Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

KARAKTERISASI SIFAT FISIKOKIMIA DAN SENSORI BERAS ANALOG MOCAF DAN MENIR DENGAN PENAMBAHAN SUSU SKIM DAN KONJAK GLUKOMANNAN

Characterization of the Physical, Chemical, and Sensory Properties of Mocaf and Menir Analog Rice with the Addition of Skim Milk and Konjac Glucomannan

Santi Dwi Astuti[1*], Laksmi Putri Ayuningtyas[2], Ervina Mela Dewi[3], Dian Novitasari[4]

[1234]Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

Alamat koresponden: santi.astuti@unsoed.ac.id

ABSTRAK

Latar belakang: Diversifikasi pangan berbasis sumber daya lokal diperlukan untuk mengurangi ketergantungan pada beras sekaligus meningkatkan nilai gizi dan fungsional produk pangan alternatif. **Tujuan**: Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan karakteristik fisikokimia dan sensoris empat formulasi beras analog, yaitu berbahan dasar tepung mocaf (BA1), tepung menir (BA2), serta kombinasi kedua bahan tersebut dengan penambahan susu skim dan konjak glukomanan (KGM) (BA3 dan BA4). **Metode**: Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) nonfaktorial dengan empat perlakuan berdasarkan jenis bahan dasar dan penambahan bahan fungsional. Beras analog diproduksi melalui proses ekstrusi, kemudian dianalisis meliputi komposisi proksimat, kadar pati, gula total, serat pangan, kecernaan pati dan protein, kandungan mineral natrium dan kalium, warna (L*, a*, b*), aktivitas air (Aw), serta uji sensori oleh 40 panelis tidak terlatih. **Hasil**: Hasil penelitian menunjukkan bahwa BA1 memiliki kadar air, serat pangan, dan kalium yang lebih tinggi serta nilai Aw dan natrium yang lebih rendah dibandingkan BA2. Sebaliknya, BA2 menunjukkan kadar protein, nilai energi, dan tingkat kecerahan (L*) yang lebih tinggi dibandingkan BA1. Penambahan susu skim dan KGM pada BA3 dan BA4 memberikan pengaruh nyata terhadap sebagian besar parameter, ditandai dengan peningkatan kadar air, abu, protein, gula total, dan serat larut, namun menurunkan kadar pati, serat tidak larut, kecernaan pati dan protein, serta nilai energi. Evaluasi sensoris menunjukkan bahwa BA1 unggul dalam atribut tekstur dan kepulenan dibandingkan BA2, sedangkan penambahan susu skim dan KGM, khususnya pada BA3, secara signifikan meningkatkan tingkat kesukaan keseluruhan, rasa, dan aroma. Dengan demikian, kombinasi mocaf, susu skim, dan konjak glukomanan berpotensi menghasilkan beras analog dengan karakteristik fungsional dan organoleptik yang lebih baik sebagai alternatif pangan berbasis bahan lokal.

Kata kunci: beras analog, mocaf, menir, konjak glukomannan, susu skim

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

ABSTRACT

***Background**: Food diversification based on local resources is essential to reduce dependence on rice while improving the nutritional and functional quality of alternative staple foods. **Purpose**: This study aimed to compare the physicochemical and sensory characteristics of four analog rice formulations: those based on modified cassava flour (mocaf) (BA1), rice grits flour (BA2), and both materials supplemented with skim milk and konjac glucomannan (KGM) (BA3 and BA4). **Method**: The experiment was conducted using a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) with four treatments differing in base material and functional ingredient addition. Analog rice was produced through an extrusion process, followed by analyses of proximate composition, starch content, total sugars, dietary fiber, starch and protein digestibility, mineral content (sodium and potassium), color parameters (L*, a*, b*), water activity (Aw), and sensory evaluation by 40 untrained panelists. **Result**: The results showed that BA1 exhibited higher moisture content, dietary fiber, and potassium levels, along with lower Aw and sodium content, compared to BA2. In contrast, BA2 demonstrated higher protein content, energy value, and lightness (L*) than BA1. The incorporation of skim milk and KGM in BA3 and BA4 significantly affected most measured parameters, increasing moisture, ash, protein, total sugar, and soluble fiber contents, while reducing starch content, insoluble fiber, starch and protein digestibility, and energy value. Sensory evaluation indicated that BA1 outperformed BA2 in terms of texture and stickiness, whereas the addition of skim milk and KGM—particularly in BA3—significantly enhanced overall acceptability, flavor, and aroma. These findings suggest that the combination of mocaf, skim milk, and konjac glucomannan produces analog rice with improved functional and organoleptic properties, highlighting its potential as a locally sourced alternative staple food.*
Keyword: analog rice, konjac glucomannan, menir, mocaf, skim milk

PENDAHULUAN

Beras merupakan pangan pokok utama bagi sebagian besar penduduk Indonesia dan memiliki kontribusi besar terhadap penyediaan energi nasional. Ketergantungan yang sangat tinggi terhadap satu komoditas tunggal menjadikan sistem pangan nasional rentan terhadap gangguan produksi, perubahan iklim, serta fluktuasi pasokan global (Noviasari et al., 2017). Dalam konteks ketahanan pangan berkelanjutan, diversifikasi pangan berbasis sumber karbohidrat lokal menjadi strategi penting untuk mengurangi ketergantungan terhadap beras padi serta mendukung pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya SDG-2 “Zero Hunger” dan SDG-3 “Good Health and Well-being” (Noviasari et al., 2015).

Salah satu bentuk diversifikasi pangan yang sedang dikembangkan adalah beras analog, yaitu produk pangan berbentuk butiran menyerupai beras padi, tetapi dibuat dari bahan baku

nonberas seperti jagung, singkong termodifikasi (*Modified Cassava Flour*/Mocaf), sorgum, sagu, umbi gembili, kedelai, maupun bahan tambahan fungsional seperti tepung daun kelor atau pengikat alami (Noviasari et al., 2017; Oktavianasari, et al., 2022). Produk ini dihasilkan melalui proses ekstrusi atau granulasi yang mampu membentuk butiran dengan karakteristik fisik dan perilaku memasak mendekati beras padi (Noviasari et al., 2015). Teknologi ekstrusi, khususnya *twin-screw extrusion*, banyak digunakan karena mampu menghasilkan butiran seragam dengan daya rehidrasi dan tekstur yang baik (Jariyah, Vestra, 2023).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa beras analog tidak hanya berfungsi sebagai pangan alternatif sumber karbohidrat, tetapi juga dapat menjadi pangan fungsional melalui rekayasa komposisi bahan. Formulasi dengan kombinasi bahan tinggi karbohidrat seperti jagung atau sagu dan bahan berprotein tinggi seperti kedelai mampu meningkatkan kadar serat pangan, pati resisten, dan fenolik total, yang berkontribusi terhadap penurunan indeks glikemik (Noviasari et al., 2015). Penelitian tersebut melaporkan bahwa penambahan 10% kedelai pada beras analog berbasis jagung putih menurunkan indeks glikemik dari 69 menjadi 50 (kategori tinggi menjadi sedang), menunjukkan bahwa formulasi beras analog dapat diarahkan sebagai pangan rendah glikemik yang mendukung kesehatan metabolik.

Salah satu bahan lokal potensial untuk produksi beras analog adalah tepung mocaf. Mocaf merupakan hasil fermentasi singkong menggunakan bakteri asam laktat yang memodifikasi sifat fisikokimia pati sehingga meningkatkan kelarutan, viskositas, dan kemampuan pembentukan gel (Putri, 2022). Mocaf memiliki kadar karbohidrat tinggi (85–90%), serat pangan 2–3%, dan kadar air rendah (<12%), serta memiliki warna putih cerah dan aroma netral yang disukai secara sensoris (Zaidiyah et al., 2024). Sifat fungsional mocaf yang unggul, seperti daya serap air dan daya kembang tinggi, menjadikannya bahan ideal dalam formulasi pangan bebas gluten dan produk analog berbasis pati (Afifah & Ratnawati, 2017; Umri et al., 2016; Violalita et al., 2020).

Selain mocaf, bahan lokal lain yang potensial adalah tepung menir, yaitu hasil penggilingan butiran beras pecah yang secara komposisi kimia masih setara dengan beras utuh, dengan kandungan karbohidrat 80–90%, protein 7–8%, dan serat pangan 1–2% (Suyanto et al., 2023). Tepung menir memiliki warna putih cerah, aroma netral, dan sifat gelatinisasi sedang (amilosa 17–20%), sehingga dapat menghasilkan tekstur nasi yang lembut namun tidak lengket. Kombinasi tepung mocaf dan tepung menir memungkinkan terciptanya keseimbangan antara nilai gizi,

tekstur, dan penerimaan sensori, di mana mocaf berkontribusi pada peningkatan serat dan daya kembang, sedangkan menir memberikan aroma nasi dan tekstur padat yang disukai konsumen. Meskipun demikian, tantangan utama dalam pengembangan beras analog mocaf–menir adalah pada aspek tekstur, elastisitas, dan kekompakan butiran, yang sering kali menurun akibat rendahnya kandungan protein dan pengikat alami. Oleh karena itu, diperlukan inovasi formulasi dengan penambahan bahan tambahan fungsional yang mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan sensori produk. Dua bahan yang berpotensi besar dalam hal ini adalah susu skim dan konjak glukomannan (KGM).

Susu skim merupakan produk olahan susu sapi yang mengandung protein tinggi (35–37%) dan rendah lemak (<1,5%), dengan kandungan utama kasein dan whey protein yang mampu membentuk jaringan matriks kuat melalui interaksi dengan pati (Baskaran et al., 2011). Dalam formulasi pangan berbasis pati, susu skim terbukti meningkatkan elastisitas, warna, dan cita rasa, serta menambah kandungan protein dan mineral (Astuti et al., 2023). Sementara itu, konjak glukomannan adalah polisakarida larut air berberat molekul tinggi yang tersusun atas unit D-glukosa dan D-mannosa dengan sedikit cabang galaktosa yang membentuk struktur galaktomannan (Zhang et al., 2020). Bahan ini memiliki kemampuan menahan air hingga 100–200 kali beratnya, membentuk gel viskoelastis, serta meningkatkan springiness dan cohesiveness produk pangan (Lubowa et al., 2025). Selain itu, KGM juga merupakan serat pangan fungsional yang memiliki efek fisiologis positif, seperti menurunkan kadar kolesterol, memperlambat absorpsi glukosa, meningkatkan rasa kenyang, serta berperan sebagai prebiotik alami (Xu et al., 2023).

Kombinasi susu skim dan KGM dalam formulasi beras analog diharapkan mampu meningkatkan kualitas fisikokimia, tekstural, sensori, dan fungsional produk. Protein susu berperan sebagai agen pengikat dan penguat struktur, sedangkan glukomannan meningkatkan kelembapan, kekompakan, dan daya rehidrasi butiran. Secara fungsional, keberadaan protein dan serat pangan larut juga berpotensi menurunkan indeks glikemik produk dan memperbaiki profil gizi. Dengan demikian, formulasi beras analog berbasis mocaf dan menir dengan penambahan susu skim dan konjak glukomannan merupakan pendekatan inovatif untuk menghasilkan pangan pokok alternatif yang sehat, bergizi, dan berkelanjutan, yang sejalan dengan agenda ketahanan pangan nasional dan pengembangan ekonomi berbasis sumber daya lokal.

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan karakteristik fisikokimia dan sensori antara beras analog berbahan dasar mocaf dan beras analog berbahan menir yang diformulasikan dengan penambahan susu skim dan konjak glukomanan. Secara keseluruhan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan beras analog fungsional yang tidak hanya bernilai gizi tinggi, tetapi juga memiliki tekstur dan cita rasa yang disukai konsumen, sehingga mendukung diversifikasi pangan lokal nonberas di Indonesia.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung mocaf (*Modified Cassava Flour*) yang dibuat tepung beras pecah (menir) sebagai sumber pati dan difermentasi menggunakan starter Bimo CF. Bahan-bahan pendukung yang digunakan meliputi air sebanyak 50%, gliserol monostearat (GMS) 2%, minyak nabati 2%, konjak glucomannan 5%, serta susu skim. Seluruh bahan yang digunakan merupakan bahan pangan *food grade* yang diperoleh dari pemasok lokal di Purwokerto. Peralatan utama yang digunakan antara lain mixer adonan merk Phillips, alat ekstruder tipe *hot extruder* Berto Industries kapasitas 100 kg, dan pengering kabinet tipe rak dengan kontrol suhu, Chromameter CR-400, serta peralatan gelas untuk analisis kimia.

Proses Pembuatan Beras Analog

Pembuatan beras analog dilakukan melalui beberapa tahapan. Bahan utama (tepung mocaf atau tepung beras pecah) dicampurkan terlebih dahulu dengan gliserol monostearat (GMS) dan air menggunakan mixer adonan selama 10 menit hingga tercampur homogen. Setelah itu, ditambahkan minyak nabati dan proses pencampuran dilanjutkan selama 5 menit. Campuran adonan yang telah homogen kemudian diekstrusi menggunakan alat ekstruder untuk membentuk butiran beras analog. Butiran hasil ekstrusi dikeringkan menggunakan pengering kabinet pada suhu 60 °C selama 30 menit hingga kadar air mencapai kisaran stabil untuk penyimpanan dan pengujian lebih lanjut. Perbandingan antara beras dan air digunakan sebesar 1:1 (b/v). Beras kemudian dimasukkan ke dalam penanak nasi berisi air mendidih dan dimasak selama ±10 menit

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

hingga matang sempurna. Nasi yang dihasilkan digunakan untuk pengujian sensori dan analisis sifat fisik tertentu.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan empat perlakuan berdasarkan jenis bahan dasar dan penambahan bahan fungsional (susu skim dan konjak glukomanan). Adapun perlakuan yang diterapkan adalah sebagai berikut:

BA1 = Beras analog berbahan dasar mocaf
BA2 = Beras analog berbahan dasar menir
BA3 = Beras analog mocaf dengan penambahan susu skim dan konjak glukomanan
BA4 = Beras analog menir dengan penambahan susu skim dan konjak glukomanan
Setiap perlakuan dilakukan dengan tiga kali ulangan untuk memperoleh data yang representatif.

Variabel yang Diamati

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi sifat fisikokimia dan sifat sensori dari beras analog. Sifat fisikokimia yang dianalisis meliputi analisis proksimat (kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat)(AOAC, 2005), kandungan pati, gula total, dan serat pangan (AOAC, 2005), daya cerna pati (Setiarto et al., 2020), daya cerna protein (Wijayanti et al., 2015), kandungan mineral natrium (Na) dan kalium (K) (Abdullah et al., 2023), aktivitas air (Aw) (Setiaboma et al., 2020), tingkat kecerahan (L*), dan warna (a* dan b*) (Boahemaa et al., 2024). Sifat sensori diuji menggunakan metode uji skoring dan hedonik (Munarko et al., 2025). Panelis terdiri atas 40 orang panelis semi terlatih. Uji skoring dilakukan untuk menilai atribut mutu meliputi integritas butir beras, kepulenan, kekerasan, kekenyalan, dan kelengketan nasi. Uji hedonik digunakan untuk menilai tingkat kesukaan terhadap aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan produk.

Analisis Data

Data hasil pengujian dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui perbedaan signifikan antar perlakuan beras analog mocaf dan beras analog menir dengan atau tanpa penambahan susu skim dan konjak glukomanan (KGM) dengan

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) menggunakan SPSS 30. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Fisikokimia Beras Analog

1. Kandungan Proksimat

Kadar air beras analog mocaf (BA1) tercatat lebih tinggi dibandingkan beras analog menir (BA2) (Tabel 1). Hal ini disebabkan oleh kemampuan bahan berbasis singkong termodifikasi untuk menahan air lebih baik akibat perubahan struktur granula pati selama fermentasi, yang meningkatkan daya kembang dan kapasitas pengikatan air (Setiaboma et al., 2020). Penambahan susu skim dan konjak glukomannan (KGM) pada BA3 dan BA4 meningkatkan kadar air secara nyata. KGM bersifat sangat higroskopis dan mampu membentuk jaringan gel tiga dimensi yang menahan air di dalam matriks produk, sedangkan protein susu skim berperan dalam retensi air melalui ikatan hidrogen dan pembentukan film protein–pati (Baskaran et al., 2011; Lu et al., 2024). Kadar abu pada BA1 lebih tinggi dibandingkan BA2. Mocaf sebagai bahan dasar yang berasal dari umbi singkong memiliki profil mineral lebih kaya (terutama kalium, kalsium, dan magnesium) dibandingkan beras putih yang telah mengalami proses penggilingan sehingga kehilangan sebagian besar mineralnya. Penambahan susu skim dan KGM pada BA3 dan BA4 juga meningkatkan kadar abu beras analog. Susu skim mengandung mineral penting seperti kalsium, fosfor, dan magnesium, sementara KGM dapat membawa jejak mineral dari proses produksi (Baskaran et al., 2011).

Kadar protein pada BA2 lebih tinggi dibandingkan BA1. Perbedaan ini disebabkan oleh sifat alami bahan dasarnya berupa beras yang lebih tinggi proteinnya dibanding mocaf (Astuti et al., 2023; Setiaboma et al., 2020; Umri et al., 2016). Fermentasi pada proses pembuatan mocaf juga dapat menurunkan fraksi protein terlarut akibat degradasi mikroba. Setelah penambahan susu skim dan KGM (BA3 dan BA4), kadar protein meningkat pada kedua jenis beras analog. Peningkatan ini berasal dari kontribusi protein kasein dan whey dari susu skim, serta retensi protein akibat

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

interaksi protein–pati yang terbentuk selama ekstrusi (Baskaran et al., 2011). Efek peningkatan ini lebih nyata pada BA3 karena kadar protein awal mocaf relatif rendah.

BA1 dan BA2 sama-sama tergolong rendah lemak; sedikit perbedaan yang muncul kemungkinan karena perbedaan kompleks amilosa–lipid dan retensi lipid selama ekstrusi. Pada BA3 dan BA4, angka lemak dapat sedikit meningkat, meskipun susu skim rendah lemak. Kenaikan ini lebih karena retensi lemak terikat dalam matriks yang menjadi lebih rapat akibat adanya protein dan KGM, sehingga pada analisis proksimat terbaca sedikit lebih tinggi.

BA2 (menir) cenderung memiliki nilai energi lebih tinggi dibanding BA1 karena kadar protein lebih tinggi dan kadar air lebih rendah, sehingga densitas energinya lebih besar. BA1 yang mengandung lebih banyak air dan serat akan menunjukkan energi per 100 g lebih rendah(Fitriani et al., 2021). Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar karbohidrat *by difference* tidak berbeda nyata antar keempat perlakuan (BA1–BA4). Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun terjadivariasi pada komponen penyusun lain seperti kadar air, protein, dan serat, perubahan tersebut saling mengimbangi sehingga persentase karbohidrat total secara keseluruhan tetap relatif konstan.

2. Kandungan Gula Total dan Pati

BA1 memiliki gula total lebih tinggi daripada BA2 karena proses fermentasi pada pembuatan (Tabel 1) mocaf dapat meningkatkan gula pereduksi dan membuat gula lebih mudah terakses saat analisis (Zaidiyah et al., 2024). Pada BA3 dan BA4, gula total meningkat lagi karena adanya laktosa dari susu skim dan kemungkinan terbentuknya gula reduksi dalam proses termal. Peningkatan ini umumnya lebih nyata pada sistem berbasis mocaf (BA3) karena adanya gula pereduksi sejak awal. Ketika susu skim dan KGM ditambahkan (BA3), nilai pati terukur menurun karena pati terdilusi oleh penambahan bahan non-pati (protein susu, serat KGM) dan karena terbentuknya kompleks pati–protein atau pati–lipid.

3. Kandungan Serat

Berdasarkan Tabel 1, BA1 mengandung serat pangan total lebih tinggi dibanding BA2 karena mocaf membawa serat dan pati resisten lebih banyak daripada tepung beras putih yang sudah tersosoh (Setiarto et al., 2020). Pada BA3 dan BA4, serat pangan total justru turun secara

persentase karena terjadi efek dilusi oleh penambahan susu skim (yang bukan serat) dan sebagian KGM terdepolimerisasi selama ekstrusi (Sumardiono et al., 2021).

Serat tidak larut BA1 lebih tinggi daripada BA2 karena sumber umbi dan fermentasi dapat meninggalkan fraksi dinding sel dan pati resisten yang dikategorikan ke serat tak larut. Pada BA3 dan BA4, serat tidak larut bisa menurun karena penambahan bahan terlarut (susu) menyebabkan persentase serat tak larut mengecil terhadap bobot kering. Selain itu, proses termal dapat memecah sebagian struktur sehingga perhitungan IDF menurun. BA1 lebih tinggi serat larut dibanding BA2 karena mocaf dan hasil fermentasinya meninggalkan fraksi larut dan pati resisten yang dapat terukur sebagai serat larut. Pada BA3 dan BA4, penambahan KGM menaikkan serat larut karena KGM merupakan serat larut viskositas tinggi.

4. Nilai Kecernaan Protein dan Pati

Menariknya, meskipun BA1 lebih rendah protein, kecernaan protein BA1 lebih tinggi dari BA2 secara signifikan (Tabel 1). Fermentasi pada mocaf menurunkan antinutrien dan membuka matriks pati–protein sehingga enzim protease lebih mudah bekerja, sementara protein beras (glutelin/prolamin) kadang lebih sukar dihidrolisis (Heldyana & Kurniawati, 2020). Pada BA3, kecernaan protein bisa menurun sedikit karena terjadinya reaksi Maillard ringan antara laktosa dan protein serta adanya penghalang difusi enzim oleh gel KGM. BA1 memiliki kecernaan pati lebih tinggi daripada BA2 karena pati singkong bercabang tinggi (amilopektin dominan) dan mudah tergelatinisasi sehingga menjadi lebih mudah dihidrolisis (Violalita et al., 2024). BA2 yang lebih tinggi amilosa cenderung mengalami retrogradasi dan menurunkan laju cerna. Pada BA3 dan BA4, kecernaan pati cenderung turun. Hal ini karena KGM membentuk penghalang viskos yang menghambat akses amilase, dan kompleks pati–protein dari susu dapat membuat sebagian pati kurang tersedia bagi enzim (Zhang et al., 2020).

5. Kandungan Mineral (Na dan K)

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 1, perlakuan BA1 menunjukkan kandungan natrium yang lebih rendah dibandingkan BA2. Perbedaan ini berkaitan dengan karakteristik bahan baku, di mana singkong dan produk turunannya secara alami memiliki kadar natrium yang rendah serta rasio kalium terhadap natrium (K/Na) yang relatif tinggi (Suharti et al., 2019). Penambahan

susu skim dan konjak glukomanan (KGM) pada perlakuan BA3 dan BA4 menyebabkan peningkatan kandungan natrium dalam jumlah terbatas pada kedua formulasi, yang diduga berasal dari kontribusi mineral bahan tambahan maupun air proses yang digunakan. Kandungan kalium pada BA1 tercatat lebih tinggi dibandingkan BA2, sejalan dengan fakta bahwa singkong merupakan sumber mineral kalium yang baik, sementara proses penggilingan beras diketahui dapat menyebabkan hilangnya sebagian mineral (Lin & Li, 2023). Penambahan susu skim dan KGM pada perlakuan BA3 dan BA4 memberikan kontribusi tambahan mineral, meskipun secara umum keunggulan kandungan kalium pada formulasi berbasis mocaf tetap dipertahankan.

6. Aktivitas Air (Aw)

Meskipun BA1 punya kadar air lebih tinggi, nilai Aw yang dimiliki lebih rendah dari BA2 karena sebagian air terikat kuat oleh serat dan pati termodifikasi (Tabel 1), sehingga tidak tersedia bagi mikroba (Utomo et al., 2023). Setelah penambahan susu dan KGM, arah perubahan Aw berbeda antara BA3 dan BA4. Perlakuan BA3, kadar air naik dan sebagian air menjadi lebih bebas karena terdapat pelarut lain yakni laktosa, sehingga meningkatkan Aw (Bintoro et al., 2024).

7. Karakteristik Warna

Hasil analisis pada Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai kecerahan (L) tertinggi terdapat pada BA1, BA2, dan BA4 yang tidak berbeda nyata, sedangkan BA3 memiliki nilai L terendah secara signifikan, mengindikasikan warna lebih gelap. Nilai a (kemerahan) tertinggi terdapat pada BA3 dan terendah pada BA2, sedangkan nilai b (kekuningan) juga tertinggi pada BA3 dan terendah pada BA4, menunjukkan bahwa BA3 secara visual cenderung lebih gelap, merah, dan kuning. Perubahan ini kemungkinan besar disebabkan oleh reaksi Maillard ringan antara gula pereduksi dari mocaf dan laktosa susu selama proses ekstrusi dan pengeringan, serta kontribusi pigmen non-sereal dari bahan mocaf dan interaksi protein–karbohidrat dalam sistem kaya serat dan protein (Astuti et al., 2023; Handayani et al., 2025; Yuwono & Ad, 2015). Data parameter fisikokimia beras analog seluruh perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

Karakterisasi Sensori Beras Analog

1. Kekenyalan

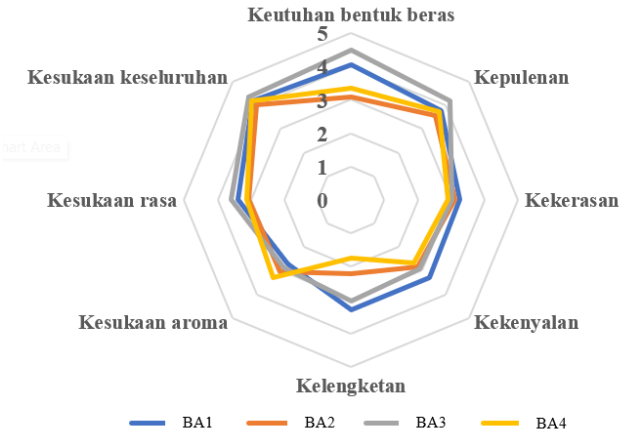
Kekenyalan merupakan salah satu atribut sensori yang mencerminkan elastisitas nasi setelah dimasak. Berdasarkan hasil uji sensori, BA1 menunjukkan nilai kekenyalan yang lebih rendah dibandingkan BA2. Mocaf memiliki kandungan amilopektin yang lebih tinggi (>80%) dibandingkan menir yang kaya amilosa (17–22%). Fraksi amilopektin berperan dalam pembentukan gel lunak dan elastis dengan viskositas tinggi namun tidak liat, sedangkan amilosa cenderung membentuk struktur kristalin padat selama pendinginan melalui proses retrogradasi (Mathobo et al., 2020). Penambahan susu skim dan konjak glukomannan (KGM) pada BA3 dan BA4 menurunkan tingkat kekenyalan secara nyata. KGM berperan sebagai hidrokolloid yang membentuk jaringan gel tiga dimensi yang menahan air, menghasilkan struktur lebih empuk dan kurang elastis (Rafiq et al., 2016).

Tabel 1. Karakterisasi fisikokimia beras analog seluruh perlakuan

Karakteristik kimia dan fisik	BA1	BA2	BA3	BA4
Air (%bb)	5.07±0,11b	3.82±0.08a	8.09 ±0.01d	6.09±0.08c
Abu (%bk)	1.23 ± 0.03c	0.47±0.04a	1.54±0.07d	0.71±0.02b
Protein (%bk)	1.75 ± 0.02a	5.88±0.09c	2.01±0.03b	6.18±0.02d
Lemak (%bk)	7.44 ± 0.06a	7.87±0.03b	8.34±0.03c	7.7±0.07b
Karbodhirat (%bk)	93.52 ± 0.92a	86.31±1.10a	94.92±1.16a	88.04±3.16a
Energi (kal)	410.39 ± 0.32b	420.75±0.36c	400.33±0.03a	409.16±0.76b
Gula total (%bk)	2.12 ± 0.01b	1.10±0.01a	2.84±0.01d	2.33±0.01c
Pati (%bk)	72.86±0.05d	65.41±0.02a	70.36±0.04c	68.18±0.12b
Serat total (%bk)	10.49±0.01d	8.18±0.07c	7.31±0.03b	5.89±0.01a
Serat larut (%bk)	0.91±0.03c	0.68±0.01b	0.64±0.01b	0.4±0.01a
Serat tidak larut (%bk)	9.58±0.02d	7.51±0.07c	6.66±0.05b	5.48±0.01a
Kecernaan protein (%bk)	37.94±0.22d	6.86±0.17a	33.9±0.27c	9.39±0.03b
Kecernaan pati (%bk)	59.37±0.13d	49.78±0.12b	57.12±0.07c	46.24±0.14a
Na (mg/100g bk)	17.15±1.43ab	26.41±1.22b	12.36±2.47a	21.65±2.39b
K (mg/100g bk)	256.83±1.57d	144.72±0.59b	234.5±1.39c	123.77±3.09a
Aktivitas air (Aw)	0.21±0.01a	0.64±0.01d	0.37±0.02b	0.53±0.01c
Nilai "L"	91.06±0.34b	91.04±0.27b	84.43±0.32a	90.28±0.07b
Nilai "a"	3.61±0.04c	2.21±0.04a	5.36±0.03d	2.71±0.03b
Nilai "b"	15.18±0.11c	14.47±0.13b	18.01±0.04d	13.62±0.1a

Data ditampilkan dalam bentuk nilai rata-rata ± standar deviasi. Perbedaan huruf superskrip pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan berdasarkan uji DMRT pada taraf signifikansi 5% ($p < 0,05$).

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University



Gambar 1. Karakterisasi sensori beras analog seluruh perlakuan

2. Kekerasan

Kekerasan nasi merupakan parameter yang berkaitan dengan gaya yang diperlukan untuk menekan butiran nasi. Hasil uji menunjukkan bahwa BA2 memiliki kekerasan lebih tinggi dibandingkan BA1. Hal ini disebabkan kandungan amilosa yang tinggi pada beras menyebabkan pembentukan struktur kristalin yang lebih rapat dan kuat setelah proses pendinginan (Okabe, 2002). Sementara itu, pati mocaf yang lebih banyak mengandung amilopektin mengalami gelatinisasi sempurna selama proses ekstrusi, menghasilkan nasi yang lebih lunak dan lembut. Proses fermentasi dalam pembuatan mocaf juga mengubah struktur granula pati melalui aktivitas asam laktat dan asetat, sehingga kekerasan nasi analog mocaf menurun (Heldyana & Kurniawati, 2020; Zaidiyah et al., 2024). Setelah ditambahkan susu skim dan KGM (BA3 dan BA4), kekerasan nasi analog menurun signifikan. KGM berfungsi meningkatkan kandungan air terikat dalam matriks pati sehingga nasi menjadi lebih empuk (Lubowa et al., 2025). Selain itu, protein susu membentuk lapisan tipis pada permukaan granula pati, menurunkan retensi ikatan hidrogen antargranula dan mencegah pengerasan selama pendinginan (Astuti et al., 2023).

3. Kepulenan

Kepulenan merupakan hasil dari keseimbangan antara kelembutan dan kelengketan nasi. Perlakuan BA1 memperlihatkan tingkat kepulenan lebih tinggi dibandingkan BA2. Kandungan

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

amilopektin tinggi pada mocaf memungkinkan pembentukan gel dengan retensi air yang baik, menghasilkan nasi yang lembap dan empuk (Yuwono & Ad, 2015). Selain itu, kandungan pati resisten dan serat larut pada mocaf berkontribusi terhadap kemampuan menyerap air lebih baik, menghasilkan nasi yang lebih pulen (Noviasari et al., 2017). Penambahan susu skim dan KGM (BA3 dan BA4) secara signifikan meningkatkan nilai kepulenan nasi analog.

4. Keutuhan Bentuk Beras

Keutuhan butiran beras analog menunjukkan kemampuan butiran untuk mempertahankan bentuknya setelah proses pemasakan. BA1 menunjukkan keutuhan lebih tinggi dibandingkan BA2. Sifat pati mocaf yang mudah tergelatinisasi dan menghasilkan gel kompak menyebabkan kohesi antarpartikel meningkat selama ekstrusi dan pengerinngan (Diniyah et al., 2019). Sebaliknya, beras analog menir yang tinggi amilosa memiliki struktur kristalin lebih keras dan rapuh, sehingga lebih mudah retak setelah dimasak (Fitriani et al., 2021). Penambahan susu skim dan KGM (BA3 dan BA4) meningkatkan keutuhan butiran secara signifikan.

5. Kesukaan Secara Keseluruhan

Beras analog mocaf (BA1) memperoleh nilai kesukaan keseluruhan lebih tinggi dibandingkan BA2, karena kombinasi tekstur lembut, aroma alami, dan rasa netral-gurih yang disukai panelis. Penambahan susu skim dan KGM (BA3 dan BA4) semakin meningkatkan skor kesukaan keseluruhan. Kombinasi aroma lembut dari susu skim, tekstur pulen dari KGM, serta penampilan butiran utuh menghasilkan produk yang lebih disukai. BA3, yaitu beras analog mocaf dengan susu skim dan KGM, menunjukkan skor tertinggi karena efek sinergis antara karakter dasar mocaf dan peran bahan tambahan fungsional dalam memperbaiki sensori produk (Astuti et al., 2023).

6. Kesukaan Rasa

Perbedaan rasa antarperlakuan berkaitan erat dengan komposisi bahan dasar dan hasil fermentasi. BA1 memiliki rasa lebih disukai dibandingkan BA2 karena proses fermentasi mocaf menghasilkan senyawa volatil seperti asam laktat dan asetat yang memberikan nuansa gurih ringan

Indonesian Journal of Food Technology
ISSN 2962-6641
Department of Food Technology
Jenderal Soedirman University

(Heldyana & Kurniawati, 2020). Setelah penambahan susu skim dan KGM, rasa nasi analog semakin disukai.

7. Kesukaan Aroma

Aroma merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi persepsi kesukaan panelis terhadap nasi analog. BA1 memiliki aroma lebih disukai dibandingkan BA2 karena fermentasi mocaf menghasilkan komponen volatil seperti aldehid dan etanol dalam kadar rendah yang memberi aroma lembut alami (Heldyana & Kurniawati, 2020). Sementara itu, tepung menir cenderung beraroma netral atau agak langu tanpa kompleksitas aroma. Penambahan susu skim dan KGM memperkaya aroma nasi analog (BA3 dan BA4).

8. Kelengketan

Kelengketan nasi dipengaruhi oleh jumlah amilosa bebas yang terlepas selama pemasakan. BA2 menunjukkan kelengketan lebih tinggi dibanding BA1, karena amilosa yang tinggi pada menir mudah keluar dari granula selama gelatinisasi dan membentuk lapisan perekat antarbutiran (Oktavianasari et al., 2022). Sebaliknya, BA1 dengan dominasi amilopektin menghasilkan gel stabil yang mengurangi adhesi antarbutir. Penambahan susu skim dan KGM (BA3 dan BA4) menurunkan kelengketan nasi analog. KGM mengikat air dan membentuk struktur gel yang mengurangi gaya adhesi antarbutiran, sedangkan protein susu membentuk lapisan film di permukaan granula yang mencegah pelepasan amilosa bebas (Herranz et al., 2012). Nilai skor beras analog secara sensori dapat dilihat pada Gambar 1.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa jenis bahan dasar dan penambahan susu skim serta konjak glukomannan memengaruhi karakteristik fisikokimia dan sensoris beras analog. BA1 (mocaf) memiliki serat lebih tinggi dan tekstur lebih pulen dibanding BA2 (menir), sedangkan BA2 unggul dalam kadar protein dan energi. Penambahan susu skim dan KGM secara umum meningkatkan nilai sensori dan beberapa parameter gizi, meskipun menurunkan kecernaan. Kombinasi mocaf dengan bahan fungsional (BA3) menghasilkan beras analog dengan

keseimbangan mutu fisikokimia dan sensori terbaik untuk pengembangan pangan lokal yang sehat dan diterima konsumen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada LPPM Universitas Jenderal Soedirman atas dana BLU yang diberikan melalui Program Riset Terapan 2025.

DAFTAR PUSTAKA

Afifah, N., & Ratnawati, L. (2017). Quality assessment of dry noodles made from blend of mocaf flour, rice flour and corn flour. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *101*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/101/1/012021

Association of Official Analytical Chemistry International. (2005). Offcial Methods of Analysis of AOAC International. *AOAC*.

Astuti, S. D., Ayuningtyas, L. P., & Haryani, I. F. (2023). Optimization of Formula and Physicochemical Characterization of Noodles Based on Modified Cassava Flour with Addition of Soybean Flour and Skim Milk. *Indonesian Journal of Food Technology*, *2*(2), 202. https://doi.org/10.20884/1.ijft.2023.2.2.11061

Baskaran, D., Muthupandian, K., Gnanalakshmi, K. S., Pugazenthi, T. R., & Jothylingam, S. (2011). *Physical properties of noodles enriched with whey protein concentrate (WPC) and skim milk powder (SMP)*. *2*(June), 127–130.

Bintoro, V. P., Dwiloka, N. B., Ekaputri, H. ., & Kamil, R. . (2024). The effect of gelatin and konjac glucomannan concentrations on moisture marshmallows. *Food Re*, *8*(4), 409–419.

Boahemaa, L. V., Dzandu, B., Amissah, J. G. N., Akonor, P. T., & Saalia, F. K. (2024). Physico-chemical and functional characterization of flour and starch of taro (Colocasia esculenta) for food applications. *Food and Humanity*, *2*(November 2023), 100245. https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100245

Diniyah, N., Gita, P., Ganesha, V., & Subagio, A. (2019). Pengaruh perlakuan ph dan suhu terhadap sifat fisikokimia mocaf (m odified cassava flour) effect of ph and temperature treatment on physicochemical properties of mocaf (modified cassava flour). *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, *16*(3), 147–158.

Fitriani, V., Setiaboma, W., & Permana, L. (2021). Karakterisasi sifat fisikokimia serpihan sereal beras menir dengan penambahan tepung pisang the characterization of physicochemical properties of lembaga ilmu pengetahuan indonesia-pusat penelitian teknologi tepat guna (lipi-. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, *15*(2), 179–190.

https://doi.org/10.26578/jrti.v15i2.6603

Handayani, N. A., Sumardiono, S., & Purbasari, A. (2025). *Physicochemical Properties of Sago- and Corn Flour-Based Rice Analogues Fortified with Black-Eyed Bean Flour and Skimmed Milk Powder*. *62*(4), 501–511.

Heldyana, R., & Kurniawati, S. (2020). *The Use of Three Species of Lactic Acid Bacteria in the Mocaf (Modified Cassava Flour) Production Penggunaan Tiga Spesies Bakteri Asam Laktat dalam Pembuatan Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour)*. *9*(3), 163–172.

Jariyah, Vestra, A. (2023). *Karakteristik Beras Analog dari Tepung Komposit (Mocaf : Sagu : Kedelai : Daun Kelor) dengan Penambahan Karagenan Characteristics of Rice Analog from Composite Flour (Mocaf : Sago : Soybean : Moringa Leaf) with Addition of Carrageenan Laju pertumbuhan*. *16*(2), 94–103.

Lin, J., & Li, C. (2023). Influence of instant rice characteristics and processing conditions on starch digestibility — A review. *Concise Reviews & Hypotheses in Food Science*, *88*(May), 3143–3154. https://doi.org/10.1111/1750-3841.16627

Lu, C., Yang, Y., Zhao, X., Liu, Z., Liao, X., Zhang, Y., Wu, D., & Li, J. (2024). Effect of adding konjac glucomannan on the physicochemical properties of indica rice flour and the quality of its product of instant dry rice noodles. *Foods*, *13*(23).

Lubowa, M., Shin Yong, Y., & Muhamad Shaban, M. (2025). Hydrocolloids in rice noodle production: enhancing texture, cooking quality, and sustainability in gluten-free formulations: a review. *Journal of Food Innovation, Nutrition, and Environmental Sciences*, *1*(1), 30–46. https://doi.org/10.70851/qdw8d910

Mathobo, V. M., Silungwe, H., Ramashia, S. E., & Anyasi, T. A. (2020). Effects of heat-moisture treatment on the thermal, functional properties and composition of cereal, legume and tuber starches—a review. *Journal of Food Science and Technology*. https://doi.org/10.1007/s13197-020-04520-4

Munarko, H., Kurnianto, M. A., Arwani, A., & Sari, R. M. (2025). *Physicochemical properties , sensory profile , and emotional perception of unpolished organic rice*. *75*(2), 144–158. https://doi.org/10.31883/pjfns/203936

Noviasari, S., Kusnandar, F., Setiyono, A., & Budijanto, S. (2015). *Beras analog sebagai pangan fungsional*. *10*(November), 225–232.

Noviasari, S., Kusnandar, F., Setiyono, A., & Budijanto, S. (2017). Karakteristik fisik, kimia, dan sensori beras analog berbasis bahan pangan non beras. *Jurnal Pangan*, *26*(1), 1–12.

Oktavianasari, R. R., Damat, D., & Manshur, H. A. (2022). *Kajian karakteristik fisikokimia dan*

organoleptik beras. *5*(2), 125–136.

Putri, N. A. (2022). *Pasting properties of mocaf (modified cassava flour) using rapid visco analyzer with variations of ph solution*. *July*. https://doi.org/10.33512/fsj.v4i1.14441

Rafiq, S. I., Rafiq, S. M., & Saxena, D. C. (2016). Effect of hydrocolloids on the quality evaluation of flour based noodles from horse chestnut. *MATEC Web of Conferences*, *57*, 1–5. https://doi.org/10.1051/matecconf/20165704005

Setiaboma, W., Kristanti, D., & Afifah, N. (2020). Pendugaan umur simpan kukis mocaf dengan metode akselerasi berdasarkan kadar air kritis. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, *14*(2), 167. https://doi.org/10.26578/jrti.v14i2.5939

Setiarto, R. H. B., Kusumaningrum, H. D., Jenie, B. S. L., Khusniati, T., Widhyastuti, N., & Ramadhani, I. (2020). Microstructure and physicochemical characteristics of modified taro starch after annealing, autoclaving-cooling and heat moisture treatment. *Food Research*, *4*(4), 1226–1233. https://doi.org/10.26656/FR.2017.4(4).079

Suharti, S., Sulastri, Y., & Alamsyah, A. (2019). Pengaruh lama perendaman dalam larutan nacl dan lama pengeringan terhadap mutu tepung talas belitung (xanthosoma sagittifolium). *Pro Food*, *5*(1), 402–413. https://doi.org/10.29303/profood.v5i1.96

Sumardiono, S., Budiyono, B., Kusumayanti, H., Silvia, N., Luthfiani, V. F., & Cahyono, H. (2021). Production and physicochemical characterization of analog rice obtained from sago flour, mung bean flour, and corn flour using hot extrusion technology. *Foods*, *10*(12). https://doi.org/10.3390/foods10123023

Suyanto, A., Hersoelistyorini, W., Arinachaque, F., Imam, W., Khamdi, A., Studi, P., Pangan, T., Semarang, U. M., & Agribisnis, P. S. (2023). *Analisis komponen utama dalam pemetaan*. *12*(1).

Teknologi, D., Perairan, H., & Agatis, J. (2023). *Komposisi kimia , mineral , dan vitamin crackers prebiotik asadatun abdullah *, nurjanah , anggrei viona seulalae , anita nurul firdaos chemical composition , mineral , and vitamin of prebiotic crackers with addition of seaweed salt berbahan dasar tepung yang melalui proses*. *26*.

Umri, A. W., Nurrahman, & H, W. (2016). Sifat Organoleptik Mie Basah Dengan Substitusi Program Studi Teknologi Pangan. *Media Neliti*, 38–47.

Utomo, A. R., Yulita, M. M., & Setijawaty, E. (2023). Jurnal teknologi pangan dan gizi (effects of different concentrations of cornstarch on the physicochemical characteristics of rice. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Gizi*, *22*(2), 143–152.

Violalita, F., Evawati, Syahrul, S., Yanti, H. F., & Fahmy, K. (2020). Characteristics of gluten-

free wet noodles substituted with soy Flour. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *515*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/515/1/012047

Violalita, F., Yanti, H. F., Roza, I., Fahmy, K., Saputra, A., Pertanian, P., Payakumbuh, N., Kota, L. P., Engineering, B., & Author, C. (2024). *The effect of the ratio of mocaf and soybean flour with addition of glucomannan on physical, chemical and sensory properties of gluten-free wet noodles*. *7*(4), 589–603.

Wijayanti, S. D., Widyaningsih, T. D., & Utami, D. (2015). *oranye tersuplementasi kecambah kacang tunggak in vitro digestibility evaluation of flake cereal from orange sweet potato (ipomea batatas) supplemented by cowpea sprout*. *16*(1), 31–40.

Xu, C., Yu, C., Yang, S., Deng, L., Zhang, C., Xiang, J., & Shang, L. (2023). *effects of physical properties of konjac glucomannan on*.

Yuwono, S. S., & Ad, A. (2015). *Formulasi beras analog berbasis tepung mocaf dan maizena dengan penambahan cmc dan tepung ampas tahu formulation of analogue rice based mocaf and maizena flour with addition cmc and tofu waste flour*. *3*(4), 1465–1472.

Zaidiyah, Z., Abubakar, A., Indarti, E., & Anwar, S. H. (2024). Analysis of spontaneous and biological fermented cassava flour for sourdough application. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1290*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1290/1/012051

Zhang, L., Zeng, L., Wang, X., He, J., & Wang, Q. (2020). The influence of konjac glucomannan on the functional and structural properties of wheat starch. *Food Science and Nutrition*, *8*(6), 2959–2967. https://doi.org/10.1002/fsn3.1598