

Karakteristik Kimia dan Fisik Beras Analog Berbahan Baku Tepung Sukun (*Artocarpus Altilis*) dengan Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa Oleifera*)

*Chemical and Physical Characteristics of Analog Rice Made from Breadfruit Flour (*Artocarpus altilis*) with the Addition of Moringa Leaf Flour (*Moringa oleifera*)*

Wienny Sri Rezeki¹, Mardiana¹, Atia Fizriani¹

¹Prodi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Garut, Indonesia

*Korespondensi penulis: wiennysrirezeki@gmail.com

ABSTRAK

Beras analog dengan penambahan tepung sukun dan tepung daun kelor merupakan produk beras tiruan yang memiliki nilai karbohidrat yang hampir setara dengan beras pada umumnya serta memiliki kandungan kalsium yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung kelor terhadap karakteristik kimia dan fisik beras analog sukun serta menentukan konsentrasi terbaik penambahan tepung kelor pada beras analog sukun berdasarkan karakteristik kimia dan fisik. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial dengan 3 taraf perlakuan yaitu P1 (95 gr tepung sukun : 1 gr tepung kelor), P2 (94 gr tepung sukun : 2 gr tepung kelor), P3 (93 gr tepung sukun : 3 gr tepung kelor). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa penambahan tepung kelor pada beras analog sukun memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kadar air, abu, pati, kalsium, daya serap air dan waktu rehidrasi, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen. Taraf terbaik beras analog berdasarkan karakteristik kimia dan fisik yaitu perlakuan P1 (95 gr tepung sukun : 1 gr tepung kelor) dengan nilai kadar air 8,43 %db, abu 1,62 %db, pati 86,11 %db, kalsium 271,94 mg/100g, rendemen 43,89 %wb, daya serap air 134,65 %wb dan waktu rehidrasi 3.00 menit.

Kata kunci: Beras Analog; Tepung Sukun; Tepung Kelor

ABSTRACT

Analog rice with the addition of breadfruit flour and moringa leaf flour is an artificial rice product that has a carbohydrate value that is almost equivalent to rice in general and has a high calcium content. This study aims to determine the effect of the addition of moringa flour on the chemical and physical characteristics of breadfruit analog rice and determine the best concentration of moringa flour addition to breadfruit analog rice based on chemical and physical characteristics. This study uses a non-factorial Randomized Block Design (RBD) method with 3 levels of treatment, namely P1 (95 grams of breadfruit flour: 1 gr of moringa flour), P2 (94 grams of breadfruit flour: 2 grams of moringa flour), P3 (93 grams of breadfruit flour: 3 grams of moringa flour). Based on the results of the study, it was obtained that the addition of moringa flour to breadfruit analog rice has a significant effect on the value of water content, ash, starch, calcium, water absorption and

rehydration time, but has no real effect on the yield. The best level of analog rice based on chemical and physical characteristics is P1 treatment (95 grams of breadfruit flour: 1 gr of moringa flour) with a moisture content value of 8.43 %db, ash 1.62 %db, starch 86.11 %db, calcium 271.94 mg/100g, yield 43.89 %wb, water absorption 134.65 %wb and rehydration time 3.00 minutes.

Keywords: *Analog Rice; Breadfruit Flour; Moringa Flour*

PENDAHULUAN

Beras analog adalah pangan alternatif yang memiliki bentuk dan kandungan gizi yang hampir sama dengan beras padi. Beras analog diharapkan dapat mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap beras padi (Dinarki et al., 2014). Faktor terpenting dalam pemilihan bahan baku pembuatan beras analog yaitu dilihat dari karakteristik kimia yang hampir setara dengan beras padi seperti kandungan amilosa dan amilopektin yang akan menentukan mutu warna dan tekstur nasi (Sari et al., 2020). Tingginya kandungan amilosa menghasilkan tekstur nasi menjadi pera sedangkan tingginya amilopektin menghasilkan tekstur nasi menjadi pulen (Kamsiati et al., 2018). Pemanfaatan buah sukun diharapkan dapat menghasilkan beras analog yang berpotensi sebagai pangan fungsional (Noviasari et al., 2023). Pengembangan produk pangan analog berbasis bahan baku lokal juga telah banyak dilakukan sebagai upaya diversifikasi pangan dan peningkatan nilai gizi serta berkontribusi sebagai pangan alternatif fungsional (Sadiah et al., 2025).

Buah sukun (*Artocarpus altilis*) merupakan pangan lokal yang dapat ditemui di hampir setiap daerah dan memiliki sifat mudah rusak, umumnya sekitar 7 hari setelah pemetikan, karena kadar airnya yang cukup tinggi yaitu 60–80% (Aras, 2023). Buah sukun diketahui memiliki berbagai manfaat kesehatan seperti antioksidan, antikanker, antimikroba, antiinflamasi, antidiabetik, serta imunomodulator yang berasal dari kandungan senyawa bioaktif berupa flavonoid, triterpen, stilben, dan sterol (Baba, 2016; Sikarwar, 2014). Selain itu, buah sukun berpotensi digunakan sebagai bahan baku beras analog karena memiliki kandungan karbohidrat kompleks jenis pati yang tersusun atas amilosa sebesar 22,52% dan amilopektin 77,48%, yang relatif mendekati komposisi pati beras padi dengan kandungan amilosa 23,52% dan amilopektin 76,48% (Aprilia, 2021; Ellya, 2021).

Daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman yang dikenal memiliki khasiat kesehatan dan kandungan antioksidan tinggi, terutama karena keberadaan senyawa fenolik yang berperan dalam menangkal radikal bebas. Penelitian Sadiah et al. (2022) melaporkan bahwa ekstrak daun kelor mengandung senyawa fenolik yang signifikan dan berpotensi dikembangkan sebagai bahan pangan fungsional. Selain itu, daun kelor juga memiliki kandungan kalsium yang tinggi, dan dalam ukuran partikel nanometer kalsium tersebut dilaporkan lebih mudah diserap oleh tubuh (Marhaeni, 2021). Kandungan kalsium dalam tepung daun kelor mencapai 1077 mg/100 g, jauh lebih tinggi dibandingkan kandungan kalsium pada susu sapi yang hanya sebesar 143 mg/100 g (Rotulung et al., 2023). Menurut Kusnandar et al. (2020), fortifikasi kalsium pada beras analog diharapkan mampu mengatasi masalah defisiensi kalsium serta kekurangan mikronutrien, khususnya pada kelompok usia remaja.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung daun kelor terhadap karakteristik kimia dan fisik beras analog berbahan baku tepung sukun, serta menentukan konsentrasi penambahan tepung daun kelor terbaik berdasarkan karakteristik kimia dan fisik beras analog yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan beras analog meliputi pisau, sendok, baskom kecil, loyang, timbangan digital, termometer, sarung tangan plastik, kain saring, kompor gas (Rinnai), panci kukusan, noodle maker (Ardin), dan food dehydrator (Wirastar).

Alat yang digunakan untuk analisis fisik dan kimia meliputi neraca analitik (Ohaus), cawan porselen, bunsen, oven (Memmert), tanur (Neycraft), desikator, labu ukur (Iwaki), labu erlenmeyer (dengan dan tanpa tutup asah), gelas ukur (Iwaki), gelas kimia (Iwaki), pipet ukur, pipet volume (Iwaki), pipet tetes, buret, statif dan klem, corong kaca, batang pengaduk, rubber bulb, penangas air, hotplate, pendingin alir balik, kertas saring, serta kertas indikator pH universal.

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan beras analog yaitu tepung sukun (Lingkar Organik), tepung daun kelor (Margo Rajendra), konjak, karagenan, air demineral (Amidis), dan garam (Cap Kapal).

Bahan kimia yang digunakan untuk analisis meliputi aquadest, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ p.a, CuSO_4 p.a, H_2SO_4 p.a, HCl p.a, NaOH p.a, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ p.a, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ p.a, KI p.a, KMnO_4 p.a, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ p.a, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ p.a, $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ p.a, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ p.a, asam sitrat p.a, indikator pati p.a, indikator fenolftalein (PP) p.a, serta parafin cair p.a.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor, yaitu variasi formulasi tepung sukun dan tepung daun kelor. Perlakuan terdiri atas tiga taraf dengan tiga kali ulangan, sehingga diperoleh sembilan satuan percobaan.

Formulasi perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

P1 = 95 g tepung sukun : 1 g tepung daun kelor

P2 = 94 g tepung sukun : 2 g tepung daun kelor

P3 = 93 g tepung sukun : 3 g tepung daun kelor

Prosedur Penelitian

Pembuatan Beras Analog

Proses pembuatan beras analog diawali dengan penimbangan tepung sukun dan tepung daun kelor sesuai dengan formulasi perlakuan. Kedua bahan tersebut dicampurkan hingga homogen, kemudian ditambahkan air, garam, karagenan, dan konjak. Campuran diaduk hingga membentuk adonan yang kalis.

Adonan selanjutnya dicetak menggunakan noodle maker hingga membentuk lembaran dengan ketebalan ± 2 mm. Lembaran adonan kemudian dicetak kembali hingga menyerupai mie dan dipotong-potong kecil sehingga menyerupai bentuk beras. Beras analog yang terbentuk selanjutnya dikukus pada suhu $\pm 90^{\circ}\text{C}$ selama 10 menit. Setelah proses pengukusan, beras analog dikeringkan menggunakan food dehydrator pada suhu 60°C selama 3 jam.

Analisis Data

Data hasil analisis disajikan secara deskriptif kuantitatif. Selanjutnya data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%. Apabila hasil analisis menunjukkan perbedaan yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan analisis standarisasi kimia bahan baku tepung sukun dan tepung kelor yang akan digunakan pada pembuatan beras analog. Analisis yang dilakukan pada tepung sukun dan tepung kelor yaitu kadar air, kadar abu, kadar pati pada tepung sukun, dan kadar kalsium pada tepung kelor. Hasil rata-rata analisis tepung sukun dan tepung kelor ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Standarisasi Bahan Baku Beras Analog

Parameter	Tepung Sukun	Tepung Kelor
Kadar Air (%db)	10,94	8,56
Kadar Abu (%db)	2,44	8,20
Kadar Pati (%db)	91,90	-
Kadar Kalsium (mg/100g)	61,62	1948,24

Hasil rata-rata analisis pada tabel 1, menunjukkan bahwa tepung sukun mengandung kadar air sebesar 10,94% dan kadar air tepung kelor sebesar 8,56%. Nilai kadar air tinggi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, kelembaban, tempat penyimpanan, lama penyimpanan (Solihin *et al.*, 2015). Mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 3751:2009 tentang syarat mutu tepung terigu nilai maksimal kadar air tepung sebesar 14,5%. Hasil analisis kadar air tepung sukun dan tepung kelor sudah memenuhi ketentuan dari SNI.

Kadar abu tepung sukun pada penelitian ini yaitu sebesar 2,44%, sedangkan kadar abu tepung kelor yaitu 8,20%. Menurut Nurhidayah *et al.*, (2019) nilai kadar abu tinggi disebabkan karena sampel masih memiliki kandungan mineral, dan pada saat proses pengolahan menggunakan metode pengeringan yang berbeda. Berdasarkan (SNI) 3751:2009 tentang syarat mutu tepung terigu nilai maksimal kadar abu tepung sebesar 0,70%. Hasil analisis kadar abu tepung sukun dan tepung kelor pada penelitian ini belum memenuhi syarat dari SNI.

Kadar pati yang terkandung dalam tepung sukun yaitu sebesar 82,84 % wb atau 91,90 %db %. Penelitian yang dilakukan Ifmaily (2018) nilai kadar pati pada buah sukun yaitu sebesar

71,67%. Perbedaan nilai kadar pati disebabkan oleh beberapa faktor seperti lingkungan (cahaya, tanah, iklim), umur panen, perbedaan spesies. Menurut Aliyah *et al.*, (2021) menyebutkan bahwa pati memiliki dua komponen yaitu amilosa dan amilopektin yang dapat mempengaruhi derajat gelatinisasi, daya serap air, dan sifat kelarutan, dimana semakin tinggi kandungan amilosa yang terdapat dalam pati,

Kadar kalsium yang dihasilkan tepung sukun pada penelitian ini yaitu sebesar 61,62 mg/100g, sedangkan kadar kalsium tepung kelor yaitu sebesar 1948,24 mg/100g. Variasi nilai kadar kalsium dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kondisi lingkungan seperti iklim, wilayah geografis tempat tanaman dibudidayakan, jenis tanah, air, pupuk yang digunakan (Sultana, 2020).

Tabel 2. Hasil Analisis Kimia dan Fisik Beras Analog

Perlakuan	Kadar Air %db	Kadar Abu %db	Kadar Pati %db	Kadar Kalsium mg/100g	Rendemen %	Daya Serap Air %	Waktu Rehidrasi (menit)
P1 (95gr:1gr)	8,43 ± 0,02 ^c	1,62 ± 0,02 ^a	86,11 ± 0,10 ^c	271,94 ± 0,55 ^a	43,89 ± 0,27 ^a	134,65 ± 0,93 ^c	3,00 ± 0,00 ^a
P2 (94gr:2gr)	7,37 ± 0,03 ^b	2,13 ± 0,02 ^b	84,17 ± 0,15 ^b	279,27 ± 0,28 ^b	43,58 ± 0,09 ^a	131,34 ± 0,91 ^b	3,21 ± 0,01 ^b
P3 (93gr:3gr)	6,36 ± 0,01 ^a	2,63 ± 0,02 ^c	82,82 ± 0,12 ^a	286,56 ± 0,19 ^c	43,41 ± 0,50 ^a	125,73 ± 0,91 ^a	3,42 ± 0,02 ^c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama, pada kolom yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Kadar Air

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa penambahan tepung kelor pada setiap perlakuan memberikan pengaruh nyata ($\alpha < 0,05$) terhadap kadar air beras analog. Berdasarkan nilai rata-rata bahwa nilai kadar air tertinggi yaitu dihasilkan oleh P2 7,43%, sedangkan P3 6,36% memiliki nilai kadar air terendah. Hal ini menunjukkan semakin banyak penambahan tepung kelor maka semakin rendah kadar air beras analog yang dihasilkan. Menurut Faturochman *et al.*, (2022), daun kelor yang telah dikeringkan memiliki kadar air yang rendah, sehingga semakin banyak bahan kering yang ditambahkan maka semakin banyak air terikat pada bahan kering maka kadar air pada P3 menjadi rendah. Faktor yang mempengaruhi tingginya nilai kadar air dapat dipengaruhi oleh nilai kandungan pati yang tinggi pada beras analog sehingga air yang terserap semakin banyak dan nilai kadar air menjadi meningkat (Rakhmawati *et al.*, 2014). Kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini sudah memenuhi standar SNI 6128:2020 tentang syarat mutu beras yaitu maksimal sebesar 14%.

Kadar Abu

Dari hasil analisis sidik ragam (ANOVA) diketahui bahwa penambahan tepung kelor pada setiap perlakuan memberikan pengaruh nyata ($\alpha < 0,05$) terhadap kadar abu beras analog. Nilai kadar abu tertinggi yaitu pada perlakuan P3 2,63%, sedangkan nilai kadar abu terendah yaitu pada perlakuan P1 yaitu 2,63%. Semakin tinggi penambahan tepung kelor maka semakin tinggi nilai kadar abu pada beras analog. Tepung kelor memiliki kandungan mineral yang tinggi sehingga nilai

kadar abu menjadi meningkat. Kadar abu rendah dalam suatu produk, disebabkan karena hilangnya kandungan mineral yang terdegradasi selama proses pengeringan (Herman *et al.*, 2011). Faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai kadar abu pada beras analog yaitu kadar air, dimana jumlah kadar air yang rendah menyebabkan abu dan total padatan semakin meningkat saat proses pembakaran (Novikasari *et al.*, 2023). Penelitian yang dilakukan Faturochman *et al.*, (2022) nilai kadar abu pada perlakuan P0 (100% tepung sorgum : 0% tepung kelor) yaitu 2,21% dan perlakuan P1 (97,5% tepung sorgum : 2,5% tepung kelor) yaitu 2,34%. Hasil kadar abu beras analog pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan literatur.

Kadar Pati

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) kadar pati menunjukkan bahwa penambahan tepung kelor pada setiap perlakuan memberikan pengaruh nyata ($\alpha < 0,05$) terhadap kadar pati beras analog. Nilai kadar pati tertinggi terdapat pada perlakuan P1 sebesar 86,11%, sedangkan nilai terendah yaitu pada P3 sebesar 82,82%. Semakin tinggi konsentrasi penambahan tepung sukun maka nilai kadar pati menjadi meningkat. Tingginya nilai kadar pati disebabkan karena tepung sukun mengandung pati sebesar 91,90%, sehingga dapat meningkatkan nilai kadar pati pada beras analog. Pati yang terkandung dalam tepung sukun memiliki dua komponen yaitu amilosa dan amilopektin yang dapat membantu meningkatkan nilai kadar pati beras analog (Rasyita *et al.*, 2024). Berdasarkan pernyataan Lesale *et al.*, (2022) rendahnya nilai kadar pati pada beras analog juga dapat disebabkan karena proses pengeringan, dimana proses pengeringan dalam suhu tinggi mengakibatkan sebagian molekul pati menjadi terdegradasi.

Kadar Kalsium

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) kadar kalsium, bahwa penambahan tepung kelor pada setiap perlakuan memberikan pengaruh nyata ($\alpha < 0,05$) terhadap kadar kalsium beras analog. Hasil rata-rata nilai kadar kalsium tertinggi yaitu pada perlakuan P3 sebesar 286,56 mg/100g, sedangkan nilai terendah yaitu pada perlakuan P1 sebesar 271,94 mg/100g. Semakin tinggi penambahan tepung kelor maka nilai kadar kalsium beras analog menjadi meningkat. Berdasarkan penelitian Irwan (2020) daun kelor memiliki kandungan mineral yang tinggi terutama kalsium. Dari hasil analisis standarisasi bahan baku, dimana tepung kelor memiliki kandungan kalsium sebesar 1948,24 mg/100 g. Menurut Rotulung *et al.*, (2023) kandungan kalsium dalam daun kelor memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kalsium yang terkandung dalam susu. Meskipun penambahan tepung kelor dalam jumlah yang sedikit atau sebanyak 1 gr, nilai kadar kalsium dalam beras analog tetap tinggi, sehingga adanya penambahan tepung kelor memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan kadar kalsium beras analog (Majid *et al.*, 2017).

Rendemen

Dari hasil analisis sidik ragam (ANOVA) rendemen, bahwa penambahan tepung kelor pada setiap perlakuan tidak berpengaruh nyata ($\alpha > 0,05$) terhadap rendemen beras analog. Nilai rata-

rata uji rendemen berkisar 43,41-43,89%. Hasil rata-rata menunjukkan semakin tinggi penambahan tepung kelor yang digunakan maka nilai rendemen semakin rendah, artinya persentase produk akhir dari bahan baku utama mengalami penurunan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Dewantara (2020) kemampuan rehidrasi senyawa kimia seperti kandungan karbohidrat pati dalam tepung sukun dan protein didalam tepung kelor yang memiliki gugus hidroksil mampu mengikat molekul air melalui ikatan hidrogen, selain itu kadar air dalam suatu bahan juga dapat mempengaruhi nilai rendemen. Faktor lain yang menyebabkan nilai rendemen rendah dikarenakan pada saat pembuatan beras analog dilakukan secara manual menggunakan alat pencetak mie, maka bahan yang digunakan ada yang terbuang. Hal ini sesuai dengan pendapat Sihombing (2016) penggunaan alat secara manual dalam pembuatan beras analog mengakibatkan sebagian bahan terbuang.

Daya Serap Air

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) daya serap air, bahwa penambahan tepung kelor pada setiap perlakuan berpengaruh nyata ($\alpha < 0,05$) terhadap daya serap air beras analog. Nilai rata-rata uji daya serap air dengan nilai tertinggi yaitu pada perlakuan P1 134,65%, sedangkan nilai terendah didapat pada perlakuan P3 yaitu 125,73%. Berdasarkan hasil rata-rata yang diperoleh bahwa semakin tinggi penambahan tepung kelor pada beras analog maka uji daya serap air semakin rendah. Hal ini disebabkan karena tepung kelor mengandung protein yang menghalangi proses masuknya air kedalam granula pati, hal ini terjadi karena adanya interaksi, dimana kandungan air membuat pati menjadi tergelatinisasi dan juga diikat oleh protein, sehingga nilai daya serap air yang dihasilkan menjadi rendah (Utami, 2021).

Menurut Luna *et al.*, (2015) faktor yang mempengaruhi daya serap air yaitu kandungan amilosa dan amilopektin didalam pati. Berdasarkan analisis standarisasi kadar pati pada tepung sukun yaitu (91,90%), sehingga tingginya kandungan pati didalam tepung sukun memberikan nilai daya serap air beras analog menjadi lebih meningkat. Kandungan amilosa dan amilopektin memiliki peran penting terhadap nilai daya serap air Berdasarkan pernyataan Pratama *et al.*, (2014) struktur amilosa yang lurus dan rapat menyebabkan terjadinya proses penyerapan air dengan mudah dan melepaskannya kembali dengan cepat

Waktu Rehidrasi

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) waktu rehidrasi, bahwa penambahan tepung kelor pada setiap perlakuan berpengaruh nyata ($\alpha < 0,05$) terhadap waktu rehidrasi beras analog. Waktu rehidrasi tercepat yaitu pada P1 selama 3 menit, sedangkan pada selama 3 menit 42 detik. Semakin sedikit penambahan tepung kelor pada beras analog, maka waktu rehidrasi menjadi lebih singkat. Penelitian Faturachman *et al.*, (2022) menyatakan bahwa pati mengandung amilosa dan amilopektin, dimana ikatan amilosa dan amilopektin terputus akibat perlakuan panas, sehingga amilosa keluar dari granula pati, kemudian air dalam jumlah yang banyak akan menyerap kedalam granula pati, sehingga dapat mempercepat waktu rehidrasi pada beras analog.

Tinggi rendahnya nilai daya serap air beras analog juga dapat mempengaruhi lama waktu rehidrasi, dimana semakin tinggi nilai daya serap air pada beras analog maka waktu yang dibutuhkan semakin cepat, sedangkan jika semakin rendah nilai daya serap air beras analog maka waktu yang dibutuhkan semakin lama (Haristian *et al.*, 2024).

KESIMPULAN

Penambahan tepung daun kelor pada beras analog berbahan baku tepung sukun memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik kimia, yaitu kadar air, kadar abu, kadar pati, dan kadar kalsium, serta karakteristik fisik meliputi daya serap air dan waktu rehidrasi, namun tidak memberikan pengaruh nyata terhadap rendemen. Penentuan formulasi terbaik dilakukan menggunakan metode ranking, di mana perlakuan dengan nilai yang paling mendekati standar mutu (SNI) atau memiliki nilai terbaik pada setiap parameter memperoleh peringkat tertinggi. Berdasarkan hasil penilaian tersebut, perlakuan P1 (95 g tepung sukun : 1 g tepung daun kelor) terpilih sebagai taraf perlakuan terbaik berdasarkan karakteristik kimia dan fisik. Perlakuan P1 menghasilkan kadar air sebesar 8,43%, kadar abu 1,62%, kadar pati 79,41%, kadar kalsium 271,94 mg/100 g, rendemen 43,89%, daya serap air 134,65%, dan waktu rehidrasi 3,00 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyah, A., Rahman, L., Pratiwi, D., & Nurjumiah. (2021). Analisis fisiko-kimia pati buah sukun (*Artocarpus altilis*) muda dan mengkal asal Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan sebagai kandidat bahan tambahan sediaan tablet. *Media Pharmaceutica Indonesiana*, 3(3), 171–177.
- Aprilia, D. T., Pangesthi, L. T., Handajani, S., & Indrawati, V. (2021). Pengaruh substitusi tepung sukun (*Artocarpus altilis*) terhadap sifat organoleptik bolu kukus. *Jurnal Teknologi Berkelanjutan*, 10(2), 314–323.
- Aras, N. R. M. (2023). Pelatihan pengolahan sukun menjadi tepung sukun dan cookies sebagai alternatif pengganti tepung terigu. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(4), 1150–1160.
- Baba, S., Kezuka, H. T. C. M., Inoue, T., & Chan, E. W. C. (2016). *Artocarpus altilis* and *Pandanus tectorius*: Two important fruits of Oceania with medicinal values. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28(8), 531–539.
- Dewantara, A. (2020). *Pengaruh penambahan tepung daun kelor (Moringa oleifera) pada stik susu ditinjau dari kadar serat, rendemen, tekstur, dan kerenyahan* [Skripsi, Universitas Brawijaya].
- Dinarki, A., Waluyo, S., & Warji. (2014). Uji karakteristik fisik beras analog berbahan dasar tepung talas dan tepung onggok. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(2), 155–162.
- Ellya, H., & Wahdah, R. (2021). Pengelompokan galur M varietas padi lokal pasang surut Kalimantan Selatan berdasarkan kandungan amilosa dan amilopektin. *Agric*, 33(2), 157–164.

- Faturochman, H. Y., Ismaya, P. L., Harningsih, R., Alfatah, R. F., & Nuralina, I. (2022). Karakteristik beras analog instan dari tepung sorgum (*Sorghum bicolor* L.) prigelatinisasi dengan penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Gipas*, 6(2), 102–117.
- Haristian, M. I. (2024). *Karakteristik beras analog berbasis tepung talas Belitung (Xanthosoma sagittifolium) dan tepung kacang merah dengan perekat carboxymethyl cellulose* [Skripsi, Institut Pertanian Stiper].
- Herman, Rusli, R., Llimu, E., Hamid, R., & Haeruddin. (2011). Analisis kadar mineral dalam abu buah nipa (*Nypa fruticans*) Kaliwanggu Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara. *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 1(2), 107–113.
- Ifmaily. (2018). Penetapan kadar pati buah sukun (*Artocarpus altilis* L.) dengan metode Luff Schoorl. *Chempublish Journal*, 3(1), 1–10.
- Irwan, Z. (2020). Kandungan zat gizi daun kelor (*Moringa oleifera*) berdasarkan metode pengeringan. *Jurnal Kesehatan Manarang*, 6(1), 69–77.
- Kamsiati, E., Dharmawati, E., & Haryadi, E. (2018). Karakteristik fisik dan kimia beras indigenous dari lahan pasang surut di Kalimantan Tengah. *Jurnal Pangan*, 27(2), 107–116.
- Kusnandar, F., Budi, F. S., Yustikawati, Regiyana, Y., & Budijanto, S. (2020). Pengembangan butiran premiks untuk fortifikasi zat besi dalam beras. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(4), 592–598.
- Lasale, N. R., Liputo, S. A., & Limonu, M. (2022). Karakteristik fisik dan kimia pati resisten pisang goroho (*Musa acuminata* sp.) pada berbagai suhu pengeringan. *Jambura Journal of Food Technology*, 4(1), 64–77.
- Luna, P. H., Herawati, S., Widowati, & Prianto, A. B. (2015). Pengaruh kandungan amilosa terhadap karakteristik fisik dan organoleptik nasi instan. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 12(1), 1–10.
- Majid, F. R., Hidayat, N., & Waluyo. (2017). Variasi penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) pada pembuatan flakes ditinjau dari sifat fisik, sifat organoleptik, dan kadar kalsium. *Jurnal Nutrisia*, 19(1), 31–37.
- Marhaeni, L. S. (2021). Daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai sumber pangan fungsional dan antioksidan. *Jurnal Agrisia*, 13(2), 40–53.
- Nurhidayah, B., Soekendarsi, E., & Erviani, A. E. (2019). Kandungan kolagen sisik ikan bandeng (*Chanos chanos*) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 4(1), 39–47.
- Noviasari, S., Kusnandar, F., & Budijanto, S. (2013). Pemanfaatan beras analog dengan bahan dasar jagung putih. *Jurnal Teknologi Industri Pangan*, 24(2), 194–200.
- Novikasari, N. A. M., Muflihati, I., Hasbullah, U. H. A., & Ujjanti, R. M. D. (2023). Uji kandungan gizi dan perbandingan sifat sensoris beras analog dari tepung cassava dengan penambahan tepung kacang hijau. *Agrointek*, 17(2), 306–316.

- Pratama, I. A., & Nisa, F. C. (2014). Formulasi mi kering dengan substitusi tepung kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(4), 101–112.
- Rakhmawati, N., Amanto, B. S., & Praseptiangga, D. (2014). Formulasi dan evaluasi sifat sensoris serta fisikokimia flakes komposit berbahan dasar tepung tapioka, tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.), dan tepung konjac (*Amorphophallus oncophyllus*). *Jurnal Teknologi Hasil Pangan*, 3(1), 63–73.
- Rasyita, W., Karimuna, L., & Faradilla, R. H. F. (2024). Karakteristik fisikokimia tepung sukun (*Artocarpus altilis* L.) asal Buton dan aplikasinya terhadap cake. *Jurnal Riset Pangan*, 2(2), 192–201.
- Rotulung, J. C., Djarkasi, G. S. S., & Taroreh, M. L. (2023). Pengaruh penambahan sari daun kelor terhadap kadar kalsium dan sifat sensoris susu kenari. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 14(2), 111–117.
- Sadiyah, I., Khairunnisa, A., & Rahmina, F. (2025). Komposisi gizi dan tingkat penerimaan patty analog berbasis angka muda dan ampas tahu sebagai alternatif produk daging. *EDUFORTECH*, 10(2), 170–181.
- Sadiyah, I., Indiarso, R., & Cahyana, Y. (2022). Karakteristik dan senyawa fenolik mikrokapsul ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan kombinasi maltodekstrin dan whey protein isolat. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 32(3), 273–282.
- Sari, A. R., Martono, Y., & Rondonuwu, F. S. (2020). Identifikasi kualitas beras putih (*Oryza sativa* L.) berdasarkan kandungan amilosa dan amilopektin. *Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 12(1), 24–30.
- Sihombing, K. I. (2016). Kajian proses pembuatan beras analog dari tepung komposit dan tepung tulang sapi dengan penambahan carboxymethyl cellulose serta uji hedonik. *Jurnal Gizi, Kesehatan Reproduksi dan Epidemiologi*, 1(2), 1–9.
- Sikarwar, M. S., Hui, K., Subramaniam, B. D., Valaisamy, L. K., Yean, L., & Balaji. (2014). A review on *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg (breadfruit). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 4(8), 91–97.
- Solihin, Muhtarudin, & Sutrisna, R. (2015). Pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar air, kualitas fisik, dan sebaran jamur wafer limbah sayuran dan umbi-umbian. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 3(2), 48–54.
- Standar Nasional Indonesia. (2009). *Tepung terigu (SNI 3751:2009)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2020). *Beras (SNI 6128:2020)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Sultana, S. (2020). Nutritional and functional properties of *Moringa oleifera*. *Metabolism Open*, 8, 100061.
- Utami, R. E. (2020). *Karakteristik sensori dan fisikokimia beras analog berbasis mocaf dan tepung jagung dengan penambahan CMC* [Skripsi, Universitas Semarang].