

Pengaruh substitusi tepung buah pepaya pada produk *crackers* dari tepung mocaf dan susu sapi segar

The effect of pepaya fruit flour substitution on cracker products made from mocaf flour and fresh cow's milk

Amanda Khairani Salsabella ^{1)*}, Ani Purwani ²⁾ & Aan Sofyan ³⁾

¹ Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Email korespondensi: amandaks99c@gmail.com

Informasi artikel:

Dikirim: 24 Januari 2026; disetujui: 09 Februari 2026; diterbitkan: 31 Maret 2026

ABSTRACT

Crackers are snack foods with potential as functional foods using local ingredients. Modified Cassava Flour (MOCAF) is a gluten-free carbohydrate source but low in protein and minerals. Fresh cow's milk provides calcium and protein, while pepaya flour substitution is expected to enhance mineral, protein, and reducing sugar content. This study aimed to analyze the effect of pepaya flour substitution on calcium, magnesium, protein, and reducing sugar content in crackers made from MOCAF and fresh cow's milk. This experimental study used a completely randomized design with pepaya flour substitution levels of 0%, 20%, 30%, and 40%. Calcium and magnesium were analyzed using ICP-OES, protein using the Kjeldahl method, and reducing sugars using the Luff-Schoorl method. Data were analyzed using one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test to determine differences among treatments. pepaya flour substitution significantly affected calcium, protein, and reducing sugar content ($p < 0.05$), with the highest increase at 40% substitution. Magnesium also increased, but no significant difference was observed between 30% and 40%. Fresh cow's milk contributed to higher calcium and protein, while pepaya flour enhanced magnesium and reducing sugar content. Substituting pepaya flour in MOCAF crackers with fresh cow's milk increases calcium, magnesium, protein, and reducing sugar content, with greater effects at higher substitution levels.

Keywords: *MOCAF crackers, fresh cow's milk, pepaya flour, calcium, magnesium, protein, reducing sugar*

ABSTRAK

Crackers merupakan produk pangan selingan yang berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional berbasis bahan lokal. *Modified Cassava Flour* (MOCAF) merupakan sumber karbohidrat bebas gluten namun rendah protein dan mineral. Penambahan susu sapi segar berperan sebagai sumber kalsium dan protein, sedangkan substitusi tepung pepaya diharapkan dapat meningkatkan kandungan mineral, protein, serta gula pereduksi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh substitusi tepung pepaya terhadap kadar kalsium, magnesium, protein, dan gula pereduksi pada *crackers* berbahan dasar MOCAF dan susu sapi segar. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan acak lengkap menggunakan substitusi tepung pepaya sebesar 0%, 20%, 30%, dan 40%. Kalsium dan magnesium dianalisis menggunakan ICP-OES, protein dianalisis dengan metode *Kjeldahl*, dan gula pereduksi dianalisis menggunakan metode *Luff-Schoorl*. Data dianalisis menggunakan ANOVA *One Way* dan dilanjutkan uji *Duncan* untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Substitusi tepung pepaya

berpengaruh signifikan terhadap kalsium, protein, dan gula pereduksi ($p < 0,05$), dengan peningkatan tertinggi pada substitusi 40%. Magnesium juga meningkat, tetapi tidak terdapat perbedaan signifikan antara substitusi 30% dan 40%. Susu sapi segar berkontribusi terhadap peningkatan kalsium dan protein, sedangkan tepung pepaya meningkatkan magnesium dan gula pereduksi. Substitusi tepung pepaya pada *crackers* MOCAF dengan susu sapi segar meningkatkan kadar kalsium, magnesium, protein, dan gula pereduksi, dengan efek lebih besar pada tingkat substitusi tinggi.

Kata kunci : *Crackers* MOCAF, susu sapi segar, tepung pepaya, kalsium, magnesium, protein, gula pereduksi

PENDAHULUAN

Balita atau anak berusia di bawah lima tahun berada dalam fase pertumbuhan dan perkembangan yang krusial, khususnya pada aspek fisik dan kesehatan gigi. Berdasarkan klasifikasi Departemen Kesehatan Republik Indonesia (2009), balita dibagi menjadi batita (1–3 tahun) dan prasekolah (3–5 tahun). Anak usia 1–3 tahun masih tergolong konsumen pasif karena asupan makanannya bergantung pada orang tua atau pengasuh. Pada fase ini, gigi susu umumnya telah lengkap pada usia 2–2,5 tahun, namun kemampuan menggigit dan mengunyah masih terbatas, sehingga disarankan makanan bertekstur lembut agar sesuai dengan perkembangan oral motoriknya (Anwar dan Rosdiana, 2023). Nutrisi yang seimbang sangat penting untuk mendukung pertumbuhan gigi, di mana protein berperan dalam pertumbuhan dan perbaikan jaringan, kalsium dan magnesium mendukung pembentukan struktur gigi dan tulang, sementara konsumsi gula reduksi berlebihan berpotensi meningkatkan risiko karies gigi (Hendarto, 2016; Pariati, 2021; Ramadhani *et al.*, 2024).

Pemenuhan kebutuhan gizi balita dapat dilakukan melalui pengembangan pangan fungsional, yaitu makanan yang tidak hanya menyediakan energi, tetapi juga mengandung komponen aktif yang memberikan manfaat fisiologis tambahan bagi kesehatan (Abbas, 2020). *Crackers* merupakan salah satu produk pangan yang potensial untuk balita karena memiliki tekstur ringan, mudah dikonsumsi, serta dapat berfungsi sebagai *finger food* yang mendukung stimulasi motorik halus (Alfajriandi *et al.*, 2017; Artina *et al.*, 2023). Umumnya, *crackers* dibuat dari tepung terigu

yang mengandung gluten, sehingga diperlukan alternatif bahan baku berbasis lokal, salah satunya *Modified Cassava Flour* (MOCAF). MOCAF memiliki kandungan karbohidrat tinggi, tekstur lembut, serta warna cerah, namun kandungan proteinnya relatif rendah dibandingkan tepung terigu (Dwipayanti *et al.*, 2022; Hadistio dan Fitri, 2019; Setiarto *et al.*, 2018).

Keterbatasan kandungan protein dan mineral pada MOCAF dapat diatasi melalui penambahan susu sapi segar sebagai sumber zat gizi esensial. Susu sapi segar diketahui mengandung protein sebesar 3,06 g/100 g dan kalsium sebesar 143 mg/100 g, yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan serta pemeliharaan kesehatan tulang dan gigi balita (Putri, 2016). Penelitian Sipayung *et al.*, (2022), menunjukkan bahwa penambahan susu sapi pada produk berbasis tepung lokal mampu meningkatkan kandungan protein dan memperbaiki karakteristik tekstur produk. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Armana *et al.*, (2024), yang menyatakan bahwa fortifikasi susu sapi segar berkontribusi terhadap peningkatan mutu gizi dan daya terima produk pangan. Selain itu, Pratama *et al.*, (2021), melaporkan bahwa kombinasi susu sapi dan MOCAF mampu meningkatkan sifat fisik serta kualitas produk berbasis pati, sehingga berpotensi diaplikasikan dalam pengembangan *crackers* fungsional untuk balita.

Selain penambahan susu sapi segar, fortifikasi menggunakan tepung buah pepaya matang juga berpotensi meningkatkan nilai gizi *crackers*. Tepung pepaya matang diketahui mengandung protein sebesar 4,6%, kalsium 4,4%, magnesium 21 mg/100 g, serta β -karoten 582,4 μ g/100 g yang berperan

dalam mendukung kesehatan gigi dan pertumbuhan balita (Daagema *et al.*, 2020; Jadhav *et al.*, 2023). Meskipun demikian, pepaya matang juga mengandung gula sederhana dalam jumlah relatif tinggi, sehingga penggunaannya perlu dikontrol untuk meminimalkan risiko peningkatan kadar gula reduksi dan terjadinya karies gigi (Hirdan *et al.*, 2021). Penelitian Bolarinwa *et al.*, (2020), melaporkan bahwa penambahan pepaya pada produk roti dapat meningkatkan kandungan zat gizi, sementara Sanusi dan Sunmonu, (2023), menunjukkan bahwa penggunaan pepaya sangat matang dalam pembuatan *cookies* menghasilkan kandungan gizi yang lebih tinggi serta tingkat penerimaan konsumen yang baik. Selain itu, Oktavia *et al.*, (2023), menyatakan bahwa pengolahan pepaya menjadi tepung mampu mempertahankan sebagian besar kandungan gizinya serta meningkatkan umur simpan bahan baku, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan fortifikasi pada produk pangan fungsional.

Penelitian terkait *crackers* berbasis MOCAF, susu sapi segar, maupun pemanfaatan pepaya sebagai bahan pangan fungsional telah banyak dilakukan. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada aspek formulasi, sifat fisik, dan uji sensoris produk, sementara kajian yang mengevaluasi kandungan gizi secara kuantitatif, khususnya kalsium, magnesium, protein, serta gula reduksi yang berkaitan dengan pertumbuhan gigi balita, masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh substitusi tepung pepaya terhadap kadar kalsium, magnesium, protein, dan gula pereduksi pada *crackers* berbahan dasar MOCAF dan susu sapi segar.

METODE

Bahan

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah bahan pembuatan *crackers* dan bahan analisis. Bahan produksi *crackers* meliputi tepung *mocaf* merk Setia, garam merk Dolphin, gula merk Gulaku,

margarin merk forvita, ragi instan merk fermipan, *baking powder* merk R&W, susu sapi segar dan Tepung buah pepaya (california).

Alat

Peralatan utama yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari peralatan pembuatan tepung buah pepaya, pembuatan *crackers* dan peralatan analisis. Peralatan pembuatan tepung buah pepaya meliputi *food dehydrator*, *grinder* merk Superm dan *sieve shaker* merk OEM. Peralatan pembuatan *crackers* meliputi *noodle maker* merk Oxon-355AM, oven dan loyang merk Idealife IL-355, kompor dan *exhaust* merk Modena FC-9942S. Peralatan analisis digunakan untuk pengukuran kadar kalsium dan magnesium menggunakan ICP-OES Agilent 5800 dan 720, kadar protein menggunakan merk BUCHI Kjeltec, dan kadar gula reduksi menggunakan Waterbath merk Memmert dan Buret Automatic.

Metode

Metode pada penelitian ini dibagi menjadi beberapa langkah yaitu pembuatan tepung buah pepaya, pembuatan *crackers*, dan analisis kimia yang meliputi penentuan kadar kalsium, magnesium, protein dan gula reduksi.

Pembuatan tepung buah pepaya

Penelitian ini mengacu pada metode Oktavia *et al.*, (2023), dalam prosedur pembuatan tepung buah pepaya. Buah pepaya matang dikupas kulitnya, dicuci hingga bersih, dan bijinya dibuang. Daging buah dipotong dengan ketebalan ± 2 mm, kemudian direndam dalam larutan air garam selama 5 menit untuk mencegah perubahan warna dan meningkatkan daya simpan. Setelah perendaman, potongan pepaya ditiriskan dan dikeringkan menggunakan *food dehydrator* pada suhu 70 °C hingga mencapai kondisi kering dan mudah dipatahkan. Pepaya kering selanjutnya digiling menggunakan *grinder* hingga halus dan diayak menggunakan *sieve shaker* berukuran 60 mesh untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam. Tepung buah pepaya yang dihasilkan siap digunakan

sebagai bahan dalam formulasi produk pangan fungsional.

Pembuatan *crackers* mocaf susu sapi segar dengan substitusi tepung buah pepaya

Formulasi pembuatan adonan roti *sourdough* pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Adonan *crackers* pada penelitian ini dibuat dengan mencampur margarin cair, gula, garam, dan susu segar hingga merata (Adonan 1), kemudian ditambahkan tepung *mocaf*, ragi instan, tepung buah pepaya, dan *baking powder* hingga membentuk adonan homogen (Adonan 2) dan diuleni sampai rata. Adonan dibiarkan terfermentasi selama 30 menit pada

suhu ruang 26 °C, digilas menggunakan *noodle maker* hingga ketebalan ± 2 mm, dicetak persegi 3×3 cm, dan permukaannya ditusuk-tusuk dengan garpu sebelum disusun di atas loyang yang dialasi *baking paper*. Adonan kemudian dipanggang pada suhu 170 °C selama ± 30 menit hingga matang dan berwarna keemasan. Pada penelitian ini digunakan empat perlakuan berdasarkan komposisi tepung buah pepaya, yaitu Cra sebagai kontrol (100% tepung *mocaf* : 0% tepung pepaya), Crb (80% tepung *mocaf* : 20% tepung pepaya), Crc (70% tepung *mocaf* : 30% tepung pepaya), dan Crd (60% tepung *mocaf* : 40% tepung pepaya).

Tabel 1. Formulasi *crackers* mocaf susu sapi segar dengan substitusi tepung buah pepaya

Bahan	Kontrol (Cra)	Crb	Crc	Crd
Tepung mocaf (g)	100	80	70	60
Tepung buah pepaya (g)	0	20	30	40
Margarin (g)	40	40	40	40
Gula (g)	3	3	3	3
Garam (g)	2	2	2	2
Susu sapi segar (g)	50	50	50	50
Ragi (g)	2	2	2	2
<i>Baking powder</i> (g)	0.2	0.2	0.2	0.2

Analisis kimia

Analisis kimia dilakukan untuk menentukan kadar kalsium, magnesium, protein, dan gula reduksi pada sampel *crackers*. Kadar kalsium dan magnesium dianalisis menggunakan spektrometer emisi optik plasma terinduksi (ICP-OES) sesuai prosedur karakterisasi mineral yang umum digunakan (Szymczycha-Madeja *et al.*, 2021). Kadar protein ditentukan menurut Panjaitan *et al.*, (2021), dengan metode Kjeldahl, yaitu teknik analisis nitrogen yang diakui secara internasional untuk mengestimasi kandungan protein berdasarkan total nitrogen sampel. Sedangkan kadar gula reduksi diukur menurut Zaddana *et al.*, (2021), menggunakan metode Luff-Schoorl, yaitu metode titrimetri yang menilai kemampuan gula pereduksi dalam mereduksi ion tembaga pada larutan alkali. Setiap sampel dianalisis dalam tiga ulangan untuk memperoleh data yang akurat dan

representatif. Seluruh pengujian kimia dilakukan di Laboratorium Saraswanti Indo Genetech (SIG) Semarang.

Analisis data

Data kadar kalsium, magnesium, protein, dan gula reduksi terlebih dahulu dianalisis untuk mengetahui asumsi dasar statistiknya, yaitu normalitas dan homogenitas varians, menggunakan uji *Shapiro–Wilk*. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh memenuhi syarat untuk dilakukan analisis parametrik. Apabila hasil uji menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen, maka analisis dilanjutkan menggunakan uji *One Way ANOVA* pada taraf signifikansi (α) 5% untuk mengetahui adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan yang diberikan.

Selanjutnya, apabila hasil analisis ANOVA menunjukkan perbedaan yang

signifikan, maka dilakukan uji lanjutan (*post hoc test*) menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi (α) 5%. Uji ini digunakan untuk mengidentifikasi secara lebih rinci pasangan perlakuan mana yang berbeda nyata satu sama lain. Seluruh proses analisis data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 20, sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Tabel 2. Hasil kadar kalsium

Substitusi Tepung Buah Pepaya	Ulangan Perlakuan (%)		Rata-rata \pm SD
	I	II	
0%	83,55	83,61	83,58 \pm 0,39 ^a
20%	86,52	87,32	86,92 \pm 0,57 ^b
30%	92,81	93,36	93,08 \pm 0,39 ^c
40%	96,33	94,64	95,48 \pm 1,19 ^d
Nilai sig			0,001

Keterangan: Angka superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($\alpha = 5\%$)

Hasil pada Tabel 2. menunjukkan bahwa substitusi tepung buah pepaya pada *crackers* berbahan tepung *mocaf* dan susu sapi segar memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar kalsium, sehingga analisis dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan*. Hasilnya menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar semua perlakuan. Rata-rata kadar kalsium *crackers* pada penelitian ini berkisar antara 83,58–95,48 mg/100 g, dengan kadar tertinggi diperoleh pada perlakuan substitusi tepung buah pepaya sebesar 40% dan kadar terendah pada perlakuan kontrol (0%).

Peningkatan kadar kalsium pada produk dipengaruhi oleh penambahan tepung buah pepaya dalam formulasi. Semakin tinggi tingkat substitusi tepung buah pepaya, maka kandungan mineral, khususnya kalsium, cenderung meningkat. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Saleh *et al.*, (2025), pada *crackers* berbahan tepung terigu dengan substitusi tepung pepaya, yang menunjukkan bahwa peningkatan tingkat substitusi tepung pepaya diikuti oleh peningkatan kadar kalsium produk. Temuan tersebut juga

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar kalsium

Hasil analisis kadar kalsium pada *crackers* berbahan tepung *mocaf* dan susu sapi segar dilakukan menggunakan uji *One Way ANOVA* dan dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan* untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 2. menunjukkan bahwa substitusi tepung buah pepaya berpengaruh signifikan terhadap kadar kalsium produk.

didukung oleh penelitian Mouafo *et al.*, (2024), yang melaporkan bahwa peningkatan proporsi *papaya fruit pulp flour* dalam formulasi *biscuits* menyebabkan kenaikan kandungan mineral secara signifikan ($p < 0,05$), yang mengindikasikan bahwa bahan baku pepaya berkontribusi terhadap peningkatan kandungan mineral pada produk *bakery*. Selain itu, Carli *et al.*, (2016), melaporkan bahwa tepung buah pepaya memiliki kandungan kalsium sebesar 107,72 mg/100 g, sehingga berpotensi meningkatkan kadar kalsium pada produk pangan yang diformulasikan dengan substitusi tepung pepaya.

Kadar magnesium

Hasil analisis kadar kalsium pada *crackers* berbahan tepung *mocaf* dan susu sapi segar diuji menggunakan *One Way ANOVA*, kemudian dilanjutkan dengan uji *Duncan* untuk melihat perbedaan antar perlakuan. Berdasarkan Tabel 3, substitusi tepung buah pepaya berpengaruh signifikan terhadap kadar magnesium produk.

Tabel 3. Kadar magnesium crackers dengan variasi substitusi tepung buah pepaya

Substitusi Tepung Buah Pepaya	Ulangan Perlakuan (%)		Rata-rata \pm SD
	I	II	
0%	43,87	41,34	42,60 \pm 1,79 ^a
20%	46,34	45,97	46,15 \pm 0,26 ^b
30%	49,99	49,55	49,77 \pm 0,31 ^c
40%	53,63	51,52	52,57 \pm 1,49 ^c
Nilai sig			0,004

Keterangan: Angka superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($\alpha = 5\%$)

Hasil pada Tabel 3. menunjukkan bahwa substitusi tepung buah pepaya pada *crackers* berbahan tepung *mocaf* dan susu sapi segar memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar magnesium, sehingga analisis dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan*. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara perlakuan, namun pada perlakuan 30% dan 40% tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Rata-rata kadar magnesium *crackers* berkisar antara 42,60–52,57 mg/100 g, dengan kadar tertinggi pada perlakuan substitusi 30% dan 40% serta kadar terendah pada perlakuan kontrol (0%). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan persentase substitusi tepung buah pepaya hingga 30% sudah cukup meningkatkan kadar magnesium, sementara penambahan hingga 40% tidak memberikan peningkatan yang bermakna.

Peningkatan kadar magnesium pada produk dipengaruhi oleh penambahan tepung

pepaya. Semakin besar substitusi tepung pepaya yang digunakan, maka kandungan magnesium cenderung meningkat. Temuan ini sejalan dengan penelitian Saleh *et al* (2025), yang menyatakan bahwa penambahan tepung pepaya pada *crackers* berbahan tepung terigu dapat meningkatkan kandungan mineral, termasuk magnesium, secara signifikan dibandingkan produk tanpa penambahan tepung pepaya.

Kadar protein

Hasil analisis kadar kalsium pada *crackers* berbahan tepung *mocaf* dan susu sapi segar dilakukan menggunakan uji *One Way ANOVA* dan dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan* untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 4. menunjukkan bahwa substitusi tepung buah pepaya berpengaruh signifikan terhadap kadar protein produk.

Tabel 4. Hasil kadar protein

Substitusi Tepung Buah Pepaya	Ulangan Perlakuan (%)		Rata-rata \pm SD
	I	II	
0%	2,75	2,92	2,83 \pm 0,12 ^a
20%	3,33	3,44	3,38 \pm 0,74 ^b
30%	3,64	3,62	3,63 \pm 0,02 ^c
40%	4,03	4,11	4,07 \pm 0,57 ^d
Nilai sig			0,001

Keterangan: Angka superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($\alpha = 5\%$)

Hasil pada Tabel 4. menunjukkan bahwa substitusi tepung buah pepaya pada *crackers* berbahan tepung *mocaf* dan susu sapi segar memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar protein, sehingga analisis dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan*.

Hasilnya menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar semua perlakuan. Rata-rata kadar protein *crackers* pada penelitian ini berada pada kisaran 2,83–4,07%, dengan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan substitusi

tepung buah pepaya sebesar 40% dan nilai terendah pada perlakuan kontrol (0%).

Peningkatan kadar protein pada produk dipengaruhi oleh peningkatan substitusi buah pepaya terhadap tepung *mocaf*. Semakin tinggi substitusi pepaya yang ditambahkan ke dalam formulasi berbasis tepung *mocaf*, maka kandungan protein cenderung meningkat. Hal ini sejalan dengan penelitian Maboh *et al.*, (2024), yang melaporkan bahwa penambahan bahan berbasis tepung kedelai dan tepung pepaya pada produk biskuit berbahan tepung terigu dapat meningkatkan kandungan protein secara signifikan. Peningkatan tersebut didukung oleh penelitian Jadhav *et al.*, (2023), yang melaporkan bahwa tepung buah pepaya memiliki kandungan protein sebesar

4,6%. Kadar protein yang terdapat pada *crackers* dalam penelitian ini sudah memenuhi syarat mutu *crackers* SNI 01-2973-1992, yakni maksimal 9.

Kadar gula reduksi

Hasil analisis kadar kalsium pada *crackers* berbahan tepung *mocaf* dan susu sapi segar dilakukan menggunakan uji *One Way ANOVA* dan dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan* untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 5. menunjukkan bahwa substitusi tepung buah pepaya berpengaruh signifikan terhadap kadar gula reduksi produk.

Tabel 5. Hasil kadar gula reduksi

Substitusi Tepung Buah Pepaya	Ulangan Perlakuan (%)		Rata-rata \pm SD
	I	II	
0%	1,58	1,53	1,56 \pm 0,35 ^a
20%	10,77	11,00	10,88 \pm 0,16 ^b
30%	12,88	13,97	13,42 \pm 0,77 ^c
40%	16,56	17,17	16,86 \pm 0,43 ^d
	Nilai sig		0,001

Keterangan: Angka superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($\alpha = 5\%$)

Hasil pada Tabel 5. menunjukkan bahwa substitusi tepung buah pepaya pada *crackers* berbahan tepung *mocaf* dan susu sapi segar memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar gula reduksi, sehingga analisis dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan*. Hasilnya menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar semua perlakuan. Rata-rata kadar gula reduksi *crackers* pada penelitian ini berada pada kisaran 1,56–16,86%, di mana nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan substitusi tepung buah pepaya sebesar 40%, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan kontrol (0%).

Peningkatan kadar gula reduksi *crackers* seiring dengan bertambahnya persentase substitusi tepung buah pepaya diduga berkaitan dengan kandungan gula sederhana alami pada buah pepaya, seperti glukosa dan fruktosa. Hal ini sejalan dengan Koul *et al.*, (2022), yang menunjukkan bahwa buah pepaya matang mengandung gula

sederhana yaitu glukosa, sukrosa, dan fruktosa dalam jumlah yang cukup besar, yang berkontribusi terhadap rasa manis alaminya. Temuan ini juga didukung oleh Purnomo & Kurnia (2024), yang menyatakan bahwa peningkatan substitusi bahan pada produk *cookies* berbahan dasar tepung *mocaf* dapat meningkatkan kadar gula reduksi akibat perbedaan komposisi karbohidrat bahan substitusi. Selain itu, proses pemanggangan oven pada suhu 170°C selama 30 menit berpotensi memengaruhi ketersediaan gula reduksi melalui mekanisme degradasi karbohidrat, sejalan dengan temuan Hosry *et al.*, (2025), yang melaporkan adanya perubahan senyawa hasil degradasi karbohidrat selama proses pemanggangan pada produk *bakery*.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi tepung buah pepaya matang pada *crackers* berbahan dasar MOCAF dan susu sapi segar berpengaruh nyata terhadap kadar kalsium, magnesium, protein, dan gula reduksi. Peningkatan persentase substitusi tepung buah pepaya meningkatkan kandungan kalsium, magnesium, dan protein produk, dengan nilai tertinggi diperoleh pada substitusi 40%, namun juga diikuti peningkatan kadar gula reduksi. Dengan demikian, *crackers* berbasis MOCAF dan susu sapi segar dengan substitusi tepung buah pepaya matang berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional non-gluten yang mendukung pertumbuhan gigi balita, dengan pengaturan tingkat substitusi sebagai faktor penting dalam formulasi produk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Surakarta, dan Laboratorium Saraswanti Indo Genetech (SIG) atas dukungan fasilitas selama penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing, panelis, dan semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian tahun 2026 ini. Semoga hasilnya bermanfaat bagi pengembangan pangan fungsional.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A. (2020). Potensi pangan fungsional dan perannya dalam meningkatkan kesehatan manusia yang semakin rentan—mini review. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 14(2), 176–186. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v14i2.14319>
- Alfajriandi, Hamzah, F., & Hamzah, F. H. (2017). Pemanfaatantepung kacang merah dan pati sagu pada pembuatan crackers. *Teknologi Pertanian*, 4(1), 72–76.
- Anwar, C., & Rosdiana, E. (2023). Health counseling about nutrition, growth and development in children at paud harsya ceria jeulingke banda aceh. *Jurnal Pengabdian Masyarakat (Kesehatan)*, 5(1), 69–78.
- Armana, A., Rahman, T. A., & Syah, M. A. (2024). Pemberdayaan masyarakat melalui pembuatan puding sedot susu sapi untuk peningkatan pendapatan peternak di dusun sereng, desa kemiri, kecamatan puspo, kabupaten pasuruan. *Jurnal Pelayanan Dan Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 3(4), 16–27.
- Artina, Z. J., Ayu, D. F., & Rahmayuni, R. (2023). The crackers of modified cassava flour (mocaf) and cowpea flour: chemical and sensory properties. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(1), 57–64. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2023.12.1.57>
- Bolarinwa, I. F., Aruna, T. E., Adejuyitan, J. A., Adeyemo, G. A., & Alabi, O. D. (2020). Chemical, physical and sensory properties of pawpaw fortified pan bread. *journal of food Chemistry and Nanotechnology*, 6(2), 65–71. <https://doi.org/10.17756/jfcn.2020-085>
- Carli, C. G., Lima, V. A., & Porcu, O. M. (2016). Prospecting the physical, chemical and nutritional characteristics of commercial fruit flours. *Nutrition*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.19080/NF SIJ.2016.02.555577>
- Daagema, A. A., Orafa, P. N., & Igbua, F. Z. (2020). Nutritional potentials and uses of pawpaw (carica pepaya): a review. *European Journal of Nutrition&Food Safety*, 12(3), 52–66. <https://doi.org/10.9734/ejnfs/2020/v12i330209>
- Dwipayanti, H., Agustini, N. P., & Antarini, A. A. N. (2022). Pengaruh rasio tepung mocaf dan tepung tempe terhadap karakteristik brownies kukus. *Journal of Nutrition Science*, 11(2), 96–104.
- 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
- Hadistio, A., & Fitri, S. (2019). Tepung mocaf (modified cassava flour) untuk ketahanan pangan indonesia. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 1(1), 13–17. <https://doi.org/10.30997/jiph.v1i1.2005>
- Hendarto, A. (2016). Nutrisi dan kesehatan gigi-mulut pada anak. *Sari Pediatri*, 17(1), 71. <https://doi.org/10.14238/sp.17.1.2015.71-5>
- Hirdan, Pato, U., & Rossi, E. (2021). Pemanfaatan buah nipah dan buah pepaya dalam pembuatan fruit leather. *SAGU Journal: Agricultural Science and Technology*, 20(1), 8–15.
- Jadhav, P. J., Kotecha, P. M., Patil, A. C., Chavan, U. D., & Pawar, A. A. (2023). Studies on utilization of pepaya pulp powder in cookies. *The Pharma Journal*, 12(2), 622–625.
- Koul, B., Pudhuvai, B., Sharma, C., Kumar, A., Sharma, V., Yadav, D., & Jin, J. (2022). Carica pepaya l.: a tropical fruit with benefits beyond the tropics. *Diversity*, 14(8), 683. <https://doi.org/10.3390/d14080683>
- Maboh, J., Yusufu, M. I., Awambeng, S. M., Agbor, E. A., Konsum, L. K., Ezindu-Odoemelam, M. N., & Yakum, N. K. (2024). Production of biscuits from wheat , almond and pawpaw flour blends and investigating it ' s physicochemical and texture characteristics. *Asia Food Science Journal*, 23(6), 13–29. <https://doi.org/10.9734/afsj/2024/v23i6717>
- Mouafo, H. T., Matuekam, A. D., Petagou, I. L., Ngeudjo, M. W., Baomog, A. M. B., Ntsama, P. M., & Medoua, G. N. (2024). Formulation of nutritious and functional meal-based biscuits from mixture of soybean , pepaya fruit pulp , and baobab fruit pulp flours. *Heliyon*, 10(18), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38171>
- Oktavia, N., Rahmawati, W., & Kuncoro, S. (2023). Mempelajari pembuatan tepung dari buah pepaya sebagai bahan baku learning flour making from pepaya fruit as food raw material. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(3), 393–398. <http://dx.doi.org/10.23960/jabe.v2i3.8038>
- Panjaitan, T. F. C., Fadhlullah, M., Nurmala, R., & Sipahutar, Y. H. (2021). Analisis kandungan nutrisi biskuit cracker dengan penambahan tepung ikan teri nasi (*stolephorus sp .*) di ud. sinar bahari. *Prosiding Simposium Nasional Kelautan Dan Perikanan*, 8, 195–202. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/proceedingsimnaskp/issue/view/1040>
- Pariati, N. A. L. (2021). Kebersihan gigi dan mulut terhadap terjadinya karies pada anak sekolah dasar di makassar. *Media Kesehatan Gigi: Politeknik Kesehatan Makassar*, 20(1), 49–54. <https://doi.org/10.32382/mkg.v20i1.2180>
- Pratama, Y. I., Ardigurnita, F., & Wulansari, putri dian. (2021). Kefir dengan kombinasi susu sapi dan tepung mocaf terhadap ph, kadar air, total padatan dan properti fisik. *Jurnal Sains Peternakan Nusantara*, 01(1), 21–28.
- Purnomo, D. M., & Kurnia, P. (2024). Kadar gula reduksi dan serat kasar pada pembuatan cookies coklat bebas gluten berbahan dasar tepung mocaf dengan substitusi tepung ganyong dan tepung sorgum. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 6(6), 2720–2726. <https://doi.org/10.38035/rj.v6i6>
- Putri, E. (2016). Kualitas protein susu sapi segar berdasarkan waktu penyimpanan. *Chempublish Journal*, 1(2), 14–20.
- Ramadhani, A., Wahyuni, S. D., Agusfiranda, A., & Elvania, E. (2024). Optimalisasi nutrisi dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan anak. *INTERDISIPLIN Journal of Qualitative and Quantitative Research*, 1(5), 338–355. <https://doi.org/10.61166/interdisiplin.v1i5.67>
- Saleh, M., Ibrahim, M. A., & Khalil, M. (2025). Maximizing the benefit of pepaya fruits (carica pepaya) in production of some bakery products. *Asian Journal of Food Research and Nutrition*, 4(1), 117–133.

- Sanusi, M. S., & Sunmonu, M. O. (2023). Physicochemical and sensory properties of cookies: effect and optimization of baking conditions and partial substitution of fat with pepaya puree of varying ripening levels. *Journal of Culinary Science and Technology*, 00(00), 1–17. <https://doi.org/10.1080/15428052.2023.2191875>
- Setiarto, R. H. B., Widhyastuti, N., & Sumariyadi, A. (2018). Improvement level of resistant starch type iii on modified cassava flour using fermentation and autoclaving-cooling. *Biopropal Industri*, 9(1), 9–23.
- Sipayung, A. D., Aruan, D. G. R., & Harianja, E. S. (2022). Pemeriksaan staphylococcus aureus pada susu sapi perah sebelum dan sesudah diolah di peternakan asam kumbang medan. *Jurnal Analis Laboratorium Medik*, 7(2), 116–124. <https://doi.org/10.51544/jalm.v7i2.3666>
- Szymczycha-Madeja, A., Welna, M., Zabłocka-Malicka, M., Pohl, P., & Szczepaniak, W. (2021). Development and validation of an analytical method for determination of al, ca, cd, fe, mg and p in calcium-rich materials by ICP OES ana. *Molecules*, 24(20), 6269. <https://doi.org/10.3390/molecules26206269>
- Zaddana, C., Almasyhuri, A., Nurmala, S., & Oktavianti, T. (2021). Snack bar berbahan dasar ubi ungu dan kacang merah sebagai alternatif selingan penderita diabetes mellitus. *Amerta Nutrition*, 5(3), 260. <https://doi.org/10.20473/amnt.v5i3.2021.260-275>