ini perlu dilakukan secara hati-hati karena parameter yang dianalisis adalah serat kasar, bukan serat pangan total. Sementara itu, Angka Kecukupan Gizi (AKG) yang digunakan sebagai acuan mengacu pada kebutuhan serat pangan total. Dengan demikian, perhitungan kontribusi terhadap AKG dalam penelitian ini hanya bersifat estimasi untuk memberikan gambaran potensi kontribusi bolu kemojo terhadap asupan serat harian dan tidak dapat diartikan sebagai pemenuhan kebutuhan serat pangan total secara langsung.

Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis kadar serat kasar pada F0 sebesar 2,68%, sedangkan pada F1 meningkat menjadi 3,21%. Hasil uji *Welch t-test* menunjukkan nilai $p = 0,11$ ($p > 0,05$). Meskipun kadar serat kasar pada F1 lebih menunjukkan hasil lebih tinggi dibandingkan F0, peningkatan tersebut tidak berbeda nyata terhadap serat kasar bolu kemojo. Peningkatan tersebut dipengaruhi oleh penggunaan tepung kacang bogor yang memiliki kandungan serat lebih tinggi dibanding tepung terigu.

Tepung terigu umumnya memiliki kandungan serat yang relatif rendah karena sebagian besar lapisan dedak telah dihilangkan selama proses penggilingan. Tepung terigu putih mengandung sekitar 2,7% serat pangan, sehingga bukan merupakan sumber serat yang tinggi.

Selain itu, tepung mocaf juga masih mengandung serat pangan yang berasal dari umbi singkong sekitar 2,60%. Kontribusi peningkatan serat pada penelitian ini lebih banyak berasal dari tepung kacang bogor karena kandungan seratnya lebih tinggi dibandingkan tepung mocaf maupun tepung terigu yaitu sebesar 6,9%. Tepung kacang bogor merupakan kelompok legum yang kaya akan komponen dinding sel seperti *selulosa*, *hemiselulosa*, dan *lignin*. Sebaliknya, tepung terigu memiliki kandungan serat yang relatif lebih rendah karena sebagian besar lapisan bekatul dan *aleurone* telah terpisah selama proses penggilingan menjadi tepung. Kombinasi kedua jenis tepung tersebut menyebabkan kadar serat kasar F1 meningkat secara nyata dibandingkan formula kontrol [26]. Penelitian lain mengenai pemanfaatan tepung mocaf sebagai bahan substitusi pada produk *bakery* juga menunjukkan bahwa penggunaan mocaf dapat meningkatkan kandungan serat dibandingkan penggunaan tepung terigu, meskipun besar peningkatannya dipengaruhi oleh proporsi substitusi yang digunakan [30].

Berdasarkan hasil perhitungan kandungan gizi per sajian bolu kemojo formula F1 (35 g) mengandung 3,21 g per takaran saji (35 g). Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) serat perempuan usia 19-29 tahun sebesar 32 g/hari, satu takaran saji bolu kemojo memberikan kontribusi sekitar 10,0% terhadap kebutuhan serat harian. Sementara itu, jika dibandingkan dengan AKG serat laki-laki usia 19-29 tahun sebesar 37 g/hari, satu takaran saji bolu kemojo memberikan kontribusi sekitar 8,7% terhadap kebutuhan serat harian.

7). Energi

Penentuan nilai energi dilakukan berdasarkan metode AOAC (2005) dengan prinsip perhitungan menggunakan faktor konversi energi (Atwater), yaitu berdasarkan kandungan protein, lemak, dan karbohidrat yang telah diperoleh dari analisis proksimat sebelumnya (AOAC, 2005). Nilai energi tidak dianalisis secara langsung, melainkan dihitung dengan mengalikan kadar protein, lemak, dan karbohidrat dengan masing-masing faktor konversi energi, kemudian dijumlahkan untuk memperoleh total nilai energi sampel sesuai metode AOAC (2005).

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa nilai energi bolu kemojo pada F0 sebesar 207,68 kkal/100 g, sedangkan pada F1 meningkat menjadi 218,06 kkal/100 g. Hasil uji *Welch t-test* menunjukkan nilai $p = 0,00$ ($p < 0,05$), sehingga terdapat perbedaan yang nyata dari nilai energi antara kedua formula. Energi merupakan jumlah energi yang dihasilkan dari metabolisme zat gizi makro, yaitu karbohidrat, protein, dan lemak. Perubahan kandungan energi suatu produk dipengaruhi oleh perubahan komposisi ketiga zat gizi tersebut. Pada penelitian ini, peningkatan kandungan energi pada formula F1 berkaitan dengan meningkatnya kadar protein dan lemak, sedangkan kadar karbohidrat relatif tidak mengalami pengaruh nyata.

Tepung kacang bogor memiliki kandungan energi sebesar 371,60 kkal/100 g, lebih tinggi dibandingkan tepung mocaf maupun tepung terigu karena mengandung protein dan lemak yang lebih tinggi. Oleh karena itu, penggunaan tepung kacang bogor pada formulasi F1 meningkatkan nilai energi bolu kemojo dibandingkan formula kontrol. Sebaliknya, tepung mocaf merupakan sumber karbohidrat utama dengan kandungan protein dan lemak yang relatif rendah, sehingga peningkatan energi pada F1 lebih banyak dipengaruhi oleh penambahan tepung kacang bogor daripada tepung mocaf.

Kandungan energi bolu kemojo formula F1 sebesar 218,06 kkal/100 g atau setara dengan 76,32 kkal per takaran saji (35 g). Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) perempuan usia 19–29 tahun sebesar 2.250 kkal per hari, satu takaran saji bolu kemojo memberikan kontribusi sekitar 3,39%. Sementara Angka Kecukupan Gizi (AKG) menurut Permenkes No. 28 Tahun 2019, kebutuhan energi laki-laki usia 19-29 tahun adalah 2.650 kkal per hari, satu takaran saji (35 g), bolu kemojo formula F1 mampu memenuhi sekitar 2,88% terhadap kebutuhan energi harian. Kontribusi tersebut menunjukkan bahwa bolu kemojo dapat menjadi salah satu pilihan makanan selingan yang memberikan tambahan energi di antara

waktu makan utama tanpa menggantikan peran makanan utama. Berdasarkan anjuran bahwa makanan selingan menyumbang sekitar 10–15% dari kebutuhan energi harian, laki-laki usia 19-29 tahun memerlukan sekitar 4-5 takaran saji (35 g per takaran saji) bolu kemojo untuk memenuhi kebutuhan energi selingan, sedangkan perempuan usia 19-29 tahun memerlukan sekitar 3-5 takaran saji.

4. KESIMPULAN

Substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf berpengaruh terhadap daya terima bolu kemojo. Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada parameter warna, rasa, tekstur, dan tingkat kesukaan keseluruhan ($p < 0,05$), sedangkan parameter aroma tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 0,05$). Berdasarkan hasil uji daya terima, formula F1 (25% tepung kacang bogor: 75% tepung mocaf) merupakan formula substitusi terbaik karena memiliki tingkat penerimaan panelis paling mendekati formula kontrol. Adapun rata rata skor setiap parameter formula F1 yaitu warna (3,7) aroma (3,8) rasa (4,1), tekstur (4,1), keseluruhan (4,2). Analisis kandungan gizi menunjukkan bahwa formula F1 memiliki kadar air 46,76%, kadar abu 0,56%, protein 4,46%, lemak 3,21%, karbohidrat 44,13%, serat kasar 3,21%, dan energi sebesar 218 kkal/100 g. Dibandingkan formula kontrol, substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf meningkatkan kadar protein, lemak, serat kasar, dan energi serta menurunkan kadar karbohidrat. Namun, berdasarkan hasil uji statistik hanya kadar protein yang menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$), sedangkan kadar air, abu, lemak, karbohidrat, serat kasar, dan energi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 0,05$).

Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) yang digunakan dalam pelabelan pangan Indonesia, satu sajian bolu kemojo substitusi tepung kacang bogor dan tepung mocaf memberikan kontribusi sekitar 3,29% kebutuhan energi harian, serta berkontribusi terhadap asupan protein 3,0%, lemak 4,9%, karbohidrat 4,29%, dan serat kasar 6,9%. hal ini menunjukkan bahwa produk dapat dijadikan sebagai makanan selingan (*snack*) yang memberikan tambahan energi dan zat gizi makro. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan tepung kacang bogor dan tepung mocaf sebagai bahan substitusi tepung terigu mendukung upaya diversifikasi pangan berbasis sumber daya lokal sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan tepung terigu impor. Pengembangan produk ini berpotensi mendukung inovasi pangan yang lebih beragam, dan dapat digunakan sebagai pilihan makanan sehat yang dikembangkan oleh UMKM lokal.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. M. Zulhamdani, R. Hardiyati, I. Purwaningsih, C. Laksani, and Y. Rianto, "The Development of Functional Food in Indonesia: Based on Regulation Compared to Other Countries," pp. 153–165, 2020, doi: 10.5220/0009983401530165.
- [2]. N. Taraghikhah *et al.*, "An updated overview of spectrum of gluten-related disorders: Clinical and diagnostic aspects," *BMC Gastroenterol.*, vol. 20, no. 1, pp. 1–12, 2020, doi: 10.1186/s12876-020-01390-0.
- [3]. K. C. G. Pertiwi, Damiati, and R. P. Ariani, "Substitusi Mocaf (Modified Cassava Flour) Pada Kue Klepon Dengan Menggunakan Bahan Substitution Of Mocaf (Modified Cassava Flour) In Klepon Cake Using Natural Color Of Suji Leaf," *J. Kuliner*, vol. 5, no. 2, pp. 64–73, 2025.
- [4]. A. Vera Yani, N. Izzatul Maghfiroh, K. Kunci, T. Mocaf, and B. Kojo, "Pengaruh Formulasi Tepung MOCAF (Modified Cassava Flour) Dan Tepung Terigu Dengan Berbagai Metode Pemasakan Terhadap Kadar Karbohidrat Bolu Kojo Effect of Mocaf Flour Formulation (Modified Cassava Flour) and Wheat Flour with Various Cooking Methods on the," 2023.

- [5]. N. M. Cristina D, Elisabeth. Ekayani, Ida Ayu Putu Hemy . Suiani, “Inovasi Roll *Cake* Dengan Teknik Steamed Roll *Cake* Innovation,” *J. Kuliner*, vol. 5, no. 1, pp. 33–41, 2025.
- [6]. L. Qhonif and M. A. Wardana, “Pemanfaatan Tepung Mocaf sebagai Bahan Substitusi terhadap Produk Nastar Gluten Free,” *J. Stud. Perhotelan dan Pariwisata*, vol. 3, no. 1, pp. 41–47, 2025, doi: 10.35912/jspp.v3i1.3240.
- [7]. S. Fathonah, R. Rosidah, and K. Karsinah, “Teknologi penepungan kacang hijau dan terapannya pada biskuit,” *J. Kompetensi Tek.*, vol. 10, no. 1, pp. 12–21, 2018, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/nju/JKT/article/view/17361>
- [8]. N. F. Komalasari, “Pengaruh Jenis Tepung Kacang – Kacangan (Kacang Kedelai, Kacang Hijau, Kacang Merah) Dan Konsentrasi Telur Terhadap Karakteristik Kue Simping,” *Skripsi*, p. Teknologi Pangan. Universitas Pasundan, 2022.
- [9]. D. N. Yao, K. N. Kouassi, D. Erba, F. Scazzina, N. Pellegrini, and M. C. Casiraghi, “Nutritive evaluation of the Bambara groundnut Ci12 landrace [*Vigna subterranea* (L.) Verdc. (Fabaceae)] produced in Côte d’Ivoire,” *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 16, no. 9, pp. 21428–21441, 2016, doi: 10.3390/ijms160921428.
- [10]. Afifah Nufaisah, “Pengembangan Roti Tawar *Wholemeal* Tinggi Serat Berbahan Dasar Tepung Kacang Bogor (*Vigna Subterranea* L. Verdc.),” 2024.
- [11]. O. R. Adeleke, O. Q. Adiamo, and O. S. Fawale, “Nutritional, physicochemical, and functional properties of protein concentrate and isolate of newly-developed Bambara groundnut (*Vigna subterreneae* L.) cultivars,” *Food Sci. Nutr.*, vol. 6, no. 1, pp. 229–242, 2018, doi: 10.1002/fsn3.552.
- [12]. A. Widyasanti, Silvianur, and S. Zain, “Pengaruh Perlakuan Blanching Dan Level Daya Pengeringan Microwave Terhadap Karakteristik Tepung Kacang Bogor (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt) Asri Widyasanti, Silvianur , Sudaryanto Zain,” *Teknol. Pertan. Andalas*, vol. 23, 2019.
- [13]. H. Xiao *et al.*, “Recent developments and trends in thermal blanching – A comprehensive review,” *Inf. Process. Agric.*, vol. 4, no. 2, pp. 101–127, 2017, doi: 10.1016/j.inpa.2017.02.001.
- [14]. C. M. Chigwedere *et al.*, “Mechanistic insight into softening of Canadian wonder common beans (*Phaseolus vulgaris*) during cooking,” pp. 1–29, 2018.
- [15]. S. Kurniawan and T. Fitrilia, “Profil Pasting Dan Mutu Fisik Tepung Kacang Bambara Bogor Berdasarkan Warna Kulit Ari Pasting and Physical Properties of Bogor ’ s Bambara Groundnut from Their Epidermis Colors,” *J. Teknol. Pangan*, vol. 15, no. 1, 2021.
- [16]. Q. Wu, C. Yang, and R. Zhang, “Editorial : Inhibition strategies on the formation of Maillard reaction products in food,” *Front. Nutr.*, 2023, doi: 10.1016/j.foodres.2019.108933.
- [17]. R. L, D. D, K. R, and S. D. N, “Characterization of Modified Cassava Flour (Mocaf)-Based Biscuits Substituted With Soybean Flour At Varying Concentrations And Particle Size,” vol. 4, no. June, pp. 645–651, 2020.
- [18]. N. R. Moristi, Elida, E. Anggraini, and Y. I. Sari, “Pengaruh Substitusi Puree Jagung Manis Terhadap Kualitas Bolu Kemojo,” *Ilm. Pendidik. Dasar*, vol. 11, 2026.
- [19]. X. Chen *et al.*, “Quality-Driven Design of Pandan-Flavored *Sponge cake* : Unraveling the Role of Thermal Processing on Typical Pandan Aroma,” 2024.
- [20]. D. Sanaya, T. Fitrilia, and D. Sarastani, “Uji Preferensi Konsumen Terhadap Karakteristik Organoleptik Minuman Sari Kacang Bogor (*Vigna subterranea* (L) Verdc.),” *Biosci. J. Ilm. Biol.*, vol. 13, no. 2, pp. 1341–1359, 2025, doi: 10.33394/bioscientist.v13i2.15450.

- [21]. B. A. Ashwar, N. Jan, A. Gani, A. Shah, and F. A. Masoodi, "Physicochemical properties, in-vitro digestibility and structural elucidation of RS4 from rice starch Authors:," *Int. J. Biol. Macromol.*, 2017, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.07.057.
- [22]. M. Bala, S. Handa, D. Mridula, and R. K. Singh, "Helicon Physicochemical , functional and rheological properties of grass pea (*Lathyrus sativus* L .) fl our as in fl uenced by particle size," vol. 6, no. September, 2020, doi: 10.1016/j.helicon.2020.e05471.
- [23]. H. Jeon, J. Lee, T. G. Nam, and H. Choi, "Physicochemical and Rheological Properties of Floury Rice Powder with Different Particle Sizes : Effects on Gluten-Free *Sponge cake* Qualities," pp. 1–20, 2025.
- [24]. A. B. Reyhannissa, Y. A. Widanti, and A. Mustofa, "Physicochemical and Sensory Properties of *Sponge cake* Mocaf Enriched in Legume Flour Tepung MOCAF (Modified Cassava Flour) merupakan tepung berbahan dasar dari singkong dan menjadi solusi untuk singkong yang memiliki sifat mirip dengan gandum serta dapa," vol. 1, no. 2, pp. 83–93, 2024.
- [25]. V. C. Ezeocha, A. D. C, and N. M. U, "Quality Evaluation of *Cake* From Wheat, Bambara Groundnut (*Vigna subterranean*) and Velvet Tamarind (*Dalium guineense*) Flour Blends," *Basic Appl. Ecol.*, vol. 64, no. 4, pp. 57–67, 2022.
- [26]. M. E. Mashau, K. E. Ramatsetse, T. Takalani, O. P. Bamidele, and S. E. Ramashia, "Effect of Bioprocessing on the Nutritional Composition , Antinutrients , Functional Properties , and Metabolites of Bambara Groundnut and Its Prospective Food Applications : A Review," pp. 1–29, 2025.
- [27]. F. L. Khoirunnida, S. Hu, and J. Lin, "International Journal of Current Science Research and Review Physicochemical Characteristics of Mocaf Flour and Rice Flour-Based Gluten-Free Cookies," vol. 07, no. 12, pp. 8888–8895, 2024, doi: 10.47191/ijcsrr/V7-i12-28.
- [28]. D. A. Prihayati and E. Purwani, "The Effect of Composite Flour Composition (Sorghum , Mocaf , and Wheat) on the Elongation , Tensile Strength , and Acceptance of Noodles †," 2024.
- [29]. S. O. Onyango, G. O. Abong, M. W. Okoth, and S. Ahmed, "Effect of Pre-treatment and Processing on Nutritional Composition of Cassava Roots , Millet , and Cowpea Leaves Flours Acquisition of Raw Materials," vol. 5, no. June, pp. 1–8, 2021, doi: 10.3389/fsufs.2021.625735.
- [30]. A. R. Rizta, "FOOD SCIENTIA Journal of Food Science and Technology Substitusi Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) Dalam Pembuatan Bolu Kukus Substitution of Mocaf Flour (Modified Cassava Flour) in Steamed *Sponge cake*," vol. 1, no. 1, pp. 37–48, 2021, doi: 10.33830/fsj.v1i1.1453.2021.