

Sifat fisikokimia beras analog berbasis pati talas beneng dan pati jagung dengan substitusi agar dari rumput laut (*Gracilaria* sp.)

*Physicochemical properties of analog rice based on beneng taro starch and corn starch with agar substitution from seaweed (*Gracilaria* sp.)*

Khodijah¹, Rifki Prayoga Aditia¹*, Sakinah Haryati¹

¹ Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

*Email korespondensi: rifki.prayoga@untirta.ac.id

Informasi artikel:

Dikirim: 18/05/2025; disetujui: 14/06/2025; diterbitkan: 30/09/2025

ABSTRACT

*Analog rice is an artificial rice product that resembles the shape and texture of conventional rice. This study aimed to determine the optimal concentration of agar flour (*Gracilaria* sp.) substitution in the formulation of analog rice based on beneng taro starch and corn starch. A Completely Randomized Design (CRD) was used with four levels of agar flour concentration: 0%, 5%, 7.5%, and 10%. The research stages included the production of analog rice, evaluation of physical characteristics (whiteness degree, rehydration capacity, and expansion ratio), chemical properties (moisture, ash, fat, protein, carbohydrate), and hedonic test (appearance, aroma, taste, and texture). Data were analyzed using SPSS version 20.0, and the best treatment was determined using De Garmo's effectiveness index. Nutritional Adequacy Rate (RDA) values were calculated using Microsoft Excel. The results showed that the best treatment was 7.5% agar flour substitution. The physical characteristics included an expansion ratio of 110%, rehydration capacity of 107%, and whiteness degree of 31.2%. The chemical composition consisted of 11.30% moisture, 1.89% ash, 0.18% fat, 1.73% protein, 84.80% carbohydrates (by difference), and 5.40% dietary fiber. The hedonic test results showed scores for appearance (5.07), smell (5.53), taste (5.10), and texture (6.03). These results indicate that the substitution of *Gracilaria* sp. agar flour can improve the physical, chemical, and sensory characteristics of analog rice.*

Keywords: analog rice, beneng taro, corn starch, seaweed

ABSTRAK

Beras analog merupakan beras tiruan yang bentuk dan teksturnya menyerupai beras pada umumnya. Penelitian ini bertujuan menentukan konsentrasi terbaik substitusi tepung agar *Gracilaria* sp. pada formulasi beras analog berbasis pati talas beneng dan pati jagung. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat taraf perlakuan konsentrasi tepung agar: 0%, 5%, 7,5%, dan 10%. Tahapan penelitian meliputi pembuatan beras analog, pengujian karakteristik fisik (derajat putih, daya rehidrasi, daya kembang), kimia (kadar air, abu, lemak, protein, karbohidrat), serta uji hedonik (kenampakan, aroma, rasa, dan tekstur). Data dianalisis menggunakan SPSS versi 20.0, penentuan perlakuan terbaik menggunakan uji efektivitas *De Garmo*. Perhitungan Angka Kecukupan Gizi (AKG) dilakukan menggunakan Microsoft Excel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi terbaik adalah pada perlakuan substitusi tepung agar 7,5%. Karakteristik fisik yang dihasilkan antara lain daya kembang sebesar 110%, daya rehidrasi 107%, dan derajat putih 31,2%. Karakteristik kimianya meliputi kadar air

11,30%, abu 1,89%, lemak 0,18%, protein 1,73%, karbohidrat by different 84,80%, dan serat pangan 5,40%. Uji hedonik menunjukkan nilai kenampakan 5,07%, aroma 5,53%, rasa 5,10%, dan tekstur 6,03%. Hasil ini menunjukkan bahwa substitusi tepung agar *Gracilaria* sp. mampu meningkatkan karakteristik fisik, kimia dan sensori beras analog.

Kata kunci: beras analog, talas beneng, pati jagung, rumput laut

PENDAHULUAN

Beras analog merupakan produk pangan alternatif yang secara fisik menyerupai beras pada umumnya, tetapi memiliki keunggulan yaitu dapat dimodifikasi komposisi gizinya sehingga menghasilkan sifat fungsional yang diinginkan (Noviasari *et al.*, 2017). Beras analog umumnya diformulasikan dari bahan baku tinggi karbohidrat seperti sorgum, singkong, sereal, dan biji-bijian. Talas beneng (*Xanthosoma undipes*) merupakan tanaman lokal khas Banten yang memiliki potensi sebagai bahan baku beras analog karena kandungan karbohidratnya yang tinggi, yaitu sebesar 82,56% (Rostianti *et al.*, 2018). Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji pemanfaatan tepung talas dalam pembuatan beras analog, namun masih ditemukan kekurangan pada tekstur yang cenderung lunak dan kurang kenyal (Muhede, 2023). Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan penambahan bahan lain untuk memperbaiki tingkat kekenyalannya, salah satunya adalah pati jagung (Yanti, 2023). Pati jagung diketahui memiliki kadar amilosa mencapai 28,65% yang berperan dalam menghasilkan tekstur beras analog yang lebih pera dan kenyal (Fadjria *et al.*, 2024), serta memiliki sifat gelatinisasi dan viskoelastis yang mampu memperkuat struktur beras analog, sehingga dapat mengurangi kerapuhan selama proses pengeringan dan penyimpanan (Budi *et al.*, 2024).

Selain sebagai alternatif sumber karbohidrat, beras analog juga berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional. Penambahan tepung rumput laut terbukti dapat meningkatkan kandungan serat pangan dan berkontribusi dalam penurunan indeks glikemik, sehingga bermanfaat dalam pencegahan penyakit metabolik seperti diabetes, obesitas, dan penyakit jantung (Spiraliga *et al.*, 2017; Wijianto, 2024).

Namun, penambahan tepung rumput laut dapat menurunkan kualitas sensoris beras analog karena memberikan permasalahan pada kenampakan yang terlalu gelap dan bau yang amis (Muhede, 2023). Oleh karena itu, substitusi dengan tepung agar rumput laut *Gracilaria* sp. yang berwarna putih, tidak beraroma, dan memiliki kemampuan membentuk gel, diharapkan dapat memperbaiki mutu sensori dan meningkatkan kandungan serat pangan beras analog (Yulandri, 2020).

Berdasarkan uraian diatas, formulasi beras analog berbasis pati talas beneng, pati jagung, dan tepung agar *Gracilaria* sp. perlu dikaji lebih lanjut guna menghasilkan produk pangan alternatif dengan mutu fisik, kimia, dan sensoris yang optimal serta berpotensi sebagai pangan fungsional. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formulasi terbaik serta mengkaji karakteristik fisik dan kimia beras analog berbasis pati talas beneng dan pati jagung dengan substitusi tepung agar rumput laut *Gracilaria* sp.

METODE

Bahan

Bahan utama dalam penelitian ini meliputi tepung agar komersial yang berasal dari PT. Samudera, pati talas beneng yang diperoleh dari UMKM UNNI Serang, serta pati jagung merek Maizenaku. Bahan tambahan yang digunakan yaitu *Glycerol monostearat* (GMS) dan air.

Alat

Adapun peralatan yang digunakan meliputi timbangan analitik *Boeco* BBI-32, pisau, gelas ukur, *noodle pasta* Q2-8150, panci, kompor miyako KG-201 SE, termometer, wadah, kertas label, loyang, oven dan jangka sorong.

Rancangan penelitian

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor perlakuan, yaitu penambahan tepung agar *Glacilaria* sp. , yang terdiri atas empat taraf: kontrol (0%), P1 (5%), P2 (7,5%), dan P3 (10%). Formulasi beras analog dapat dilihat pada Tabel 1.

Pembuatan beras analog

Proses pembuatan beras analog diawali

dengan pencampuran pati talas beneng dan pati jagung, kemudian ditambahkan tepung agar *Gracilaria* sp. sesuai perlakuan, *Glycerol monostearat* (GMS), dan air. Campuran dimasak pada suhu 80°C selama \pm 3 menit hingga homogen, lalu diuleni sampai kalis. Adonan dicetak menggunakan *noodle pasta* dan dipotong seperti butiran beras. Butiran tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam, kemudian diayak dengan saringan 60 mesh untuk memisahkan partikel halus.

Tabel 1. Formulasi beras analog dengan penambahan tepung agar

	Satuan	Pati talas	Pati jagung	Tepung Agar	GMS	Air
Kontrol	(%)	18,5	18,5	-	3	60
P1	(%)	16	16	5	3	60
P2	(%)	14,75	14,75	7,5	3	60
P3	(%)	13,5	13,5	10	3	60

Analisa data

Pengujian analisa meliputi uji fisik (derajat putih, daya rehidrasi, daya kembang), uji hedonik (kenampakan, rasa, aroma, tekstur), uji proksimat (kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, karbohidrat), uji serat pangan dan Angka Kecukupan Gizi (AKG).

Analisa derajat putih (Rostini, 2013).

Pengukuran tingkat keputihan dilakukan menggunakan alat pengukur tingkat keputihan *Whiteness Meter*, yang bekerja dengan membandingkan kecerahan atau tingkat keputihan suatu sampel dengan standar tingkat keputihan yang ditetapkan menurut jenis bahan yang dianalisis.

Analisa daya rehidrasi (Yudanti dan Waluyo 2015)

Sampel kering ditimbang sebanyak 5 g (z), kemudian direbus dalam air hingga matang. Setelah proses perebusan, sampel ditiriskan dan ditimbang kembali untuk mengetahui bobot setelah rehidrasi (y).

$$\text{Daya rehidrasi (\%)} = \frac{y-z}{z} \times 100 \%$$

Analisa daya kembang (Yudanti dan Waluyo 2015)

Sampel mentah dan sampel matang masing-masing ditimbang sebanyak 5 g lalu sampel tersebut diukur diameternya menggunakan jangka sorong,

$$\text{Daya kembang} = \frac{\emptyset B - \emptyset A}{\emptyset A} \times 100\%$$

Uji hedonik

Uji hedonik adalah metode pengujian yang menggunakan panca indra manusia untuk menilai penerimaan suatu produk. Uji hedonik melibatkan penggunaan indra penglihatan, penciuman, pengecap, dan peraba. Pengujian dilakukan oleh 30 panelis semi-terlatih.

Analisa kadar air (AOAC, 1980)

Sebanyak 1 g sampel yang sudah halus ditimbang dalam cawan porselen yang sudah dikeringkan (A), kemudian dikeringkan dalam oven suhu 105°C selama 8 jam (B).

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

Analisa kadar abu (AOAC, 1980)

Cawan porselen dikeringkan dalam

oven bersuhu 105°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang untuk memperoleh berat awal (A). Selanjutnya, masukkan 1 g sampel (B) ke dalam cawan porselen yang beratnya diketahui. Sampel kemudian ditempatkan dalam tungku listrik dan dibakar pada suhu 600 °C selama 6 jam hingga diperoleh abu putih. Setelah dingin dalam desikator, timbang cawan dan abu untuk memperoleh berat akhir (C).

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{B-A}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Analisa kadar protein (AOAC, 2005)

0,5 g sampel didestruksi dengan 0,9 g selenium dan 3 mL H₂SO₄ pekat hingga bening, kemudian didinginkan dan diencerkan dengan 50 mL air suling. Berikutnya, tambahkan 20 mL NaOH 40% dan suling. Destilat dikumpulkan dalam larutan H₃BO₃ yang berisi indikator campuran dan dititrasi dengan HCl 0,01 N sampai larutan berubah menjadi merah muda. Blanko dianalisis menggunakan prosedur yang sama.

$$\text{Kadar protein (\%)} = \frac{(\text{mL HCl} - \text{mL HCl Blanko}) \times N \text{ HCl} \times 14,008}{\text{mg sampel}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Protein (\%)} = N \times 6,25$$

Analisa kadar lemak (AOAC, 1980)

Sampel sebanyak 1 g (z) dimasukkan ke dalam selongsong ekstraksi dan diekstraksi dengan petroleum eter selama 6 jam. Labu ekstraksi yang telah dikeringkan, ditimbang sebelum (y) dan sesudah ekstraksi (x) untuk menentukan kadar lemak. Berat lemak diperoleh dari selisih berat akhir dan awal labu ekstraksi.

$$\text{Kadar Lemak (\%)} = \frac{x-y}{z} \times 100 \%$$

Analisa karbohidrat (AOAC, 1980)

Penentuan kadar karbohidrat dilakukan dengan metode *by difference* (hasil pengurangan 100% dengan uji proksimat).

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

Analisa serat pangan (AOAC, 2005)

Diawali proses defatting sampel menggunakan petroleum eter, kemudian dilakukan hidrolisis enzimatis bertahap menggunakan enzim termamyl, pepsin, dan pankreatin pada suhu dan pH tertentu. Serat tak larut dipisahkan melalui penyaringan, pencucian, pengeringan, dan pengabuan, sedangkan serat larut diperoleh dari filtrat yang diendapkan dengan etanol 95%, kemudian disaring, dikeringkan, dan diabukan. Penentuan serat dilakukan dengan membandingkan bobot residu yang dikoreksi terhadap protein, abu, dan blanko

Analisis data

Data dianalisis menggunakan SPSS 20.0. Hasil analisis uji hedonik dianalisis menggunakan uji *Kruskal-Wallis*, dan jika signifikan, hasilnya dianalisis *Mann-Whitney*. Data fisik, serat pangan, dan proksimat dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut Duncan. Uji efektivitas De Garmo digunakan untuk menentukan perlakuan terbaik. Perhitungan AKG menggunakan Microsoft Excel.

Penentuan perlakuan terbaik (Afiyaturohmah, 2018)

Penentuan perlakuan terbaik dilakukan dengan metode *De Garmo*, yang terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut:

1. Setiap parameter diberi nilai berdasarkan tingkat kepentingannya terhadap tujuan penelitian.
2. Bobot normal (BN) dihitung dengan rumus:

$$BN = \frac{\text{Bobot variabel}}{\text{Bobot total}}$$

3. Nilai terbaik dan terburuk dari masing-masing parameter ditentukan.
4. Nilai efektivitas (NE) dihitung dengan rumus:

$$NE = \frac{\text{Nilai perlakuan} - \text{Nilai terburuk}}{\text{Nilai terbaik} - \text{Nilai terburuk}}$$

5. Nilai produktivitas (NP) dihitung dengan rumus:

$$NP = \frac{NE}{BN}$$

6. Nilai total perlakuan diperoleh dari penjumlahan seluruh NP setiap

parameter

7. Perlakuan dengan nilai keseluruhan tertinggi ditetapkan sebagai yang terbaik.

Analisis angka kecukupan gizi (AKG)

Angka kecukupan gizi (AKG) adalah rata-rata kebutuhan gizi harian untuk mencapai derajat kesehatan yang optimal bagi hampir semua orang berdasarkan faktor jenis kelamin, ukuran tubuh, umur dan aktivitas fisik. Angka kecukupan gizi (AKG) dihitung berdasarkan rata-rata usia dan jenis kelamin panelis, merujuk pada pedoman dari badan pengawas obat dan makanan (BPOM 2016) mengenai acuan label gizi serta Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tahun (2019) terkait kebutuhan gizi harian masyarakat Indonesia.

$$\text{AKG (\%)} = \frac{\text{Komponen gizi per saji}}{\text{Acuan Label Gizi (ALG)}} \times 100$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik fisik

Derajat putih

Nilai derajat putih beras analog dalam penelitian ini berkisar 28,1% – 35% (Tabel 2), semakin menurun seiring meningkatnya konsentrasi tepung agar. Nilai derajat putih penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Yusmila (2024) dan Muhede (2023), yang masing-masing melaporkan derajat putih sebesar 22,07% – 32,15% dan 1,23% – 4,42%. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Fatmawati *et al.* (2019) yang melaporkan bahwa konsentrasi tepung agar yang terlalu tinggi dapat menyebabkan warna produk menjadi semakin buram atau gelap.

Perubahan warna tersebut dapat disebabkan oleh terjadinya reaksi *Maillard* selama proses pengolahan, sehingga menghasilkan perubahan warna menjadi lebih gelap. Hal ini juga diperkuat oleh pernyataan Fauzi (2017) yang menjelaskan bahwa peningkatan konsentrasi tepung agar dapat menurunkan tingkat kecerahan nasi. Selain itu, peningkatan konsentrasi tepung agar menyebabkan lebih banyak molekul yang

saling berikatan melalui interaksi hidrogen dan membentuk struktur agregat yang lebih besar. Agregat ini bertindak sebagai penghalang cahaya, sehingga transparansi menurun dan beras analog tampak lebih buram atau gelap. Hasil ini diperkuat pernyataan Harijono *et al.* (2001) yang menyatakan bahwa hidrokoloid memiliki efek gelasi yang tinggi sehingga dapat menutupi warna asli produk.

Daya rehidrasi

Penambahan agar memberikan peningkatan yang signifikan terhadap daya rehidrasi beras analog ($p < 0,05$), dengan nilai tertinggi mencapai 119% pada penambahan agar sebesar 10% (Tabel 2). Beras analog dengan penambahan agar membutuhkan waktu rehidrasi lebih singkat, yaitu sekitar 3–4 menit, dibandingkan beras analog tanpa penambahan hidrokoloid yang memerlukan waktu 20 menit dalam air mendidih (Kurniasari *et al.*, 2020). Hal ini diduga disebabkan oleh tepung agar yang mampu membentuk jaringan gel serta meningkatkan porositas pada beras analog, sehingga proses pemasakan dapat berlangsung lebih cepat (Jariyah dan Vestra, 2023).

Agar-agar tersusun dari dua komponen utama, yakni agarosa dan agaropektin. Agarosa membentuk struktur heliks ganda yang menghasilkan gel kuat, sedangkan agaropektin mengandung gugus bermuatan seperti sulfat dan asam uronat yang meningkatkan kelarutan serta interaksi dengan air. Kombinasi struktur ini memungkinkan agar menyerap dan mempertahankan air secara efisien, sehingga meningkatkan porositas dan daya rehidrasi pada beras analog (Imeson, 2010).

Daya kembang

Peningkatan konsentrasi tepung agar juga sejalan dengan peningkatan daya kembang beras analog sebesar 83,33% – 122,6% (Tabel 2). Nilai daya kembang pada penelitian ini jauh lebih tinggi dibandingkan beras sosoh yang memiliki daya kembang sebesar 50% maupun beras analog dari bahan mocaf dan tepung beras yang menunjukkan kisaran 42,22% – 68,89% (Yulviatun *et al.*,

2022; Subagio dan Windrati, 2012).

Peningkatan daya kembang hingga 122,6% merupakan hal yang wajar seiring dengan kenaikan konsentrasi tepung agar, yang diduga disebabkan oleh kandungan hidrokoloid dalam tepung agar, yang mampu meningkatkan daya serap air dan kapasitas retensi air selama proses pemasakan (Kurniasari *et al.*, 2020).

Faktor lain yang diduga mempengaruhi daya rehidrasi dan daya kembang adalah jenis pati yang digunakan. Pati talas diketahui

memiliki kadar amilopektin yang cukup tinggi, sehingga granula pati lebih mudah menyerap air, mengalami pengembangan, dan menghasilkan tekstur yang cenderung lunak. Sebaliknya, pati jagung memiliki kandungan amilosa yang lebih tinggi, sehingga memberikan sifat gel yang elastis (Aryanti *et al.*, 2017). Kombinasi kedua jenis pati ini memungkinkan terbentuknya tekstur beras analog yang lebih lunak, pulen, dan memiliki daya kembang yang optimal.

Tabel 2. Karakteristik fisik beras analog dengan penambahan tepung agar

	Kontrol	P1	P2	P3
Derajat putih	35,0 ± 0,28 ¹	31,9 ± 0,07 ²	31,2 ± 0,14 ³	28,1 ± 0,00 ⁴
Daya rehidrasi	79 ± 1,00 ¹	99 ± 1,00 ²	107 ± 4,36 ³	119 ± 1,00 ⁴
Daya kembang	83,3 ± 1,00 ¹	98,0 ± 1,00 ²	110 ± 1,00 ³	123 ± 1,00 ⁴

Keterangan : notasi huruf yang berbeda menandakan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Karakteristik sensoris

Kenampakan

Penambahan tepung agar *Glacilaria* sp. memengaruhi kenampakan beras analog, khususnya pada konsentrasi tinggi. Rata-rata nilai kenampakan berkisar antara 4,67 – 5,37 dengan kategori agak suka–suka. Konsentrasi 0% – 7,5% tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kenampakan ($p > 0,05$), namun terjadi perbedaan signifikan pada konsentrasi 10% ($p < 0,05$) yang diperlihatkan pada Tabel 3. Penurunan kenampakan disebabkan oleh berkurangnya kecerahan akibat sifat hidrokoloid agar yang mengganggu refleksi cahaya, membuat permukaan tampak kusam setelah pengeringan. Hal ini sejalan dengan temuan Mawarni dan Yuwono (2018) yang menyatakan bahwa penambahan hidrokoloid pada produk pangan dapat menurunkan tingkat kecerahan produk tersebut.

Meskipun demikian, nasi analog tetap memiliki bentuk akhir yang kokoh karena sifat *thermoreversible* agar yang membentuk jaringan gel padat setelah pemasakan.

Tabel 3. Karakteristik sensori beras analog dengan penambahan tepung agar

	Kenampakan	Aroma	Rasa	Tekstur
Kontrol	5,37 ± 0,928 ¹	4,97 ± 1,326 ³	4,70 ± 1,119 ⁴	4,87 ± 0,90 ³
P1	5,23 ± 1,135 ^{1,2}	5,00 ± 1,174 ²	5,07 ± 1,388 ²	5,23 ± 1,04 ²
P2	5,07 ± 1,081 ^{1,2}	5,53 ± 0,819 ¹	5,10 ± 1,029 ¹	6,03 ± 0,72 ¹
P3	4,67 ± 1,373 ²	5,53 ± 0,937 ¹	4,97 ± 1,377 ³	4,40 ± 1,38 ⁴

Keterangan : notasi huruf yang berbeda menandakan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Jaringan gel ini berperan dalam memperkuat struktur internal butiran nasi analog, sehingga menghasilkan tekstur akhir yang lebih kompak dan kokoh saat dikonsumsi (Kurniasari *et al.*, 2020).

Aroma

Dari aspek aroma, penambahan tepung agar *Glacilaria* sp. tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$), dengan nilai rata-rata aroma 4,97 – 5,53 berada pada kategori agak suka (Tabel 3). Aroma yang netral dari agar menjadi salah satu alasan tidak terjadinya perubahan signifikan pada karakteristik aroma produk. Hal ini diperkuat oleh penelitian Damat *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa tepung agar *Glacilaria* sp. tidak menurunkan penerimaan aroma pada produk pangan. Selain itu, bahan baku yang digunakan berupa pati, yang memiliki aroma lebih ringan dibandingkan tepung. Proses ekstraksi pati diketahui mampu mengurangi senyawa volatil. Menurut Alshendra dan Ridawati (2010) senyawa tersebut merupakan penyebab bau khas umbi yang kurang disukai.

Rasa

Karakteristik rasa beras analog juga tidak mengalami perubahan signifikan akibat penambahan tepung agar ($p > 0,05$). Panelis memberikan nilai rata-rata yang masih dalam kisaran agak suka, menunjukkan bahwa penambahan agar tidak memengaruhi citarasa secara negatif (Tabel 3). Hal ini sejalan dengan karakteristik agar *Glacilaria* sp. yang netral dan tidak menimbulkan rasa asing pada produk. Hal ini sejalan dengan penelitian Amrullah *et al.* (2020) yang melaporkan bahwa penambahan agar dalam produk es krim tidak menimbulkan rasa asing yang kuat, melainkan dapat menetralkan cita rasa. Selain itu, penggunaan bahan baku berupa pati juga turut mempengaruhi parameter rasa produk. Pati cenderung memiliki rasa yang lebih ringan dibandingkan tepung. Hal ini disebabkan oleh proses ekstraksi yang menghilangkan sebagian besar senyawa volatil pada talas dan jagung, sehingga menghasilkan rasa yang lebih netral (Emmanouil *et al.*, 2025).

Tekstur

Berbeda dengan aroma dan rasa, tekstur beras analog dipengaruhi secara signifikan oleh konsentrasi tepung agar ($p < 0,05$). Tekstur paling disukai terdapat pada konsentrasi 7,5% dengan nilai rata-rata $6,03 \pm 0,718$ (Tabel 3). Nilai tekstur menurun secara

signifikan pada konsentrasi 10% ($4,40 \pm 1,38$), yang menunjukkan bahwa kelebihan agar menghasilkan tekstur terlalu keras. Kemampuan agar membentuk gel berperan dalam mengkompakkan tekstur, namun pada konsentrasi tinggi dapat menghasilkan produk yang terlalu kaku dan menurunkan kesukaan panelis (Rahmayanti *et al.*, 2020; Fatmawati *et al.*, 2022). Oleh karena itu, penambahan agar dalam konsentrasi optimum penting untuk menjaga kualitas tekstur beras analog.

Karakteristik kimia

Tabel 4 menyajikan karakteristik kimia dari beras analog yang diolah dengan penambahan tepung agar *Glacilaria* sp. pada berbagai perlakuan. Dalam tabel ini, diperlihatkan nilai kadar air, kadar abu, lemak, protein, karbohidrat, dan serat pangan pada beras analog dengan variasi penambahan tepung agar *Glacilaria* sp. pada perlakuan kontrol (tanpa penambahan) dan tiga perlakuan lainnya (P1, P2, dan P3). Hasil analisis menunjukkan adanya perubahan signifikan pada beberapa parameter kimia, dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$) antar perlakuan. Data ini memberikan gambaran tentang pengaruh penambahan tepung agar *Glacilaria* sp. terhadap komposisi kimia beras analog yang dapat berimplikasi pada kualitas gizi produk tersebut.

Tabel 4. Karakteristik kimia beras analog dengan penambahan tepung agar *Glacilaria* sp.

	Kontrol	P1	P2	P3
Kadar Air	$9,5 \pm 0,03^1$	$10,95 \pm 0,21^2$	$11,3 \pm 0,28^3$	$12,6 \pm 0,42^4$
Kadar Abu	$1,08 \pm 0,02^1$	$1,82 \pm 0,02^2$	$1,89 \pm 0,01^2$	$2,56 \pm 0,08^3$
Lemak	$0,29 \pm 0,01^4$	$0,22 \pm 0,01^3$	$0,18 \pm 0,01^1$	$0,21 \pm 0,02^{1,2}$
Protein	$1,91 \pm 0,02^1$	$1,77 \pm 0,01^2$	$1,73 \pm 0,01^{2,3}$	$1,64 \pm 0,01^3$
Karbohidrat	$87,20 \pm 0,00^1$	$85,20 \pm 0,25^2$	$84,80 \pm 0,30^{2,3}$	$82,90 \pm 0,28^3$
Serat Pangan	$4,03 \pm 0,01^4$	$4,74 \pm 0,02^3$	$5,40 \pm 0,02^2$	$6,06 \pm 0,01^1$

Keterangan : notasi huruf yang berbeda menandakan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Kadar air

Penambahan tepung agar *Glacilaria* sp. menunjukkan pengaruh signifikan terhadap kadar air beras analog ($p < 0,05$) dengan nilai berkisar 9,50% – 12,6% (Tabel 4), yang

masih di bawah batas maksimum kadar air menurut Standar Nasional Indonesia (2020) yaitu 14%. Peningkatan kadar air ini disebabkan oleh kemampuan agar dalam mengikat dan mempertahankan air (*water holding capacity*), sehingga air sulit menguap

selama proses pengeringan. Temuan ini sesuai dengan laporan Aini *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa nambahan agar-agar berperan dalam meningkatkan kadar air pada produk beras analog.

Kadar abu

Kadar abu mengalami perubahan signifikan antar perlakuan penambahan tepung agar ($p < 0,05$), dengan nilai berkisar 1,08% – 2,56% (Tabel 4). Nilai kadar abu pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil Yusmila (2024), yang melaporkan kadar abu 2,56%–3,06% pada beras analog dari tepung talas beneng, jagung, dan *Glacilaria* sp. karena bahan baku berupa pati sudah melalui ekstraksi yang menghilangkan komponen non-pati seperti mineral. Penelitian ini sejalan dengan Maharani *et al.* (2019), yang melaporkan bahwa peningkatan proporsi pati dalam formulasi dapat menurunkan kadar abu. Selain itu, peningkatan kadar abu juga dapat dipengaruhi oleh kandungan mineral dalam tepung agar *Glacilaria* sp., yang bervariasi tergantung kondisi perairan (Santika *et al.*, 2014) dan umur panen (Wenno *et al.*, 2012), yang memberikan kontribusi terhadap kadar abu pada produk akhir.

Kadar lemak

Kadar lemak pada beras analog tergolong sangat rendah, berkisar 0,18% – 0,29%, dan cenderung meningkat seiring dengan penambahan tepung agar (Tabel 4). Kadar lemak pada penelitian ini tergolong sangat rendah dan memenuhi kriteria sebagai pangan bebas lemak, sesuai dengan Peraturan BPOM No. 13 (2006) yang menetapkan batas maksimal sebesar 0,5 g lemak per 100 gr produk pangan. Rendahnya kadar lemak pada suatu produk dapat meminimalkan risiko terjadinya ketengikan, sehingga mendukung kestabilan produk selama penyimpanan dan dapat memperpanjang umur simpan (Nuraini dan Asrie Widanti 2020).

Kadar protein

Kadar protein beras analog menurun seiring dengan penambahan tepung agar, dengan nilai berkisar 1,64% – 1,91% (Tabel

4). Hasil ini sejalan dengan penelitian Yuliani dan Noviana Maulinda (2012) yang melaporkan bahwa tepung agar memiliki kadar protein berkisar 0,14% – 0,22%. Selain itu, bahan baku yang digunakan berupa pati talas dan pati jagung juga memiliki kandungan protein yang relatif rendah. Umumnya, pati talas mengandung protein sekitar 0,21% – 0,30% (Hermita *et al.*, 2017). Adapun kandungan protein pada pati jagung hanya sekitar 0,97 % (Hermita *et al.*, 2017; Alam dan Nurhaeni, 2008).

Kadar karbohidrat

Nilai rata rata kadar karbohidrat berkisar 82,90% – 87,20% (Tabel 4). Kadar karbohidrat menurun dengan peningkatan tepung agar. Hal ini diduga disebabkan tingginya karbohidrat pada jenis bahan baku yang digunakan. Pati talas beneng mengandung karbohidrat sebesar 82,56 (Apriani *et al.*, 2011), sedangkan pada pati jagung berkisar 82,97% – 83,65% (Maulani *et al.*, 2016).

Kadar karbohidrat pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan beras analog lain dan beras sosoh (Hasnelly *et al.*, 2020; Yusmila, 2024). Temuan ini mengindikasikan bahwa beras analog yang dihasilkan memiliki potensi sebagai alternatif pangan sehat yang kaya karbohidrat untuk menggantikan beras sosoh.

Serat pangan

Kadar serat pangan meningkat signifikan seiring dengan penambahan agar, dengan nilai 4,03% – 6,06% (Tabel 4). Kadar serat pangan pada penelitian ini menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan penelitian Budijanto dan Yuliyanti (2012) yang membuat beras analog dengan penambahan pati jagung yaitu berkisar 3,65% – 4,02%. Hasil penelitian kadar serat pangan ini juga jauh lebih tinggi dari beras sosoh yang hanya memiliki kadar serat pangan total berkisar 0,60% (Ohtsubo *et al.*, 2005).

Kenaikan kadar serat pangan pada beras analog dalam penelitian ini kemungkinan dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan. Hal ini sesuai dengan pendapat Handayani *et al.* (2022) yang yang

menjelaskan bahwa kandungan serat pangan dalam produk beras analog dipengaruhi oleh bahan penyusunnya. Tepung agar rumput laut komersil mengandung kadar serat sekitar 6,32% (Yuliani *et al.*, 2012).

Kandungan serat pangan pada beras analog dalam penelitian ini tergolong sebagai pangan sumber serat. Hal ini mengacu pada ketentuan BPOM (2016) yang menyatakan bahwa produk pangan dapat diklaim sebagai makanan sumber serat apabila terdapat setidaknya 3% kandungan serat pangan. Sementara itu, produk dikategorikan tinggi serat apabila kadar serat pangan di dalamnya mencapai minimal 6%

Penentuan perlakuan terbaik

Tabel 5 menunjukkan bahwa seluruh perlakuan masih memenuhi batas maksimum kadar air dan lemak sesuai ketentuan SNI untuk beras analog. Namun, kadar abu pada perlakuan dengan penambahan agar 10% melebihi batas maksimum yang ditetapkan SNI. Seluruh perlakuan dalam penelitian ini dapat digolongkan sebagai pangan yang merupakan sumber serat, karena memiliki kandungan serat pangan di atas 3% sesuai dengan ketentuan BPOM (2016). Hasil perhitungan nilai produktivitas berdasarkan metode *De garmo* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Hasil analisis karakteristik beras analog dengan penambahan tepung agar

Parameter	Konsentrasi Tepung agar				Acuan (SNI 2020)
	0%	5%	7,5%	10%	
Kimia					
Kadar Air	9,5	10,9	11,3	12,6	Maks. 14,0
Kadar Abu	1,08	1,82	1,89	2,56	Maks. 2,0
Protein	1,91	1,77	1,73	1,64	***
Lemak	0,29	0,22	0,18	0,21	Maks. 1,0
Karbohidrat	87,2	85,2	84,8	82,9	***
Serat pangan	4,03	4,74	5,40	6,06	Min. 3
Sensori					
Kenampakan	5,37	5,23	5,07	4,67	***
Aroma	4,97	5	5,53	5,53	***
Rasa	4,7	5,07	5,1	4,97	***
Tekstur	4,87	5,23	6,03	4,4	***
Fisik					
Derajat putih	35	31,95	31,2	28,1	***
Daya rehidrasi	79	99	107	119	***
Daya kembang	149	250	302	400	***

Keterangan : Nilai yang dicetak tebal menunjukkan nilai terbaik

*** : Menunjukkan nilai yang tidak ditentukan

Tabel 5 menunjukkan bahwa seluruh perlakuan masih memenuhi batas maksimum kadar air dan lemak sesuai ketentuan SNI untuk beras analog. Namun, kadar abu pada perlakuan dengan penambahan agar 10%

melebihi batas maksimum yang ditetapkan SNI. Seluruh perlakuan dalam penelitian ini dapat digolongkan sebagai pangan yang merupakan sumber serat, karena memiliki kandungan serat pangan di atas 3% sesuai

dengan ketentuan BPOM (2016). Hasil perhitungan nilai produktivitas berdasarkan metode *De garmo* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Total nilai produktivitas

Parameter	Nilai Produktivitas
0%	0,47
5%	0,56
7,5%	0,73
10%	0,40

Berdasarkan total nilai produktivitas di atas dapat dilihat bahwa keputusan perlakuan terbaik yaitu perlakuan 7,5% yang mendapat nilai tertinggi dengan jumlah 0,73. Perlakuan dengan konsentrasi tepung agar 7,5% menunjukkan karakteristik kimia yang baik, dengan kadar serat sebesar 5,40%, kadar air 11,3%, kadar abu 1,89%, kadar lemak 0,18%, kadar protein 1,73%, dan kandungan karbohidrat mencapai 84,8%. Secara uji sensori perlakuan ini memperoleh skor hedonik tekstur dalam kategori “disukai” oleh panelis, sedangkan kenampakan, aroma, dan rasa berada pada kategori “agak disukai”. Pada pengujian fisik, perlakuan 7,5% juga menunjukkan hasil optimal dengan nilai derajat putih sebesar 31,2%, daya rehidrasi sebesar 107%, dan daya kembang mencapai 302%. Nilai terendah didapat pada perlakuan 10%. Dari data di atas menunjukkan bahwa penambahan tepung agar 10% telah melebihi batas optimum, yang menyebabkan penurunan kualitas beras analog.

Angka kecukupan gizi (AKG)

AKG merupakan nilai yang digunakan sebagai acuan untuk menilai kecukupan asupan zat gizi dari makanan sehari-hari, baik untuk perencanaan menu maupun evaluasi status gizi individu maupun kelompok (Kemenkes RI, 2019). Dalam konteks pengembangan pangan alternatif, acuan AKG sangat penting digunakan untuk menilai sejauh mana suatu produk mampu memenuhi kebutuhan zat gizi harian konsumen. Semakin besar kontribusinya terhadap AKG, maka semakin tinggi nilai tambah dan potensi fungsional produk tersebut (Kusnandar *et al.*, 2020).

Beras analog perlakuan terbaik (penambahan tepung agar 7,5%) mampu memberikan kontribusi gizi harian sebesar 348 kkal energi, 3% protein, 0% lemak total, 26% karbohidrat total, dan 18% serat pangan per takaran saji. Perhitungan nilai energi dilakukan berdasarkan konversi energi sebesar 4 kkal per g untuk protein dan karbohidrat, serta 9 kkal per g untuk lemak (Kemenkes RI, 2019).

Sesuai dengan ketentuan BPOM (2016), produk ini tergolong sebagai pangan sumber serat karena mengandung >3% serat pangan. Jika dikonsumsi sebanyak tiga kali sehari, maka produk ini dapat memenuhi 1.004 kkal energi (sekitar 47% kebutuhan energi harian), serta menyumbang 9% kebutuhan protein, 18% karbohidrat total, dan 54% kebutuhan serat pangan harian. Hal ini menunjukkan bahwa beras analog ini berpotensi dikembangkan sebagai sumber pangan fungsional yang mendukung pola makan sehat dan cukup gizi.

KESIMPULAN

Konsentrasi terbaik substitusi tepung agar *Gracilaria sp.* adalah 7,5%. Beras analog terbaik menunjukkan nilai derajat putih 31,2%, daya rehidrasi 107%, dan daya kembang 302%. Komposisi kimia terdiri dari kadar air 11,30%, abu 1,89%, lemak 0,18%, protein 1,73%, karbohidrat 84,80%, dan serat pangan 5,40%. Uji hedonik menunjukkan panelis memberikan penilaian “agak suka hingga suka”. Penambahan tepung agar *Gracilaria sp.* efektif meningkatkan karakter fisik dan penerimaan sensoris beras analog berbasis pati talas beneng dan pati jagung. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan analisis lebih lanjut terhadap indeks glikemik untuk mengetahui potensi manfaat kesehatan dari beras analog yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dengan nomor hibah: 242/UN43/KPT.PT.01.02/2023, atas pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiyaturohmah. (2018). Karakteristik fisikokimia nugget ikan bandeng (*Chanos chanos*) dengan penambahan jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) segar [Skripsi]. Universitas Brawijaya, Malang.
- Aini, N., Munarso, S. J., Annisa, F. S., & Jayanthi, T. T. (2020). Karakteristik beras analog dari tepung jagung-kacang merah menggunakan agar-agar sebagai bahan pengikat. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 16(1), 1–9.
- Alam, N., & Nurhaeni. (2008). Komposisi kimia dan sifat fungsional pati jagung berbagai varietas yang diekstrak dengan pelarut natrium bikarbonat. *Jurnal Agroland*, 15(2), 89–94.
- Alsuhendra, & Ridawati. (2010). Pengaruh modifikasi secara pregelatinisasi, asam, dan enzimatis terhadap sifat fungsional tepung umbi gembili (*Dioscorea esculenta*). *Jurnal Ilmu Kesejahteraan Keluarga*, 1(1), 1–10.
- Amrullah, A., Novieta, I. D., & Rasbawati. (2020). Pengaruh penambahan agar-agar sebagai bahan pengental dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kualitas daya leleh dan nilai organoleptik es krim. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*, 6(2), 93–106. <https://doi.org/10.24252/jiip.v6i2.18314>
- Aryanti, N., Kusumastuti, Y. A., & Rahmawati, W. (2017). Pati talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) sebagai alternatif sumber pati industri. *Momentum*, 13(1), 46–52.
- Association of Official Analytical Chemists. (1980). *Official methods of analysis* (13th ed.). Washington, DC: AOAC.
- Association of Official Analytical Chemists. (2005). *Official methods of analysis* (18th ed.). Virginia, USA: AOAC.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2006). *Lampiran II: Klaim perbandingan zat gizi*. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2006.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2016). Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2016 tentang acuan label gizi.
- Budi, F. S., Hariyadi, P., Budijanto, S., & Putra, I. P. (2024). Karakteristik fisik beras analog dari jagung berkadar amilosa sedang dengan menggunakan ulir ekstruder kecepatan menengah. *Jurnal Mutu Pangan*, 11(2), 107–113. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2024.11.2.107>
- Budiyanto, S., & Yulianti. (2012). Studi persiapan tepung sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) dan aplikasinya pada pembuatan beras analog. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(3), 177–186.
- Emmanouil, M.-M., Skartsila, A., Katsou, P., Farmakis, L., Koliadima, A., & Kapolos, J. (2025). Aroma compound release from starches of different origins: A physicochemical study. *Applied Sciences*, 15, 1536. <https://doi.org/10.3390/app15031536>
- Fadjria, N., Arfiandi, & Auliyah, N. D. (2024). Analisis kadar amilosa pada pati jagung manis (*Zea Mays* L. Var. Saccharata) secara spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Pharmaceutical and Sciences*, 7(2), 152–158. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v7i2.494>
- Fatmawati, N. D., Harsanti, R. S., & Utami, A. U. (2022). Pengaruh konsentrasi agar-agar terhadap kualitas kimia dan hedonik permen jelly belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L). *Jurnal Teknologi Pangan dan Ilmu Pertanian*, 4(1), 13–21.
- Fauzi, A. (2017). Karakteristik beras tiruan dengan penambahan rumput laut dan agar-agar [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Handayani, D., Nurwantoro, & Pramono, Y. B. (2022). Karakteristik kadar air, kadar serat dan rasa beras analog ubi jalar putih dengan penambahan tepung labu kuning. *Jurnal Teknologi Pangan*, 6(2), 14–18.

- Harijono, Kusnadi, J., & Mustikasari, S. A. (2001). Pengaruh kadar karaginan dan total padatan terlarut sari buah apel muda terhadap aspek kualitas permen jelly. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 2(2), 110–116.
- Hasnelly, H., Fitriani, E., Ayu, S. P., & Havelly, H. (2020). Pengaruh drajat penyosohan terhadap mutu fisik dan nilai gizi beberapa jenis beras. *Jurnal Agritech* 40(3), 182–189. <http://doi.org/10.22146/agritech.47487>
- Hermita, N., Ningsih, E. P., & Fatmawaty, A. A. (2017). Analisis proksimat dan asam oksalat pada pelepah daun talas beneng liar di kawasan Gunung Karang, Banten. *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, 2(2), 95–104.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2019). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2019 tentang Pedoman Penghitungan Kebutuhan Energi dan Zat Gizi. Jakarta.
- Kurniasari, I., Kusnandar, F., & Budijanto, S. (2020). Karakteristik fisik beras analog instan berbasis tepung jagung dengan penambahan K-karagenan dan konjak. *agritech*, 40(1), 64–73. <http://doi.org/10.22146/agritech.47491>
- Kusnandar, W. P., Rahayu, A. M., Marpaung, dan Santoso U.. Perspektif Global Ilmu dan Teknologi Pangan. *Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI)*, 295–300.
- Maharani, Z., Isnaeni A., Fitriani, U., Muflihati, I., Affandi, A.R. (2019). Pengaruh Penambahan Agar dan Pati Terhadap Karakteristik *Cassava Leaf Sheet*. *Agrisaintifika*, 3(2), 81-86.
- Mawarni, S. A., & Yuwono, S. S. (2018). Pengaruh lama pemasakan dan konsentrasi karagenan terhadap sifat fisik, kimia dan organoleptik selai lembaran mix fruit (belimbing dan apel). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 6(2), 33–41.
- Muhede, A. M. (2023). Karakteristik beras analog berbasis tepung rumput laut *Sargassum* sp. dan tepung talas beneng (*Xanthosoma undipes*) sebagai pangan fungsional sumber zat besi [Skripsi]. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Noviasari, S., Feri, K., & Agus, S. (2017). Karakteristik fisik, kimia dan sensori beras analog berbasis bahan pangan non beras. *Jurnal Pangan*, 26(1), 1–12.
- Ohtsubo, K., Suzuki, K., Yasui, Y., & Kasumi, T. (2005). Bio-functional components in the processed pre-germinated brown rice by a twin-screw extruder. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 303–316.
- Rahmayati, I., Novieta, I. D., & Fitriani. (2020). Pengaruh penambahan agar-agar sebagai bahan pengental dengan konsentrasi yang berbeda terhadap nilai organoleptik dan kadar garam bakso daging ayam petelur afkir. *Agrobisnis*, 2(2), 84–97.
- Rostianti, T., Hakiki, D., & Ariska, A. (2018). Karakterisasi sifat fisikokimia tepung talas beneng sebagai biodiversitas pangan lokal Kabupaten Pandeglang. *Journal Gorontalo Agriculture Technology*, 1(2), 1–7.
- Rostini, I., Ibrahim, B., & Trilaksani, W. (2013). Pemanfaatan daging limbah filet ikan kakap merah sebagai bahan baku surimi untuk produk perikanan. *Jurnal Akuatika*, 4(2), 141–148.
- Santika, L. G., Ma'ruf, W. F., & Romadhon. (2014). Karakteristik agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* budidaya tambak dengan perlakuan konsentrasi alkali pada umur panen yang berbeda. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(4), 98–105.
- Spiraliga, R. R., Darmanto, Y. S., & Amalia, U. (2017). Karakteristik nasi analog tepung MOCAF dengan penambahan tepung rumput laut *Gracilaria verrucosa* dan tiga jenis kolagen tulang ikan. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 6(1), 1–11.
- Wenno, M. R., Thenu, J. L., & Lopulalan, C. G. C. (2012). Karakteristik kappa karaginan dari *Kappaphycus alvarezii* pada berbagai umur panen. *JPB Perikanan*, 7(1), 61–67.

- Wijianto, M. (2024). Pengaruh suplementasi tepung konjac terhadap kadar natrium, total energi, serat pangan larut, dan serat pangan tidak larut pada bakso daging broiler [Skripsi]. Universitas Negeri Semarang.
- Yanti, N. I. (2023). *Produksi dan pemasaran cireng isi tuna dan tahu dengan substitusi pati jagung* [Tesis]. Politeknik Negeri Jember.
- Yudanti, Y. R., & Waluyo, S. (2015). Pembuatan beras analog berbahan dasar tepung pisang (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(2), 117–126.
- Yulandri, A. (2020). Sintesis selulosa asetat dari agar rumput laut merah *Gracilaria vermiculophylla* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.
- Yuliani, N., & Maulinda, N. (2012). Analisis proksimat dan kekuatan gel agar-agar dari rumput laut kering pada beberapa pasar tradisional. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 2(2), 101–115.
- Yulviatun, A., Purnamasari, S., Ariyantoro, A. R., & Atmaka, W. (2022). Karakteristik fisik, kimia dan organoleptik beras analog berbasis MOCAF, tepung jagung (*Zea mays* L.), dan tepung kecambah kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 15(1), 46–61. <https://doi.org/10.20961/jthp.v15i1.55394>
- Yusmila, T. (2024). Karakteristik beras analog berbasis tepung talas beneng dan tepung jagung dengan substitusi tepung rumput laut *Gracilaria sp.* [Skripsi]. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.