



Pengaruh Substitusi Tepung Terigu dengan Tepung Mocaf terhadap Sifat Fisik, Kimiawi, dan Fungsional pada Roti Tawar

The Effect of Wheat Flour Substitution with Mocaf Flour on Physical, Chemical, and Functional Characteristics of White Bread

Muhammad Isa Dwijatmoko ^{*1}, Rince Alfia Fadri ¹, Mutia Elida ¹, Rahzarni ¹

¹ Program Studi Teknologi Pangan, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Lima Puluh Kota, Indonesia

*Penulis Korespondensi

Email: muhammadisa8@gmail.com



Abstrak. Industri bakeri terus mengalami perubahan sehingga perhatian terhadap preferensi konsumen untuk mengonsumsi produk bakeri menjadi penting. Pada umumnya proses pembuatan produk bakeri menggunakan tepung terigu, namun disisi lain penggunaan tepung terigu pada roti dapat memberikan dampak buruk kesehatan untuk beberapa orang yang tidak toleran terhadap gluten. Penggunaan tepung mocaf dapat menjadi alternatif dalam pembuatan produk bakeri. Tujuan penelitian adalah melihat pengaruh fisikokimia dan fungsional produk roti tawar dengan substitusi tepung mocaf. Penelitian ini menggunakan perlakuan berupa variasi proporsi campuran antara tepung terigu dan tepung mocaf dalam pembuatan roti tawar yaitu 100:0 (kontrol), 75:25 (F1), 80: 20 (F2), dan 85: 15 (F3). Selanjutnya, sampel dianalisa berdasarkan proksimat, tekstur, warna, serta antioksidan dan hasil penelitian dianalisa dengan SPSS. Dari hasil penelitian sampel dengan perbandingan tepung terigu lebih tinggi dibandingkan dengan tepung mocaf (F3) mendapatkan kadar protein yang tinggi yaitu, $9,99 \pm 0,01\%$, dan kekerasan $8,54 \pm 0,38 \text{ N/cm}^2$ merupakan yang terbaik dibandingkan sampel lainnya. Sedangkan sampel dengan perbandingan tepung mocaf lebih tinggi dibandingkan tepung terigu (F1) mendapatkan kadar karbohidrat $48,04 \pm 0,12\%$ dan DPPH $44,61 \pm 1,39\%$, yang tertinggi dibandingkan sampel lainnya. Dari seluruh parameter pengujian F3 merupakan formula yang terbaik yang memiliki tekstur kekerasan roti yang rendah dan memiliki kandungan karbohidrat, protein, lemak, dan antioksidan yang cukup tinggi. Namun, sampel tersebut masih lebih rendah dibandingkan kontrol.

Kata kunci: roti tawar; tepung terigu, MOCAF, tekstur, antioksidan.

Abstract. The bakery industry continues to change so the attention to sustainability and consumer preferences are becoming increasingly important. The process of making bakery products generally uses wheat flour. On the other hand, the use of wheat flour in bread can have adverse health effects for people who are gluten intolerant. Mocaf flour is derived from cassava and produced through a fermentation process involving Lactic Acid Bacteria (LAB) that alters the structure of cassava cells. The study aimed to identify the physicochemical and antioxidant activity effects of white bread products with mocaf flour substitution. The treatment in this study was by giving different proportions of combination of wheat flour and mocaf flour in white bread products, which included 100:0 (control), 75:25 (F1), 80:20 (F2), and 85:15 (F3). Next, the samples were analyzed according to the proximate, texture, color, and antioxidant activity. Results of the research were analyzed with SPSS. The research results indicated that, sample F3 obtained

protein content of $9.99 \pm 0.01\%$, fat $0.28 \pm 0.01\%$, and hardness $8.54 \pm 0.38 \text{ N/cm}^2$, which showed the best result compared to other samples. Sample F2 obtained ash content of $1.07 \pm 1.07\%$, which showed the highest compared to other samples. Sample F1 obtained carbohydrate content of $48.04 \pm 0.12\%$ and DPPH $44.61 \pm 1.39\%$, which was the highest compared to other samples. However, all samples were still lower compared to the control.

Keywords: wheat flour, white bread, MOCAF, texture, antioxidants.

1. Pendahuluan

Produk bakeri merupakan salah satu kategori pangan olahan yang tingkat konsumsinya cukup tinggi di Indonesia. Berdasarkan data dari Statistik Konsumsi Pangan tahun 2022 (Mas'ud & Wahyuningsih, 2022) konsumsi roti tawar mencapai 18,4 kg per kapita per tahun, sedangkan konsumsi roti manis dan jenis roti lainnya tercatat sebesar 54,4 kg per kapita per tahun. Pada Peraturan BPOM (2023), produk bakery mencakup roti serta berbagai olahan roti tawar dan roti istimewa dengan cita rasa manis, asin, maupun gurih, seperti krekers, kukis, keik, dan biskuit. Selain itu, sejumlah produk bakery tradisional seperti kue satu, bagea, apem, mantao, bika ambon, dan kue mangkok juga termasuk dalam kategori ini. Proses pembuatan produk bakeri menggunakan suhu tinggi pada saat proses pemanggangan yaitu sekitar 160-250°C. Roti dibuat dari campuran bahan yang terdiri dari air, ragi roti, tepung, NaCl, dengan atau tanpa lemak, susu skim, dan gula) yang dibuat adonan, fermentasi, dan pemanggangan pada suhu tinggi.

Pada umumnya produk bakery, khususnya roti tawar, menggunakan tepung terigu sebagai bahan baku utama dalam proses produksinya. Tepung terigu merupakan komoditas pangan strategis yang nilai impornya mengalami peningkatan secara konsisten setiap tahunnya. Data dari Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa Indonesia mengimpor gandum sebanyak sekitar 9 juta kilogram per tahun pada periode 2017 - 2023 (Mas'ud & Wahyuningsih, 2022). Hal ini menunjukkan ketergantungan Indonesia terhadap impor tepung terigu. Penggunaan tepung terigu pada roti juga dapat memberikan dampak buruk kesehatan terhadap orang-orang yang tidak memiliki toleran terhadap kandungan gluten. Konsumsi gluten pada orang-orang tidak toleran dapat menyebabkan terjadinya *gastrointestinal symptoms* (Tethool & Dewi, 2017). Kondisi ini perlu dilakukan upaya penanganan yaitu dengan mensubstitusi penggunaan tepung terigu. Beberapa jenis tepung non-terigu yang dapat dikembangkan untuk roti bebas gluten yaitu seperti tepung sorgum, jagung, mocaf, dan beras. Namun, penggunaan tepung non-terigu, tidak dapat memberi pori – pori yang besar pada roti, dimana pori – pori pada bagian ini berkaitan dengan pengembangan roti (Kartiwan *et al.*, 2008).

Tepung modified cassava, yang juga dikenal sebagai tepung mocaf atau mocal, adalah produk tepung yang berasal dari ubi kayu dan dihasilkan melalui proses fermentasi oleh Bakteri Asam Laktat (BAL) yang berfungsi memodifikasi struktur sel ubi kayu (Rosmiati, *et al.*, 2018). Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa mocaf dapat diaplikasikan pada berbagai produk

pangan seperti macaroni, roti manis, dan roti tawar yang pada berbagai penelitian dijelaskan kandungan kimiawi yang diperoleh (Yasa *et al.*, 2016; Tamaroh & Purwani, 2024; Sirait *et al.*, 2021; Fransiska *et al.*, 2021). Menurut Zaki *et al.* (2024) Substitusi tepung terigu dengan tepung mocaf pada produk bolu kukus dapat meningkatkan kandungan karbohidrat, serat kasar, serta kapasitas antioksidannya. Namun, untuk analisa fisik seperti tekstur dan warna, dan fungsional seperti antioksidan pada roti tawar belum ada dilakukan. Analisa tekstur, warna, dan antioksidan penting dilakukan karena produk roti tawar yang baik umumnya memiliki tekstur yang lembut dan warna kecoklatan. Selain itu, penggunaan tepung mocaf, diharapkan dapat meningkatkan kandungan antioksidan pada produk.

Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan tepung terigu yang dapat disubstitusi dengan tepung mocaf pada pembuatan produk roti tawar terhadap karakteristik fisik (tekstur dan warna), kimiawi (kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat), dan fungsional (antioksidan) yang akan dihasilkan. Sehingga produk roti dapat dikembangkan tanpa ketergantungan bahan tepung terigu.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup komponen-komponen utama dalam pembuatan roti tawar yaitu, tepung mocaf, tepung terigu, air, ragi, garam, susu bubuk, gula, minyak. Bahan untuk analisis yaitu pelarut hexane, asam sulfat, NaOH 30%, HCL 0.02 N, selenium mix, dan larutan indikator metil merah dan metil biru.

Alat yang digunakan meliputi bread and dough maker (Hamilton Beach Brands, USA), timbangan analitik (Shimadzu, Jepang), gelas ukur, sendok, piring. Peralatan yang digunakan dalam analisis proksimat meliputi instrumen-instrumen laboratorium antara lain neraca analitik, oven, desikator, tanur, buret, pipet ukur, pipet tetes, soxhlet, labu kjeldahl, labu erlenmeyer, beaker glass, gelas ukur, labu ukur, cawan porselen, penjepit, kompor listrik, lemari asam, dan kertas saring. Alat analisis tekstur profile analyzer (Brookfield) dan analisa warna dengan Chromameter Minolta CR-300 (Konica Minolta).

2.1 Pembuatan Produk Roti Tawar

Bahan utama yang digunakan terdiri atas tepung mocaf, tepung terigu, air, ragi, garam, dan susu bubuk, yang kemudian dikombinasikan dengan bahan tambahan seperti gula dan minyak. Selanjutnya, dilakukan pengadukan dan fermentasi total selama 2 jam 30 menit pada suhu 45 – 50°C. Adonan yang telah melalui proses fermentasi kemudian dipanggang selama 45 menit pada suhu 191°C. Adonan yang sudah difermentasi dilakukan pemanggangan selama 45 menit dengan suhu 191°C. Sampel roti tawar yang sudah dipanggang dilakukan pendinginan pada suhu ruang dan pemotongan. Formulasi roti tawar dapat dilihat di [Tabel 1](#). Penelitian ini menggunakan

perlakuan berupa variasi proporsi campuran antara tepung terigu dan tepung mocaf dalam formulasi pembuatan roti tawar. yaitu 100: 0 (kontrol), 75: 25 (F1), 80: 20 (F2), dan 85: 15 (F3).

Tabel 1. Formulasi Roti Tawar

Bahan	Kontrol	F1	F2	F3
Air	190 mL	190 mL	190 mL	190 mL
Minyak/ Lemak	15 g	15 g	15 g	15 g
Garam	2,5 g	2,5 g	2,5 g	2,5 g
Gula	15 g	15 g	15 g	15 g
Susu Bubuk	15 g	15 g	15 g	15 g
Tepung Terigu	280 g	210	224 g	238
Tepung Mocaf	0 g	70 g	56 g	42 g
Ragi	4,5 g	4,5 g	4,5 g	4,5 g

Sumber: (Hamilton, 2024) dengan modifikasi

2.2 Kadar Air

Penentuan kadar air dilakukan berdasarkan metode Syukri (2021). Cawan dikeringkan terlebih dahulu dalam oven pada suhu 105°C selama 15 menit, kemudian didinginkan dalam desikator selama 10 menit sebelum ditimbang. Sebanyak 3 gram sampel roti tawar ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan yang telah memiliki bobot konstan. Selanjutnya, cawan berisi sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 6 jam. Setelah itu, cawan dikeluarkan dan didinginkan dalam desikator, lalu ditimbang kembali. Proses pengeringan diulang hingga bobot konstan tercapai. Kadar air dihitung menggunakan (1).

$$K_a = \frac{\text{volume air yang teruapkan (ml)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100 \% \quad (1)$$

2.3 Kadar Abu

Penentuan kadar abu dilakukan berdasarkan metode Syukri (2021) dengan menggunakan teknik pengabuan kering (*dry ashing*). Metode ini menentukan kadar abu berdasarkan residu padat yang tertinggal setelah proses pemanasan selama 6 jam pada suhu 600°C, yang merepresentasikan kandungan abu dalam bahan uji. Cawan porselen ditimbang terlebih dahulu sebagai bobot awal (W0), kemudian ditambahkan sampel bahan uji sebanyak 3–5 gram dan ditimbang kembali (W1). Cawan berisi sampel kemudian dipanaskan di atas pemanas listrik hingga membentuk arang. Setelah itu, cawan dimasukkan ke dalam tanur (*muffle furnace*) dan dikarbonasi pada suhu 600°C selama 6 jam hingga diperoleh abu berwarna putih. Selanjutnya, cawan didinginkan dalam desikator selama ±30 menit, lalu ditimbang kembali untuk memperoleh bobot akhir (W2). Kadar abu dihitung menggunakan (2).

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{(W_2 - W_0)}{W_1} \times 100 \% \quad (2)$$

2.4 Kadar Protein

Penentuan kadar protein dilakukan menggunakan metode Kjeldahl berdasarkan prosedur yang diadaptasi dari Syukri (2021). Sebanyak 0,5 gram sampel dimasukkan ke dalam labu

Kjeldahl, kemudian ditambahkan 1 gram campuran selenium (atau tablet Kjeldahl) dan 15 mL asam sulfat (H₂SO₄). Proses destruksi dilakukan selama ±3 jam hingga larutan menjadi jernih, lalu didinginkan. Hasil destruksi dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan aquades hingga tanda batas. Selanjutnya, sebanyak 10 mL larutan diambil dan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl yang telah berisi 30 mL larutan NaOH 50%. Labu kemudian dipasangkan pada alat destilasi. Proses destilasi dilakukan dengan menggunakan larutan penampung berupa campuran 10 mL asam borat 3% dan tiga tetes indikator campuran metil merah dan metilen biru (perbandingan 3:1). Destilasi dilanjutkan selama ±15 menit hingga larutan penampung berubah warna dari merah keunguan menjadi hijau. Hasil destilat selanjutnya dititrasi dengan larutan HCl 0,02 N sampai warna larutan kembali berubah menjadi merah keunguan.

2.5 Kadar Lemak

Penentuan kadar lemak pada sampel dilakukan dengan metode Soxhlet berdasarkan prosedur [Syukri \(2021\)](#). Labu lemak kosong ditimbang terlebih dahulu untuk memperoleh bobot awal (W₀), kemudian diisi dengan pelarut heksana sesuai kapasitas labu. Sampel sebanyak 3 gram (W₁) dimasukkan ke dalam thimble atau kertas saring yang berfungsi sebagai wadah sampel, kemudian ditutup dan dimasukkan ke dalam alat Soxhlet ekstraktor. Proses ekstraksi dilakukan selama kurang lebih 4 jam dengan pemanasan konstan. Setelah ekstraksi selesai, thimble diangkat dan pelarut diuapkan hingga seluruh pelarut menguap dan residu lemak tersisa di dalam labu. Labu kemudian didinginkan dalam desikator selama ±30 menit sebelum ditimbang kembali (W₂). Kadar lemak dihitung menggunakan (3).

$$\text{Kadar Lemak (\%)} = \frac{(W_2 - W_0)}{W_1} \times 100\% \quad (3)$$

2.6 Kadar Karbohidrat

Penentuan kadar karbohidrat pada sampel dilakukan berdasarkan metode *by difference* sesuai dengan prosedur [Syukri \(2021\)](#). Metode ini menghitung kadar karbohidrat dengan cara mengurangi 100% dengan jumlah hasil analisis kadar abu, kadar air, kadar lemak, dan kadar protein. Perhitungan kadar karbohidrat pada sampel dilakukan menggunakan (4).

$$\text{Karbohidrat (\%)} = 100\% - (\% \text{ kadar air} + \% \text{ kadar abu} + \% \text{ protein} + \% \text{ lemak}) \quad (4)$$

2.7 Tekstur

Analisis tekstur dapat dilakukan menggunakan alat yaitu Texture Analyzer Brookfield ([Korczyk-Szabó & Lacko-Bartosova, 2015](#)). Instrumen ini dapat digunakan untuk analisis Texture Profile Analysis (TPA). Prinsip kerja *texture analyzer* didasarkan pada pengukuran gaya dan deformasi, yaitu menentukan besarnya gaya yang diperlukan untuk memberikan tekanan pada

sampel hingga jarak tertentu. Prosedur penggunaan instrumen ini dimulai dengan menekan tombol start, sehingga probe secara otomatis akan menekan atau menusuk sampel sesuai pengaturan.

2.8 Warna

Analisis warna dilakukan menggunakan alat Chromameter Minolta CR-300 (Konica Minolta Camera, Co. Japan 82281029) (Hutchings, 1999). Prinsip pengukuran warna didasarkan pada analisis pantulan cahaya dari permukaan sampel untuk menentukan perbedaan warna. Sampel diletakkan pada posisi khusus, kemudian pengukuran dimulai dengan menekan tombol start sehingga diperoleh nilai parameter warna L, a, dan b*. Nilai L* merepresentasikan tingkat kecerahan yang berkisar antara 0 (hitam) hingga sekitar 100 (putih). Nilai a* menunjukkan kromatisitas pada spektrum merah-hijau, dengan nilai positif (+a*) dari 0 hingga +100 menunjukkan warna merah, dan nilai negatif (-a*) dari 0 hingga -80 menunjukkan warna hijau. Sementara itu, nilai b* menggambarkan kromatisitas pada spektrum biru-kuning, di mana nilai positif (+b*) dari 0 hingga +70 menunjukkan warna kuning, dan nilai negatif (-b*) dari 0 hingga -80 menunjukkan warna biru.

2.9 Kapasitas Antioksidan (Asmira et al., 2020)

Analisis kapasitas antioksidan menggunakan metode DPPH (Asmira et al., 2020). Sebanyak 1 gram sampel ditimbang dan dilarutkan dalam 1 mL pelarut, kemudian ditambahkan 10 mL metanol. Larutan tersebut disonikasi hingga homogen dan divorteks untuk memastikan kelarutan sempurna. Selanjutnya, 2 mL larutan sampel dipindahkan ke dalam microplate, lalu ditambahkan 1 mL larutan DPPH. Larutan DPPH dibuat dengan melarutkan 5 mg DPPH dalam metanol, kemudian dilarutkan hingga volume 50 mL menggunakan labu takar yang ditutup rapat dengan aluminium foil untuk menghindari degradasi. Sebagai kontrol (blanko), disiapkan larutan yang terdiri dari 2 mL metanol dan 1 mL larutan DPPH. Semua sampel dan blanko kemudian diinkubasi pada suhu kamar dalam kondisi gelap selama 15 menit sebelum diukur menggunakan ELISA reader pada panjang gelombang 517 nm.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kadar Air

Berdasarkan hasil analisis statistik yang telah dilakukan, secara keseluruhan perlakuan formulasi mocaf menunjukkan signifikan terhadap kadar air produk, yang berarti bahwa formulasi mocaf berpengaruh nyata terhadap kadar air. Hasil penelitian pada Tabel 2 menunjukkan pada analisa penentuan kadar air, sampel F3 mendapatkan kadar air yang tertinggi dibandingkan sampel lainnya yaitu sebanyak $44,49 \pm 1,37$ %, sedangkan sampel F1 memiliki kadar air terendah dibandingkan sampel lainnya yaitu sebesar $40,78 \pm 1,10$ %. Kadar air yang berbeda pada roti disebabkan karena pada pembuatan roti dengan komposisi yang berbeda.

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar Air, Abu, Protein, Lemak, dan Karbohidrat pada Produk Roti Tawar

Sampel	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)
Kontrol	43,02 ± 0,62 ^{ab}	1,07 ± 1,06 ^a	9,95 ± 0,01 ^c	3,47 ± 0,01 ^c	42,49 ± 0,61 ^a
F1	40,78 ± 1,10 ^a	0,93 ± 0,93 ^a	7,63 ± 0,45 ^a	0,16 ± 0,01 ^a	48,04 ± 0,12 ^c
F2	44,07 ± 0,62 ^b	1,07 ± 1,07 ^a	8,65 ± 0,04 ^b	0,22 ± 0,04 ^{ab}	46,51 ± 0,84 ^{bc}
F3	44,49 ± 1,37 ^b	0,96 ± 0,95 ^a	9,99 ± 0,01 ^c	0,28 ± 0,01 ^b	46,17 ± 0,63 ^b

Keterangan: angka – angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%

Kadar air dalam tepung terigu ditemukan lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar air pada tepung mocaf. Tepung terigu memiliki kadar air sebesar 13% (Makmur, 2018), sedangkan tepung mocaf memiliki kadar air sebesar 9,25% (Gusriani *et al.*, 2021). Perbedaan kadar air tersebut disebabkan oleh perbedaan bahan baku dan proses pengolahan. Pada tepung mocaf, terjadi proses fermentasi dan pengeringan, di mana kedua proses tersebut dapat menyebabkan banyak air yang menguap, selama fermentasi mikroba menghasilkan enzim yang memecah senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana, H₂O dan energi panas, sehingga air dari bahan mengalami penguapan. Proses pengeringan selanjutnya juga menyebabkan berkurangnya kadar air, sehingga tepung mocaf memiliki kadar air lebih rendah dibandingkan tepung terigu (Diniyah *et al.*, 2018).

Hasil ini juga menunjukkan bahwa semakin besar tepung mocaf dalam produk roti tawar, kadar air yang dihasilkan menjadi lebih rendah (Sampel F1). Beberapa penelitian lain yang menggunakan formulasi campuran tepung mocaf dan tepung terigu juga menunjukkan bahwa penambahan tepung mocaf secara signifikan dapat menurunkan kadar air (Robinson & Tas, 2025; Dwiani & Yuniartini, 2022).

3.2 Kadar Abu

Pada analisa kadar abu, sampel F2 memiliki kadar abu tertinggi dibandingkan sampel lainnya yaitu sebesar 1,07 ± 1,07 %, sedangkan sampel F1 memiliki kadar abu terendah dibandingkan sampel lainnya yaitu sebesar 0,93 ± 0,93 %, namun semua sampel tidak berbeda nyata. Hasil menunjukkan bahwa penambahan tepung mocaf memberikan nilai kadar abu yang cukup fluktuatif. Semakin tinggi penambahan tepung mocaf tidak selalu diikuti oleh peningkatan kadar abu.

Kadar abu yang tinggi dalam suatu produk pangan mengindikasikan tingginya kandungan zat anorganik atau mineral dalam bahan tersebut. Perbedaan kandungan bahan juga menyebabkan adanya perbedaan hasil. Menurut Kemenkes (2020) kandungan mineral dalam 100 gram tepung mocaf meliputi fosfor sebesar 64 mg, kalsium 60 mg, natrium 8 mg, besi 15,8 mg, seng 0,6 mg, serta kalium sebanyak 403 mg, sedangkan kandungan gizi mineral 100 g tepung terigu yaitu fosfor 150 mg, kalsium 22,0 mg, natrium 2 mg, seng 2,8 mg, dan besi 1,3 mg.

Hasil dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase substitusi tepung terigu dengan tepung mocaf, maka kadar abu pada produk kue stik bawang cenderung

meningkat (Sitinjak *et al.*, 2025). Namun, menurut Dwiani *and* Yuniartini (2022) melaporkan bahwa kadar abu tepung terigu (1,60%) lebih tinggi dibandingkan kadar abu tepung mocaf (0,41%) pada produk brownies. Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar abu bersifat cukup fluktuatif tergantung pada jenis produk dan formulasi yang digunakan.

3.3 Kadar Protein

Pada analisa protein, sampel F3 memiliki kadar protein tertinggi dibandingkan sampel lainnya yaitu sebesar $9,99 \pm 0,01$ %, sedangkan sampel F1 memiliki kadar protein terendah dibandingkan sampel lainnya yaitu sebesar $7,63 \pm 0,45$ %. Pada sampel F3 menggunakan persentase tepung terigu 85% dan tepung mocaf 15%, formulasi tepung terigu lebih banyak dibandingkan formula lainnya, kecuali pada kontrol yang menggunakan tepung terigu 100%.

Hasil dari Tabel 2 menunjukkan semakin banyak kandungan tepung mocaf pada roti, maka produk roti semakin rendah kandungan proteinnya (F1) dengan perbandingan 75:25, namun hasil tersebut masih sesuai standar, dimana menurut BSN (2018), produk roti memiliki kandungan protein minimal 7%. Dalam pembuatan roti tawar, tepung terigu yang digunakan umumnya memiliki kandungan protein tinggi, yaitu sekitar 12–14%, serta kadar gluten basah sebesar 33–39% (Sutriyono *et al.*, 2016). Pada tepung mocaf kandungan protein hanya 1,2% (Rahman *et al.*, 2021). Pada Tabel 2 menunjukkan kadar protein kontrol yang menggunakan 100% tepung terigu lebih rendah dibanding dengan sampel F3, namun hal tersebut tidak berbeda nyata antar sampel.

Penelitian yang dilakukan Sitinjak *et al.* (2025) pada produk stik bawang juga menunjukkan bahwa semakin tinggi presentasi substitusi tepung terigu dengan tepung mocaf, maka kadar protein stik bawang akan semakin turun, dimana rendahnya kadar protein tersebut, karena kadar protein tepung mocaf lebih rendah dibandingkan dengan tepung terigu. Kandungan protein suatu produk dipengaruhi oleh kandungan bahan yang digunakan. Selain itu, proses perendaman dalam proses fermentasi pada tepung mocaf dapat menurunkan kadar protein (asam metionin), karena jenis protein tersebut dapat larut dalam air.

3.4 Kadar Lemak

Pada analisis kadar lemak roti tawar dilakukan analisa kandungan total lemak. Sampel kontrol memiliki kadar lemak tertinggi dibandingkan sampel lainnya yaitu sebesar $3,47 \pm 0,01$ %, sedangkan F1 memiliki kandungan lemak terendah dibandingkan sampel lainnya yaitu sebesar $0,16 \pm 0,01$ %. Pada sampel kontrol menggunakan bahan 100% tepung terigu, sedangkan F1, menggunakan bahan tepung terigu sebanyak 75% dan tepung mocaf sebanyak 25%.

Hasil dari Tabel 2 juga menunjukkan semakin banyak kandungan tepung mocaf pada roti, maka produk roti semakin rendah kandungan lemaknya (F1) dengan perbandingan 75 : 25. Penggunaan tepung terigu yang sedikit dibanding sampel lainnya membuat kandungan lemak yang

dimiliki rendah. Hal tersebut sesuai dengan [Kemenkes \(2020\)](#) dimana kandungan lemak pada tepung mocaf dalam 100 g sebesar 0,6 g, sedangkan tepung terigu dalam 100 g sebesar 1 g.

Hal tersebut juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan [Marta et al. \(2023\)](#) juga menunjukkan bahwa kandungan lemak pada tepung terigu lebih tinggi 1,36%, sedangkan tepung mocaf sebesar 1,05%. Selain itu, pada penelitian yang juga dilakukan [Ratnawati et al. \(2020\)](#) pada produk biskuit mocaf juga menunjukkan semakin tinggi kandungan tepung mocaf pada bahan, maka kadar lemak yang dihasilkan juga semakin rendah.

3.5 Kadar Karbohidrat

Pada analisis karbohidrat sampel F1 memiliki kadar karbohidrat tertinggi dibandingkan sampel lainnya yaitu sebesar $48,04 \pm 0,12\%$, sedangkan pada sampel kontrol memiliki kadar karbohidrat terendah dibandingkan sampel lainnya yaitu sebesar $42,49 \pm 0,61\%$. Sampel F1 merupakan sampel dengan penggunaan tepung terigu dan tepung mocaf dengan perbandingan 75:25. Tepung mocaf berkontribusi pada kandungan karbohidrat dalam tepung terigu. Hal tersebut sesuai dengan ([Kemenkes, 2020](#)) dimana kandungan karbohidrat pada tepung mocaf dalam 100 g sebesar 85 g, nilai tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan tepung terigu dalam 100 g sebesar 77,2 g.

Hasil dari [Tabel 2](#) juga menunjukkan semakin banyak kandungan tepung mocaf pada roti, maka produk roti semakin tinggi kadar karbohidratnya (F1) dengan perbandingan 75:25. Penggunaan tepung mocaf yang sedikit atau tidak sama sekali dibanding sampel lainnya membuat kandungan karbohidrat yang dimiliki rendah (kontrol). Hal tersebut juga sesuai pada penelitian yang juga dilakukan [Ratnawati et al. \(2020\)](#) pada produk biskuit mocaf juga menunjukkan semakin tinggi kandungan tepung mocaf pada bahan, maka kadar karbohidrat yang dihasilkan juga semakin tinggi.

3.6 Warna dan Tekstur

Warna dan tekstur memegang peranan penting dalam produk roti tawar sebagai faktor daya tarik, identitas produk, serta atribut sensoris. Warna khususnya berfungsi sebagai indikator mutu yang menarik perhatian konsumen dan merupakan salah satu elemen pertama yang menentukan kesan apakah produk tersebut disukai atau tidak. Warna dan tekstur pada roti tawar yang berbeda dimungkinkan dipengaruhi oleh perbedaan jumlah kandungan bahan. Pada [Tabel 3](#) dapat menunjukkan tingkat kecerahan (L) sampel, untuk kontrol 61,88, F1 61,53, F2 62,46, dan F3 61,28 pada skala 100. Nilai tersebut tidak berbeda nyata antar sampel. Pada umumnya roti tawar menghasilkan warna kuning kecoklatan dibagian *crust* dan *crumb* ([Arifin et al., 2023](#)). Hal tersebut terjadi karena proses pemanggangan, sehingga terbentuk reaksi *maillard*. Menurut [Winarno \(1997\)](#) kandungan protein dalam tepung dan gula yang terdapat dalam pati berkontribusi pada terjadinya

reaksi Maillard, yang menghasilkan warna coklat keemasan pada produk roti. Warna kecoklatan tersebut terbentuk melalui dua mekanisme utama, yaitu reaksi *maillard* dan proses karamelisasi.

Tabel 3. Hasil Analisis Tekstur, Warna, dan DPPH Produk Roti Tawar

Sampel	Kekerasan (N/cm ²)	L	a	B	DPPH (%)
Kontrol	6,67 ± 0,66 ^a	61,88 ± 0,62 ^a	0,42 ± 0,04 ^a	16,31 ± 0,01 ^a	17,76 ± 2,25 ^a
F1	10,33 ± 2,31 ^a	61,53 ± 0,45 ^a	0,69 ± 0,35 ^{ab}	17,14 ± 0,03 ^c	44,61 ± 1,39 ^c
F2	9,73 ± 1,46 ^a	62,46 ± 0,43 ^a	0,59 ± 0,06 ^{ab}	17,05 ± 0,01 ^c	32,47 ± 1,21 ^b
F3	8,54 ± 0,38 ^a	61,28 ± 0,12 ^a	0,11 ± 0,02 ^b	16,71 ± 0,10 ^b	32,23 ± 0,51 ^b

Keterangan: angka – angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%

Pada tekstur yaitu menunjukkan nilai kontrol 6,67 N/cm², F1 10,33 N/cm², F2 9,73 N/cm², dan F3 8,54 N/cm². Hasil dari [Tabel 3](#) juga menunjukkan semakin banyak kandungan tepung mocaf pada roti, maka produk roti semakin tinggi tingkat kekerasannya (F1) dengan perbandingan 75:25. Penggunaan tepung mocaf yang sedikit atau tidak sama sekali dibanding sampel lainnya membuat kekerasan yang dimiliki rendah (kontrol). Penggunaan jumlah terigu yang sedikit, menyebabkan tidak bisa menghasilkan jaringan gluten yang kokoh, dan menghasilkan produk roti dengan pengembangan yang rendah. Rendahnya pengembangan roti menunjukkan rendahnya kekerasan roti. kandungan gluten yang tinggi yang terdapat pada tepung terigu dapat menghasilkan tekstur yang lebih lembut. Pada tepung terigu terdapat kadar gluten basah 33-39% ([Sutriyono et al., 2016](#)) sedangkan tepung mocaf tidak mengandung gluten. Gluten yang berada dalam produk gandum berperan dalam memengaruhi tekstur dengan memberikan sifat elastisitas, sehingga menyebabkan tingkat kekerasan roti menjadi lebih rendah ([Mojiono et al., 2012](#)). Sampel F1 memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan lainnya, dibandingkan dengan kontrol. Namun, semua sampel tidak memiliki perbedaan yang nyata.

3.7 DPPH

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menghambat laju reaksi oksidasi yang dipicu oleh radikal bebas. Radikal bebas sendiri adalah molekul yang berpotensi menyebabkan berbagai penyakit degeneratif. Oleh karena itu, keberadaan senyawa antioksidan penting untuk mencegah efek merugikan dari radikal bebas tersebut. Hasil pengukuran kapasitas antioksidan metode DPPH yang disajikan pada [Tabel 3](#) menunjukkan nilai kontrol 17,76%, F1 44,61%, F2 32,47%, dan F3 32,23%, dimana terdapat perbedaan antara sampel dan kontrol mendapatkan nilai DPPH tertinggi.

Hasil dari [Tabel 3](#) juga menunjukkan semakin tinggi penggunaan tepung mocaf, maka kapasitas antioksidan yang dihasilkan juga semakin besar. Hasil tersebut juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan ([Rejeki et al., 2025](#)) pada produk jahe krispi, dimana sampel dengan kandungan tepung mocaf yang tinggi dan rendah tepung terigu menghasilkan kadar antioksidan yang tinggi. Adapun beberapa faktor yang dapat menyebabkan kualitas tepung mocaf, yaitu dari varietas, proses fermentasi, dan proses pengeringan ([Khasanah et al., 2024](#)).

Penelitian yang dilakukan [Irmawati et al. \(2018\)](#) menyatakan penggunaan tepung terigu sebanyak 100% dalam pembuatan produk roti tawar, nilai IC50 yang diperoleh sebesar 174 ppm, sedangkan dengan penambahan tepung mocaf 15%, nilai IC50 menurun menjadi 113,62 ppm. Menurut [Molyneux \(2004\)](#) nilai IC₅₀ kurang dari 50 ppm menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat, sedangkan nilai antara 50 hingga 100 ppm menunjukkan aktivitas yang kuat. Rentang nilai 100 hingga 150 ppm menggambarkan aktivitas antioksidan sedang, dan nilai antara 150 hingga 220 ppm menunjukkan aktivitas antioksidan yang lemah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, semakin tinggi proporsi tepung mocaf yang digunakan dalam produk roti, maka kadar air, kadar protein, dan kadar lemak cenderung menurun, sedangkan kadar karbohidrat dan aktivitas antioksidan mengalami peningkatan. Sampel F3, dengan formulasi tepung terigu dan tepung mocaf sebesar 85:15, menunjukkan hasil terbaik dibandingkan sampel lainnya, terutama dari kadar protein dan tingkat kekerasan roti yang tidak berbeda dengan kontrol.

Singkatan yang Digunakan

Mocaf *modified cassava flour*

Pernyataan Ketersediaan Data

Data akan tersedia berdasarkan permintaan.

Kontribusi Para Penulis

Muhammad Isa Dwijatmoko: kurasi data, persiapan, investigasi, sumber daya, dan penulisan draf awal. **Rince Alfia Fadri:** pengawasan, konseptualisasi, dan sumber daya. **Mutia Elida:** pengawasan, konseptualisasi, dan sumber daya. **Rahzarni:** pengawasan konseptualisasi, dan sumber daya.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Para penulis naskah ini menyatakan tidak ada konflik kepentingan atau kepentingan yang bersaing.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh DIPA Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh Tahun 2024. Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan yang telah diberikan.

Daftar Pustaka

Arifin, H. R., Lembong, E., & Irawan, A. N. (2023). Karakteristik Fisik Roti Tawar Berbasis Substitusi Terigu Dengan Tepung Komposit Sukun (*Artocarpus atilis* F.) dan Pisang (*Musa paradisiaca* L.) Sebagai Upaya Pemanfaatan Komoditas Lokal. *Jurnal Penelitian Pangan (Indonesian Journal of Food Research)*, 3(1). <https://doi.org/10.24198/jp2.2023.vol11.1.04>

- Asmira, S., Nurhamidah, & Analdi, A. (2020). Aktivitas Antioksidan dan Total Fenol pada Kopi Kawa Daun yang Berpotensi Sebagai Alternatif Pangan Fungsional. *SCIENTIA Jurnal Farmasi Dan Kesehatan*, 10. <https://doi.org/10.36434/scientia.v10i2.234>
- B POM. (2023). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan No 13 Tahun 2023 Tentang Kategori Pangan*. Badan Pengawas Obat dan Makanan. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/263247/peraturan-bpom-no-13-tahun-2023>
- BSN. (2018). *SNI 3751-2018 Tepung Terigu Sebagai Bahan Makanan*. Badan Standardisasi Nasional. <https://www.scribd.com/document/545421560/SNI-3751-2018-Tepung-Terigu-Password-Removed>
- Diniyah, N., Subagio, A., Sari, R. N. L., Vindy, P. G., & Rofiah, A. A. (2018). Effect of Fermentation Time and Cassava Varieties on Water Content and the Yield of Starch from Modified Cassava Flour (MOCAF). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology Journal Homepage*, (2), 71–75. Retrieved from <https://doi.org/10.24198/ijpst.v5i2.15094>
- Dwiani, A., & Yuniartini, N. L. P. S. (2022). Kajian sifat kimia brownies panggang dengan substitusi mocaf dan tepu. *Jurnal Agrotek UMMAT*, 9(1). <https://media.neliti.com/media/publications/442703-study-of-chemical-properties-of-baked-br-ff89d52d.pdf>
- Fransiska, D., Marniza, & Silsia, D. (2021). Karakteristik Fisik, Organoleptik dan Kadar Serat Roti Manis dengan Penambahan Tepung Rebung (*Dendrocalamus asper*). *Jurnal Agroindustri*, 11(2), 108–119. <https://doi.org/10.31186/j.agroind.11.2.108-119>
- Gusriani, I., Koto, H., & Dany, Y. (2021). Aplikasi Pemanfaatan Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) Pada Beberapa Produk Pangan di Madrasah Aliyah Mambaul Ulum Kabupaten Bengkulu Tengah. *Jurnal Inovasi Pengabdian Masyarakat Pendidikan*, 2(1), 57–73. <https://doi.org/10.33369/jurnalinovasi.v2i1.19142>
- Hamilton. (2024). *Dough and Bread Maker*. USA. Retrieved from <https://useandcares.hamiltonbeach.com/files/840289501.pdf>
- Hutchings, J. B. (1999). *Food Color and Appearance*. Springer New York, NY. https://books.google.co.id/books/about/Food_Color_and_Appearance.html?id=qomUwOXpUX4C&redir_esc=y
- Irmawati, Ansharullah, & Baco, A. R. (2018). Pengaruh Formulasi Roti Tawar Berbasis Mocaf dan Ubi Jalar Ungi (*Ipomoea batatas*. L) Terhadap Nilai Proksimat dan Aktivitas Antioksidan. *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, 3(2), 1163–1175. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33772/jstp.v3i2.4419> <https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/author/view/491487>
- Kartiwan, Hidayah, Z., & Badewi, B. (2008). Suplementasi Rumput Laut pada Roti Manis Berbasis Tepung Komposit. *Jurnal Pertania Terapan*, 15(2), 137–146. <http://dx.doi.org/10.35726/jp.v15i2.33>
- Kemenkes. (2020). *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Kementerian Kesehatan. <https://repository.kemkes.go.id/book/668>
- Khasanah, Y., Indrianingsih, A. W., Triwitono, P., & Murdiati, A. (2024, December 30). Production, biological activities and functional food of modified cassava flour (mocaf). *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, Vol. 7, pp. 213–229. Hasanuddin University Department of Food Science and Technology. <https://doi.org/10.20956/canrea.v7i2.1280>

- Korczyk-Szabó, J., & Lacko-Bartosova, M. (2015). Measuring and Evaluating Spelt Bread Texture. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 18, 45–46. <https://doi.org/10.15414/afz.2015.18.si.45-46>
- Makmur, S. A. (2018). Penambahan Tepung Sagu dan Tepung Terigu pada Pembuatan Roti Manis. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*. <https://doi.org/https://doi.org/10.32662/gatj.v1i1.161>
- Marta, H., Febiola, C., Cahyana, Y., Arifin, H. R., Fetriyuna, F., & Sondari, D. (2023). Application of Composite Flour from Indonesian Local Tubers in Gluten-Free Pancakes. *Foods*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/foods12091892>
- Mas'ud, & Wahyuningsih, S. (2022). *Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2022*. https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Buku_Statistik_Konsumsi_2022.pdf
- Mojiono, Jailani, F., Kusumawardani, S., Puspitasari, C., Maula, A., & Purwandari, U. (2012). Modifikasi Fisik (Annealing) Tepung Uwi Ungu Untuk Roti Tawar Tersubstitusi dan Indeks Glisemiknya. *Seminar Nasional: Kedaulatan Pangan Dan Energi*. Universitas Trunojoyo Madura. <https://www.scribd.com/doc/267635428/Modifikasi-Fisik-Annealing-Tepung-Uwi-Ungu-Untuk-Roti-Tawar-Tersubstitusi-Dan-Indeks-Glisemiknya>
- Molyneux, P. (2004). The Use of the Stable Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Journal Science Technology*. Retrieved from <https://www.thaiscience.info/journals/article/song/10462423.pdf>
- Rahman, M. H. R., Ariani, R. P., & Musdarini, L. (2021). Substitusi Penggunaan Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) Pada Butter Cookies Kelapa. *Jurnal Kuliner*, 1. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jk.v1i2.36763>
- Ratnawati, L., Desnilasari, D., Kumalasari, R., & Surahman, D. N. (2020). Characterization of modified cassava flour (Mocaf)-based biscuits substituted with soybean flour at varying concentrations and particle sizes. *Food Research*, 4(3), 645–651. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(3\).282](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(3).282)
- Rejeki, F. S., Wedowati, R., & Puspitasari, D. (2025). Formulating Ginger Extract, Modified Cassava Flour (Mocaf) and Wheat Flour in Crispy Ginger. *Crispy Ginger. Journal of Research and Technology*, 11(1), 53–67. <https://doi.org/10.55732/jrt.v11i1.1443>
- Robinson, I. E., & Tas, A. A. (2025). Effect of Cassava Flour and Ginger Powder Addition on Physicochemical and Antioxidant Properties of Bread. *Applied Sciences (Switzerland)*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/app15073762>
- Rosmiati, M., Maulani, R. R., & Dwiartama, A. (2018). Efisiensi Usaha dan Nilai Tambah Pengolahan Ubi Kayu Menjadi Modified Cassava Flour (Mocaf) pada Kelompok Wanita Tani Meda Asri, Desa Sukawangi Kecamatan Pamulihan Kabupaten Sumedang. *Jurnal Sositoteknologi*. <https://doi.org/10.5614/sostek.itbj.2018.17.1.2>
- Sirait, S. D., Listianti, E., & Ningsih, D. P. (2021). Karakterisasi dan Uji Keberterimaan Roti Tawar Mocaf (Modified Cassava Flour) Berflavor. *Jurnal Warta Akab*, 45(2), 105–111. <https://doi.org/10.55075/wa.v45i2.49>
- Sitinjak, S. E., Ulyarti, & Wulansari, D. (2025). Pengaruh Substitusi Tepung Terigu dan Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Organoleptik Kue Stik Bawang. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 8, 198–206. <https://doi.org/10.30595/pspfs.v8i.1495>
- Sutriyono, A., Kusnandar, F., & Muhandri, T. (2016). Karakteristik Adonan dan Roti Tawar dengan Penambahan Enzim dan Asam Askorbat pada Tepung Terigu. *Jurnal Mutu Pangan*, 3(2), 103–110. Retrieved from <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jmpi/article/view/26234>

- Syukri, D. (2021). *Bagan Alir Analisis Proksimat Bahan Pangan (Volumetri dan Gravimetri)*. Andalas University Press. <https://uapress.unand.ac.id/component/k2/item/174-buku-bagan-alir-analisis-proksimat-bahan-pangan-volumetri-dan-gravimetri>
- Tamaroh, S., & Purwani, T. (2024). Physical, Chemical, and Preference Levels of Macaroni, formulated with wheat flour, mocaf flour, and purple yam flour. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1338(1). Institute of Physics. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1338/1/012041>
- Tethool, E. F., & Dewi, A. M. P. (2017). Pengaruh Konsentrasi Xanthan Gum Terhadap Sifat Fisikomia Tepung Komposit dan Roti yang Dihasilkan dari Ubi Jalar dan Sagu. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 61. <https://doi.org/https://doi.org/10.36499/psnst.v1i1.1909>
https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/PROSIDING_SNST_FT/article/view/1909
- Winarno, F. G. (1997). *Kimia Pangan dan Gizi*. Indonesia: Gramedia Pustaka Utama. <https://dpk.kepriprov.go.id/opac/detail/1qkmb>
- Yasa, I. W. S., Zainuri, Zaini, M. A., & Hadi, T. (2016). Mutu Roti Berbahan Dasar Mocaf: “Formulasi dan Metode Pembuatan Adonan.” *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 2(2). Retrieved from <https://profood.unram.ac.id/index.php/profood/article/view/26>
- Zaki, M., Devi, M., & Hidayati, L. (2024). Penggunaan Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) dengan Persentase Berbeda Mempengaruhi Kualitas Bolu Kukus. *Journal of Food Technology and Agroindustry*, 6(1). <https://doi.org/10.24929/jfta.v6i1.3363>