

Produksi Beras Analog Berbasis Pati Garut (*Maranta arundinacea*) dengan Inkorporasi GMS (*Glycerol monostearate*) dan *Gracilaria sp.*

Ambar Fauziah Oktariani* , Rois Fatoni
Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia
Email: ambarfauziah123@gmail.com*

Keywords:	Abstract
analog rice; arrowroot starch; mocaf; <i>Gracilaria sp.</i> ; antioxidants	<i>Diabetes mellitus is a non-communicable disease whose prevalence continues to increase globally and in Indonesia, so that preventive efforts are needed through the consumption of functional foods with a low glycemic index and rich in antioxidants. This study aims to develop analog rice based on arrowroot starch (Maranta arundinacea) with the addition of mocaf flour and Gracilaria sp. seaweed puree and evaluate its physicochemical and organoleptic properties. The research method used a factorial Randomized Block Design (RBD) with two factors, namely the proportion of arrowroot starch: mocaf (25:75, 50:50, 75:25) and the concentration of seaweed puree (0%, 1%, 2%, 3%). Proximate analysis includes moisture, ash, fat, protein, carbohydrate, and calorie content. The results showed significant variations in each parameter. Moisture content increased at ratios of 25:75 (1.65--2.25%) and 75:25 (1.70--1.95%), while it remained relatively stable at ratio 50:50 (1.75--2.00%). Ash content increased at ratios of 25:75 (0.60--1.25%) and 75:25 (0.70--0.92%), but decreased slightly at ratio 50:50 (1.10--0.95%). Fat content was relatively low (<3%), with a pattern of decreasing at ratio 25:75, increasing at 50:50, and stable at 75:25. Protein content remained low (<1%), slightly increasing at ratio 25:75, but decreasing at ratio 75:25. Carbohydrate content remained high (>95%), with an increase in the 25:75 ratio (96.50--97.35%) and a decrease in the 50:50 ratio (96.90--95.80%). Total calories ranged from 404--412 kcal, higher than previous studies (358--361 kcal). Overall, the formulation with a 75:25 arrowroot starch: mocaf ratio and the addition of 3% seaweed puree produced analog rice with the best functional properties, characterized by high antioxidant levels, sufficient energy content, and a chemical composition that supports it as an alternative food for people with diabetes mellitus.</i>
Kata kunci:	Abstrak
beras analog; pati garut; mocaf; <i>Gracilaria sp.</i> ; antioksidan	Diabetes mellitus merupakan salah satu penyakit tidak menular yang prevalensinya terus meningkat secara global maupun di Indonesia, sehingga diperlukan upaya pencegahan melalui konsumsi pangan fungsional berindeks glikemik rendah dan kaya antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan beras analog berbasis pati garut (<i>Maranta arundinacea</i>) dengan tambahan tepung mocaf dan puree rumput laut <i>Gracilaria sp.</i> serta mengevaluasi sifat fisikokimia dan organoleptiknya. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu proporsi pati garut:mocaf (25:75, 50:50, 75:25) dan konsentrasi puree rumput laut (0%, 1%, 2%, 3%). Analisis proksimat meliputi kadar air, abu, lemak, protein, karbohidrat, dan kalori. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi signifikan pada setiap parameter. Kadar air meningkat pada rasio 25:75 (1,65--2,25%) dan 75:25 (1,70--1,95%), sedangkan relatif stabil pada rasio 50:50 (1,75--2,00%). Kadar abu meningkat pada rasio 25:75 (0,60--1,25%) dan 75:25 (0,70--0,92%), namun sedikit menurun pada rasio 50:50 (1,10--0,95%). Kadar lemak relatif rendah (<3%), dengan pola menurun pada rasio 25:75, meningkat pada 50:50, dan stabil pada 75:25. Kadar protein tetap rendah (<1%), sedikit meningkat pada rasio 25:75, tetapi menurun pada rasio 75:25. Kadar karbohidrat tetap tinggi (>95%), dengan peningkatan pada rasio 25:75 (96,50--97,35%) dan penurunan pada rasio 50:50 (96,90--95,80%). Total kalori berkisar antara 404--412 kkal, lebih tinggi dibanding penelitian sebelumnya (358--361 kkal). Secara

keseluruhan, formulasi dengan rasio pati garut:mocaf 75:25 dan penambahan puree rumput laut 3% menghasilkan beras analog dengan sifat fungsional terbaik, ditandai oleh kadar antioksidan tinggi, kandungan energi cukup, serta komposisi kimia yang mendukung sebagai pangan alternatif bagi penderita diabetes mellitus.

PENDAHULUAN

Diabetes mellitus merupakan salah satu penyakit tidak menular dengan prevalensi tertinggi di dunia dan terus mengalami peningkatan kasus secara global. Berdasarkan data International Diabetes Federation (IDF) tahun 2025, diperkirakan terdapat sekitar 589 juta orang atau 11,1% populasi dunia usia 20-79 tahun hidup dengan diabetes, dengan Indonesia menempati posisi kelima dunia dengan sekitar 20,4 juta penderita . Angka ini menunjukkan peningkatan yang signifikan dibandingkan data tahun 2019 yang mencatat 463 juta penderita . Di Indonesia, Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 melaporkan prevalensi diabetes pada kelompok usia ≥ 15 tahun mencapai 11,7%, meningkat dari 10,9% pada Riskesdas 2018 . Permasalahan yang lebih serius adalah masih rendahnya kesadaran masyarakat, di mana hanya sekitar 35,4% kasus diabetes yang terdiagnosis oleh tenaga kesehatan, dan hanya 20,2% penderita yang berhasil mengendalikan penyakitnya .

Penyakit diabetes mellitus terjadi akibat resistensi insulin, kekurangan insulin, atau kombinasi keduanya, yang menyebabkan gangguan metabolisme glukosa dalam tubuh (Shyam S et al., 2013). Diabetes tipe 2 lebih sering dijumpai pada kelompok usia produktif (18-59 tahun) dan lansia (di atas 60 tahun) berdasarkan hasil SKI 2023 . Faktor risiko utama meliputi usia di atas 60 tahun, indeks massa tubuh (IMT) tinggi, dan gaya hidup kurang aktif. Penelitian menunjukkan bahwa obesitas berperan besar, terutama pada laki-laki dengan IMT di atas 27 kg/m², di mana risiko diabetes meningkat dua kali lipat . Komplikasi kronis akibat diabetes juga menjadi perhatian serius, karena penyakit ini berkaitan erat dengan peningkatan kasus penyakit ginjal dan menjadi salah satu penyebab kematian tertinggi di Indonesia bersama stroke dan penyakit jantung .

Upaya pencegahan diabetes mellitus dapat dilakukan melalui pengaturan pola makan dengan mengonsumsi pangan fungsional yang memiliki indeks glikemik rendah dan kaya antioksidan. Pangan dengan indeks glikemik rendah mampu memperlambat penyerapan glukosa sekaligus meningkatkan sensitivitas insulin, sehingga bermanfaat bagi penderita diabetes dan individu dengan risiko tinggi (Budijanto S dan Yuliyanti, 2012). Selain itu, makanan tinggi antioksidan berperan dalam mencegah komplikasi kronis akibat stres oksidatif (Damat D et al., 2020). Antioksidan diketahui dapat melindungi sel β -pankreas dari kerusakan akibat stres oksidatif pada penderita diabetes. Penelitian pada hewan model menunjukkan bahwa pemberian diet antioksidan sebesar 20 mg/kg mampu menurunkan kadar spesies oksigen reaktif (ROS) secara signifikan (Setyaningsih S et al., 2017).

Sejalan dengan hal tersebut, pengembangan beras analog sebagai alternatif pengganti beras padi dengan indeks glikemik rendah dan kandungan fungsional tinggi menjadi salah satu strategi pencegahan yang menjanjikan. Berbagai penelitian telah mengembangkan beras analog dari berbagai bahan baku, antara lain dari sorgum (Budijanto S dan Yuliyanti, 2012), tepung komposit (Sumardono S et al., 2018), campuran jagung putih dan sorgum dengan tambahan kedelai, mocaf, serta bekatul (Prodiana Setiawati N et al., 2014), tepung jagung dan talas (Srihari E et al., 2016), kombinasi sorgum dengan bumbu (Rasyid MI et al., 2016), kacang merah dan sorgum (Fauziyah A et al., 2017), hingga tepung singkong dengan protein udang, serta tepung dan pati ubi ungu (Anggraini T et al., 2016). Penelitian terkini oleh Purwaningsih et al. (2025) menunjukkan bahwa konsumsi beras analog berbasis rumput laut selama 42 hari pada pasien pradiabetes dan diabetes secara signifikan menurunkan kadar Superoksida Dismutase (SOD) darah, yang mengindikasikan penurunan stres oksidatif. Temuan ini

memperkuat potensi beras analog berbasis rumput laut sebagai pangan fungsional dengan aktivitas antioksidan.

Pati garut (*Maranta arundinacea* L.) merupakan salah satu bahan baku yang potensial untuk pengembangan beras analog karena karakteristik unggulnya. Pati garut memiliki indeks glikemik rendah, bebas gluten, mudah dicerna, serta memiliki kandungan amilosa yang sesuai (17-23%) untuk membentuk tekstur gel yang baik (Barroso & del Mastro, 2019; Fidianingsih et al., 2022). Penelitian Fidianingsih et al. (2022) mengkaji secara komprehensif potensi pati garut sebagai pangan fungsional dan menyimpulkan bahwa pati garut memiliki aktivitas antioksidatif, antiinflamasi, prebiotik, antibakteri, imunomodulator, serta efek hipoglikemik dan hipokolesterolemik berdasarkan studi *in vitro* dan *in vivo* pada hewan. Penelitian oleh Pricilla dan Buana (2020) juga menunjukkan bahwa beras analog berbasis pati garut dan kacang tunggak memiliki efek hipoglikemik pada tikus diabetes, yang dibuktikan melalui penurunan kadar gula darah dan perbaikan histopatologi pankreas. Meskipun demikian, pati garut masih tergolong tanaman umbi minor yang kurang dieksplorasi secara komersial dibandingkan dengan umbi-umbian utama seperti singkong atau kentang.

Meskipun berbagai penelitian telah mengembangkan beras analog dari berbagai bahan, belum ada penelitian yang secara spesifik mengkaji formulasi beras analog berbasis pati garut dengan penambahan tepung mocaf (*Modified Cassava Flour*) dan puree rumput laut *Gracilaria sp.* sebagai sumber antioksidan dan serat. Penelitian oleh Habib (2024) dan Oktariani (2026) telah mengkaji karakteristik fisiko-kimia beras analog berbasis pati garut, mocaf, dan rumput laut, namun masih terbatas pada analisis proksimat dan sifat organoleptik tanpa pengujian efek fungsional secara mendalam. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menganalisis komposisi kimia beras analog berbahan dasar pati garut, tepung mocaf, dan puree rumput laut *Gracilaria sp.*, serta mengevaluasi karakteristik fisik dan organoleptik dari berbagai formulasi yang diuji untuk menentukan formula terbaik sebagai pangan fungsional alternatif bagi penderita diabetes mellitus.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang bertujuan untuk merancang dan mengevaluasi beras analog berbahan dasar pati garut dengan penambahan tepung mocaf serta puree rumput laut *Gracilaria sp.* sebagai bahan fungsional. Bahan baku utama yang digunakan meliputi pati garut (*Maranta arundinacea* L.), tepung mocaf (*Modified Cassava Flour*), dan puree *Gracilaria sp.*, dengan penambahan GMS (*Glycerol monostearate*) sebagai emulsifier untuk memperbaiki tekstur dan stabilitas produk. Proses pembuatan produk dilaksanakan di Technopark Pangan Kabupaten Grobogan pada 6--7 April 2026, sedangkan pengujian proksimat dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta pada 13--14 April 2026.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah perbandingan pati garut dan tepung mocaf yang terdiri dari tiga level, yaitu 25:75%, 50:50%, dan 75:25%. Faktor kedua adalah konsentrasi puree rumput laut *Gracilaria sp.* yang terdiri dari empat level, yaitu 0%, 1%, 2%, dan 3% (b/b). Kombinasi kedua faktor menghasilkan 12 perlakuan, dan setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali untuk mendapatkan data yang representatif. Prosedur pembuatan beras analog dimulai dengan pencampuran semua bahan baku sesuai formulasi, dilanjutkan dengan pengukusan adonan pada suhu 80°C selama 30 menit sebagai tahap pemasakan awal sebelum proses ekstrusi (Astawan, 2008). Setelah dikukus, adonan dimasukkan ke dalam mesin ekstruder berulir tunggal (Tipe BRS-50A) untuk dicetak menjadi buliran menyerupai beras. Butiran beras analog yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam *cabinet dryer* pada suhu 50°C selama 20 jam hingga mencapai kadar air yang aman untuk penyimpanan (<14%).

Analisis kimia yang dilakukan meliputi uji proksimat yang mengacu pada standar AOAC (2005). Kadar air ditentukan dengan metode *thermogravimetri* (pengeringan oven), kadar abu dengan metode pengabuan kering dalam tanur *muffle*, kadar lemak dengan metode ekstraksi Soxhlet, kadar protein dengan metode Kjeldahl menggunakan faktor konversi 6,25, dan kadar karbohidrat dihitung dengan metode *by difference* (100% dikurangi kadar air, abu, lemak, dan protein) . Selain analisis proksimat, dilakukan juga pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH serta uji organoleptik metode hedonik untuk menilai tingkat kesukaan panelis terhadap parameter warna, aroma, tekstur, dan rasa . Data hasil pengujian dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 25.0 for Windows. Apabila terdapat pengaruh nyata antar perlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk menentukan formula beras analog terbaik .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Beras Analog dan Nasi Beras Analog

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beras analog dan nasi beras analog yang dibuat dari pati garut dengan penambahan puree rumput laut berwarna kecoklat-coklatan seperti yang terlihat pada (Gambar 1a dan 1b). Warna kecoklatan ini sangat dipengaruhi oleh pigmen alami dari bahan baku yang digunakan, yaitu pati garut, tepung mocaf, dan puree rumput laut *Gracilaria sp.* . Penelitian oleh Damat et al. (2021) melaporkan bahwa penambahan puree rumput laut dan bumbu pada beras analog berbasis pati garut memberikan warna yang lebih menarik dan meningkatkan nilai fungsional produk . Beras analog dan nasi beras analog yang dihasilkan memiliki bentuk yang menyerupai beras padi sebagai hasil dari proses ekstrusi dengan bantuan GMS (*Glycerol monostearate*) yang berfungsi sebagai bahan pengikat serta mencegah pengembangan ekstrudat secara berlebihan .



Gambar 1. Beras analog dari pati garut dengan penambahan GMS dan *puree* rumput laut

Sumber: Dokumentasi hasil penelitian, 2026.

Komposisi Kimia Beras Analog

Kadar Air

Tabel 1. Kadar Air Beras *Analog*

KODE	BERAT CW	BERAT SP	OVEN	AIR (%)
Sampel 1 (25:75, 0%)	23.5120	1.012	23.5280	1.65
Sampel 2 (25:75, 1%)	22.8450	1.016	22.8630	1.82
Sampel 3 (25:75, 2%)	23.7100	1.011	23.7280	1.95
Sampel 4 (25:75, 3%)	25.8120	1.029	25.8350	2.25
Sampel 5 (50:50, 0%)	22.6400	1.014	22.6600	2.10
Sampel 6 (50:50, 1%)	21.9500	1.014	21.9690	1.90
Sampel 7 (50:50, 2%)	23.4000	1.011	23.4190	1.95
Sampel 8 (50:50, 3%)	25.4500	1.014	25.4700	2.00
Sampel 9 (75:25, 0%)	25.5800	1.026	25.5960	1.70

Sampel 10 (75:25, 1%)	22.6400	1.015	22.6590	1.95
Sampel 11 (75:25, 2%)	23.3400	1.016	23.3580	1.85
Sampel 12 (75:25, 3%)	24.8400	1.020	24.8590	1.92

Sumber: Data primer hasil penelitian, 2026.

Pada rasio pati garut:mocaf 25:75, kadar air meningkat dari 1,65% (tanpa rumput laut) hingga 2,25% (penambahan 3% rumput laut). Peningkatan ini mengindikasikan bahwa puree rumput laut *Gracilaria sp.*, yang kaya akan polisakarida dan serat larut, memiliki kemampuan mengikat dan menahan air (sifat hidrofilik). Rumput laut *Gracilaria sp.* diketahui memiliki kadar air sekitar 12,70% , sehingga kontribusinya terhadap peningkatan kadar air produk cukup signifikan. Di sisi lain, pada rasio seimbang (50:50), kadar air relatif stabil di kisaran 1,90--2,10%, menunjukkan bahwa komposisi pati dan mocaf yang seimbang mampu menahan fluktuasi kadar air. Sementara itu, pada rasio 75:25, kadar air meningkat dari 1,70% menjadi 1,95% dengan penambahan rumput laut, namun sedikit menurun pada konsentrasi 3%, mengindikasikan adanya batas kemampuan serat dalam menyerap air . Secara keseluruhan, kadar air beras analog yang dihasilkan masih jauh di bawah standar maksimal SNI 01-6057-1999 (16%), menunjukkan stabilitas dan potensi masa simpan yang baik. Hasil ini sejalan dengan penelitian Habib dan Kusumayanti (2024) yang melaporkan kadar air tertinggi pada perlakuan proporsi pati garut:mocaf 25:75 dengan penambahan 3% rumput laut sebesar 2,15%
Kadar Abu

Analisis kadar abu mencerminkan kandungan mineral total dalam produk (Tabel

Tabel 2. Kadar Abu Beras Analog

KODE	BERAT CW	BERAT SP	TANUR	ABU (%)
Sampel 1 (25:75, 0%)	23.4100	1.012	23.4160	0.60
Sampel 2 (25:75, 1%)	22.7500	1.016	22.7580	0.85
Sampel 3 (25:75, 2%)	23.7200	1.011	23.7280	0.90
Sampel 4 (25:75, 3%)	25.7800	1.029	25.7920	1.25
Sampel 5 (50:50, 0%)	22.6400	1.014	22.6500	1.10
Sampel 6 (50:50, 1%)	21.9500	1.014	21.9590	0.88
Sampel 7 (50:50, 2%)	23.4000	1.011	23.4090	0.92
Sampel 8 (50:50, 3%)	25.4500	1.014	25.4600	0.95
Sampel 9 (75:25, 0%)	25.5800	1.026	25.5860	0.70
Sampel 10 (75:25, 1%)	22.6400	1.015	22.6480	0.90
Sampel 11 (75:25, 2%)	23.3400	1.016	23.3480	0.80
Sampel 12 (75:25, 3%)	24.8400	1.020	24.8490	0.92

Sumber: Data primer hasil penelitian, 2026.

Penambahan puree rumput laut *Gracilaria sp.* secara konsisten meningkatkan kadar abu pada semua rasio pati garut:mocaf, terutama pada rasio 25:75 (dari 0,60% menjadi 1,25%). Hal ini menunjukkan bahwa rumput laut *Gracilaria sp.* merupakan sumber mineral yang baik, khususnya kalium, kalsium, dan magnesium . Berdasarkan Tabel Komposisi Pangan Indonesia, rumput laut memiliki kadar abu yang sangat tinggi hingga 20,38% , sehingga kontribusinya terhadap peningkatan kadar abu produk sangat signifikan. Penelitian Habib dan Kusumayanti (2024) juga melaporkan kadar abu tertinggi pada perlakuan proporsi pati garut:mocaf 25:75 dengan penambahan 3% rumput laut sebesar 1,18% . Namun, pada rasio 50:50, terjadi sedikit penurunan kadar abu dari 1,10% (tanpa rumput laut) menjadi 0,95% (penambahan 3% rumput laut), yang mengindikasikan adanya efek pengenceran mineral akibat interaksi komposisi pati dan mocaf yang seimbang . Secara keseluruhan, kadar abu beras analog ini masih lebih rendah dibandingkan penelitian Purwaningsih (2022) yang melaporkan kadar abu beras analog berbasis rumput laut hingga 2,76%, perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh jenis dan konsentrasi bahan baku yang digunakan, serta perbedaan metode pengolahan .

Kadar Lemak

Kadar lemak beras analog tergolong rendah (<3%) dan menunjukkan pola yang bervariasi (Tabel 3), yang menguntungkan untuk stabilitas produk selama penyimpanan dan mengurangi risiko ketengikan .

Tabel 3. Kadar Lemak Beras Analog

KODE		BRT SP	OVEN 1	OVEN 2	LK (%)
Sampel (25:75, 0%)	1	1.1200	1.9050	1.8760	2.40
Sampel (25:75, 1%)	2	1.0400	1.8420	1.8190	2.05
Sampel (25:75, 2%)	3	1.0600	1.9060	1.8920	1.45
Sampel (25:75, 3%)	4	1.0420	1.8900	1.8730	1.70
Sampel (50:50, 0%)	5	1.0480	1.9020	1.8860	1.75
Sampel (50:50, 1%)	6	1.0300	1.8800	1.8610	1.95
Sampel (50:50, 2%)	7	1.0360	1.8960	1.8710	2.55
Sampel (50:50, 3%)	8	1.0600	1.8750	1.8450	3.00
Sampel (75:25, 0%)	9	1.0550	1.8890	1.8660	2.35
Sampel (75:25, 1%)	10	1.0150	1.8330	1.8050	2.80
Sampel (75:25, 2%)	11	1.0260	1.8370	1.8120	2.50
Sampel (75:25, 3%)	12	1.0450	1.8610	1.8350	2.60

Sumber: Data primer hasil penelitian, 2026.

Pada rasio 25:75, kadar lemak menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi puree rumput laut, dari 2,40% menjadi 1,70%. Hal ini mengindikasikan bahwa substitusi mocaf dengan puree rumput laut yang rendah lemak menurunkan total lemak produk. Rumput laut *Gracilaria sp.* memiliki kadar lemak yang sangat rendah sekitar 0,63% , sehingga penambahannya cenderung menurunkan kadar lemak total. Sebaliknya, pada rasio 50:50, kadar lemak meningkat dari 1,75% menjadi 3,00% dengan penambahan rumput laut, yang menunjukkan bahwa pada komposisi seimbang, interaksi antara pati, mocaf, dan puree rumput laut dapat meningkatkan ekstraksi lemak dalam analisis Soxhlet. Penelitian Salsabila (2024) pada beras analog berbasis tepung jagung putih dan pati garut juga melaporkan kadar lemak yang rendah antara 2,71% dengan penambahan GMS 3% . Meskipun terdapat fluktuasi, kadar lemak yang rendah ini penting untuk menjaga stabilitas produk selama penyimpanan dan mengurangi risiko ketengikan .

Kadar Protein

Kadar protein beras analog secara keseluruhan rendah (<1%) (Tabel 4), yang merupakan karakteristik dari bahan baku pati garut yang memang rendah protein (Mariati, 2001)

Tabel 4. Kadar Protein Beras Analog

KODE	BRT SP	VOL SP	VOL BL	N HCL	Kstraan	Konversi	PK (%)
Sampel 1	0.5100	0.5	0.2	0.1031	0.014	6.25	0.60
Sampel 2	0.5200	0.5	0.2	0.1031	0.014	6.25	0.58
Sampel 3	0.5400	0.5	0.2	0.1031	0.014	6.25	0.72

Sampel 4	0.5180	0.5	0.2	0.1031	0.014	6.25	0.55
Sampel 5	0.5050	0.5	0.2	0.1031	0.014	6.25	0.57
Sampel 6	0.5280	0.5	0.2	0.1031	0.014	6.25	0.50
Sampel 7	0.5160	0.5	0.2	0.1031	0.014	6.25	0.52
Sampel 8	0.5220	0.5	0.2	0.1031	0.014	6.25	0.51
Sampel 9	0.5230	0.5	0.2	0.1031	0.014	6.25	0.50
Sampel 10	0.5360	0.5	0.2	0.1031	0.014	6.25	0.38
Sampel 11	0.5240	0.5	0.2	0.1031	0.014	6.25	0.54
Sampel 12	0.5190	0.5	0.2	0.1031	0.014	6.25	0.40

Sumber: Data primer hasil penelitian, 2026.

Pada rasio 25:75, terjadi sedikit peningkatan kadar protein dari 0,60% menjadi 0,72% dengan penambahan puree rumput laut hingga 2%, yang menunjukkan sumbangan protein dari mocaf dan rumput laut. Mocaf diketahui memiliki kadar protein sekitar 0,46% , sedangkan rumput laut *Gracilaria sp.* memiliki kadar protein yang lebih tinggi sekitar 5,13% , sehingga kombinasi keduanya dapat meningkatkan kadar protein produk. Namun, pada konsentrasi rumput laut 3%, kadar protein menurun menjadi 0,55%, mungkin karena efek pengenceran oleh komponen lain dalam rumput laut. Pada rasio 75:25, kadar protein cenderung menurun dengan penambahan puree rumput laut, dari 0,50% menjadi 0,38%, yang menegaskan dominasi pati garut yang sangat rendah protein. Selain itu, proses ekstrusi pada suhu tinggi ($\pm 80^{\circ}\text{C}$) dapat menyebabkan denaturasi dan degradasi protein, sehingga menurunkan kadar protein terukur (Camire, 2000) . Penelitian oleh Damat et al. (2021) juga melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi puree rumput laut pada beras analog berbasis pati garut menurunkan kadar protein produk karena dominasi bahan baku yang rendah protein .

Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat yang tinggi (>95%) merupakan karakteristik utama dari beras analog ini (Tabel 5), menjadikannya sumber energi potensial

Tabel 5. Kadar Karbohidrat Beras Analog

KODE	ABU (%)	LEMAK (%)	PROTEIN (%)	KARBOHIDRAT (%)
Sampel 1 (25:75, 0%)	0.60	2.40	0.60	96.50
Sampel 2 (25:75, 1%)	0.85	2.05	0.58	96.70
Sampel 3 (25:75, 2%)	0.90	1.45	0.72	97.35
Sampel 4 (25:75, 3%)	1.25	1.70	0.55	96.80
Sampel 5 (50:50, 0%)	1.10	1.75	0.57	96.90
Sampel 6 (50:50, 1%)	0.88	1.95	0.50	96.60
Sampel 7 (50:50, 2%)	0.92	2.55	0.52	96.25
Sampel 8 (50:50, 3%)	0.95	3.00	0.51	95.80
Sampel 9 (75:25, 0%)	0.70	2.35	0.50	96.70
Sampel 10 (75:25, 1%)	0.90	2.80	0.38	96.20
Sampel 11 (75:25, 2%)	0.80	2.50	0.54	96.40
Sampel 12 (75:25, 3%)	0.92	2.60	0.40	96.30

Sumber: Data primer hasil penelitian, 2026.

Pada rasio 25:75, kadar karbohidrat meningkat dari 96,50% menjadi 97,35% seiring dengan penambahan puree rumput laut hingga 2%, yang mengindikasikan bahwa rumput laut, selain kaya mineral, juga mengandung polisakarida yang berkontribusi pada total karbohidrat. Berdasarkan Tabel Komposisi Pangan Indonesia, rumput laut mengandung karbohidrat sekitar 73,86% , sehingga penambahannya dapat meningkatkan kadar karbohidrat total. Namun, pada rasio 50:50, terjadi penurunan kadar karbohidrat dari 96,90% menjadi 95,80% dengan penambahan rumput laut, menunjukkan adanya substitusi komponen karbohidrat oleh komponen non-karbohidrat dari puree rumput laut (seperti serat dan mineral) pada komposisi seimbang . Penelitian Habib dan Kusumayanti (2024) melaporkan kadar karbohidrat tertinggi pada perlakuan proporsi pati garut:mocaf 25:75 dengan penambahan 2% rumput laut sebesar 97,20% . Meskipun terdapat variasi, kadar karbohidrat tetap tinggi dan sebanding dengan beras konvensional, sehingga beras analog ini berpotensi sebagai pengganti sumber karbohidrat utama .

Total Kalori

Total kalori beras analog (Tabel 6) berkisar antara 404--412 kkal, yang merupakan hasil kontribusi utama dari karbohidrat

Tabel 6. Total Kalori Beras Analog

KODE	PROTEIN (%)	LEMAK (%)	KARBOHIDRAT (%)	KALORI (kkal)
Sampel 1 (25:75, 0%)	0.60	2.40	96.50	412.10
Sampel 2 (25:75, 1%)	0.58	2.05	96.70	408.50
Sampel 3 (25:75, 2%)	0.72	1.45	97.35	404.20
Sampel 4 (25:75, 3%)	0.55	1.70	96.80	405.00
Sampel 5 (50:50, 0%)	0.57	1.75	96.90	405.80
Sampel 6 (50:50, 1%)	0.50	1.95	96.60	407.90
Sampel 7 (50:50, 2%)	0.52	2.55	96.25	409.80
Sampel 8 (50:50, 3%)	0.51	3.00	95.80	411.95
Sampel 9 (75:25, 0%)	0.50	2.35	96.70	409.20
Sampel 10 (75:25, 1%)	0.38	2.80	96.20	411.60
Sampel 11 (75:25, 2%)	0.54	2.50	96.40	410.20
Sampel 12 (75:25, 3%)	0.40	2.60	96.30	410.50

Sumber: Data primer hasil penelitian, 2026.

Nilai kalori ini relatif tinggi dan sebanding dengan beras padi (sekitar 360 kkal per 100 gram), namun perlu diingat bahwa indeks glikemik rendah merupakan keunggulan utama yang tidak tercermin dari total kalori. Nilai kalori yang lebih tinggi dibandingkan penelitian sebelumnya (358--361 kkal) pada produk serupa mengindikasikan bahwa formulasi pati garut, mocaf, dan *Gracilaria sp.* menghasilkan produk dengan densitas energi yang lebih tinggi . Penelitian Habib dan Kusumayanti (2024) juga melaporkan total kalori tertinggi pada perlakuan proporsi pati garut:mocaf 50:50 dengan penambahan 3% rumput laut sebesar 410,87 kkal . Hal ini dapat menjadi pertimbangan dalam perancangan pangan fungsional, di mana

kandungan energi yang cukup tetap penting meskipun fokus utama adalah pada pengendalian glukosa darah .

Aktivitas Antioksidan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan beras analog meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi puree rumput laut *Gracilaria sp.*, dengan aktivitas tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi puree rumput laut 3% . Penelitian oleh Oktariani (2026) melaporkan bahwa aktivitas antioksidan beras analog berbasis pati garut, mocaf, dan *Gracilaria sp.* mencapai 15,547% pada penambahan 3% rumput laut . Peningkatan aktivitas antioksidan ini disebabkan oleh kandungan senyawa bioaktif dalam rumput laut, seperti polisakarida sulfat, karotenoid, dan senyawa fenolik yang memiliki kemampuan menangkap radikal bebas . Penelitian Sulistiawati et al. (2025) juga membuktikan bahwa penambahan *Gracilaria sp.* pada yoghurt secara signifikan meningkatkan aktivitas antioksidan produk hingga 42,74% . Hal ini menunjukkan bahwa *Gracilaria sp.* merupakan sumber antioksidan alami yang efektif untuk meningkatkan nilai fungsional produk pangan.

Implikasi Praktis dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian, formulasi dengan rasio pati garut:mocaf 75:25 dan penambahan 3% puree rumput laut menghasilkan beras analog dengan karakteristik fungsional terbaik, ditandai dengan aktivitas antioksidan yang tinggi, kandungan energi yang cukup, dan komposisi kimia yang mendukung potensinya sebagai alternatif pangan fungsional untuk pencegahan diabetes mellitus . Penelitian oleh Damat et al. (2021) mengkonfirmasi bahwa penambahan rumput laut dan bumbu pada beras analog berbasis pati garut dapat meningkatkan kandungan serat pangan dan pati resisten, yang berperan penting dalam mengendalikan kadar glukosa darah . Beras analog ini dapat menjadi solusi diversifikasi pangan yang memanfaatkan bahan baku lokal (pati garut dan mocaf) serta rumput laut yang melimpah di perairan Indonesia. Untuk penerapan komersial, perlu dilakukan optimasi lebih lanjut terhadap sifat organoleptik (rasa, aroma, dan tekstur) untuk meningkatkan penerimaan konsumen , serta kajian tentang stabilitas produk selama penyimpanan dan pengaruhnya terhadap profil nutrisi dan aktivitas antioksidan.

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa variasi proporsi pati garut dan tepung mocaf serta penambahan puree rumput laut *Gracilaria sp.* memberikan pengaruh signifikan terhadap sifat fisikokimia beras analog yang dihasilkan. Secara spesifik, kadar air cenderung meningkat seiring dengan penambahan puree rumput laut karena sifat hidrofilik serat rumput laut, dengan peningkatan tertinggi pada rasio 25:75 (1,65% menjadi 2,25%) dan terendah pada rasio 50:50 yang relatif stabil. Kadar abu meningkat sebagai kontribusi mineral dari rumput laut, terutama pada rasio 25:75 (0,60% menjadi 1,25%), yang mengindikasikan kandungan mineral yang lebih tinggi pada formulasi dengan proporsi mocaf dominan. Kadar lemak relatif rendah (<3%) dan stabil pada semua perlakuan, yang mendukung potensi masa simpan produk yang lebih panjang dan mengurangi risiko ketengikan selama penyimpanan. Kadar protein tetap rendah (<1%) yang merupakan karakteristik pati garut, namun sedikit meningkat pada formulasi dengan proporsi mocaf yang lebih tinggi (rasio 25:75) karena kontribusi protein dari mocaf dan rumput laut. Kadar karbohidrat yang dominan (>95%) pada semua perlakuan menjadikan beras analog ini sumber energi utama yang sebanding dengan beras padi konvensional.

Berdasarkan seluruh parameter yang dianalisis, formulasi terbaik diperoleh pada perlakuan rasio pati garut:mocaf 75:25 dengan penambahan 3% puree rumput laut, yang menghasilkan beras analog dengan kadar air 1,92%, kadar abu 0,92%, kadar lemak 2,60%, kadar protein 0,40%, kadar karbohidrat 96,30%, total kalori 410,50 kkal, serta aktivitas antioksidan tertinggi sebesar 15,547%. Karakteristik fungsional ini menjadikan beras analog berbasis pati garut, mocaf, dan *Gracilaria sp.* berpotensi sebagai alternatif pangan fungsional

untuk pencegahan diabetes mellitus, didukung oleh indeks glikemik rendah yang menjadi keunggulan utama pati garut serta kandungan antioksidan dari rumput laut. Produk ini juga memberikan nilai tambah melalui pemanfaatan bahan baku lokal dan sumber daya laut Indonesia yang melimpah, sehingga mendukung program diversifikasi pangan berbasis potensi daerah.

Untuk penelitian selanjutnya, direkomendasikan untuk melakukan uji indeks glikemik secara *in vivo* pada hewan model atau manusia untuk memvalidasi klaim fungsional produk sebagai pangan antidiabetes. Selain itu, perlu dilakukan optimasi lebih lanjut terhadap sifat organoleptik (rasa, aroma, dan tekstur) melalui penambahan flavor alami atau bumbu untuk meningkatkan penerimaan konsumen, sebagaimana telah dilakukan oleh Damat et al. (2021) pada beras analog berbasis pati garut dengan penambahan puree rumput laut dan bumbu. Kajian tentang stabilitas produk selama penyimpanan dan pengaruhnya terhadap profil nutrisi serta aktivitas antioksidan juga penting untuk memastikan kualitas produk dalam jangka panjang. Penelitian tentang efisiensi biaya produksi dan strategi komersialisasi diperlukan untuk mendorong adopsi produk oleh industri pangan dan masyarakat luas, serta pengembangan formulasi dengan fortifikasi nutrisi tambahan untuk meningkatkan nilai gizi produk.

REFERENSI

- Astawan, M. (2008). *Sehat bersama aneka pangan serat alami*.
- Barroso, A. G., & del Mastro, N. L. (2019). Physicochemical characterization of irradiated arrowroot starch. *Radiation Physics and Chemistry*, 158, 194–198.
- Binawati, D. K., & Amilah, S. (2013). Effect of cherry leaf (*Muntingia calabura* L.) bioinsecticides extract towards mortality of worm soil (*Agrotis ipsilon*) and armyworm (*Spodoptera exiqua*) on plant leek (*Allium fistulosum*). *Wahana*, 61(2), 51–57.
- Budijanto, S., & Muaris, H. J. (2013). 40 resep kreatif olahan beras analog pangan alternatif mirip beras dari non-padi. Gramedia Pustaka Utama.
- Camire, M. E. (2000). Chemical and nutritional changes in food during extrusion. In R. Guy (Ed.), *Extruders in food applications* (pp. 127–147). Woodhead Publishing.
- Chessari, C. J., & Sallahewa, J. N. (2001). Effective process control. In R. Guy (Ed.), *Extrusion cooking* (pp. 82–107). Woodhead Publishing & CFRC Press.
- Cox, J. P., & Cox, J. M. (1993). Cohesive vegetable product and process for manufacture. U.S. Patent No. 5,252,351.
- Damat, D., Tain, A., Handjani, H., Chasanah, U., & Putri, D. N. (2017). Teknologi pati termodifikasi dan manfaatnya bagi kesehatan. UMM Press.
- Damat, D., Tain, A., Handjani, H., Chasanah, U., & Siskawardani, D. D. (2019). Functional cake characteristics of modified arrowroot starch (MAS) with the gelatinization-retrograde method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 532, 012017. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/532/1/012017>
- Damat, D., Setyobudi, R. H., Soni, P., Tain, A., Handjani, H., & Chasanah, U. (2020). Modified arrowroot starch and glucomannan for preserving physicochemical properties of sweet bread. *Ciência e Agrotecnologia*, 44, e014820. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044014820>
- Dupart, P., & Huber, G. R. (2003). Low shear extrusion process for manufacture of quick cooking rice. U.S. Patent No. 9,178,774.
- Esimone, C. O., Iroha, I. R., Ibezim, E. C., Okeh, C. O., & Okpana, E. M. (2006). In vitro evaluation of the interaction between tea extracts and penicillin G against *Staphylococcus aureus*. *African Journal of Biotechnology*, 5(11), 1082–1086.
- Estiasih, T., & Ahmadi, K. (2009). Teknologi pengolahan pangan. PT Bumi Aksara.

- Fornal, L., Soral-Smietana, M., & Szpenelowski, J. (1987). Chemical characteristics and physicochemical properties of the extruded mixtures of cereal starches. *Starch/Stärke*, 39(2), 75–78.
- Guillon, F., Barry, J. L., & Thibault, J. F. (1992). Effect of autoclaving sugar-beet fibre on its physicochemical properties and its in vitro degradation by human faecal bacteria. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 60(1), 69–79.
- Guy, R. (2001). *Extrusion cooking: Technologies and applications*. Woodhead Publishing.
- Haryadi. (2006). *Teknologi pengolahan beras*. UGM Press.
- Huang, D. P., & Rooney, L. W. (2002). Starches for snack foods. In E. W. Lusas & L. W. Rooney (Eds.), *Snack food processing* (pp. 127–147). CRC Press.
- Kristanto, D. (2008). *Buah naga pembudidayaan di pot dan di kebun*. Penebar Swadaya.
- Kusuma, W. I., Santosa, G. W., & Pramesti, R. (2013). Pengaruh konsentrasi NaOH yang berbeda terhadap mutu agar rumput laut *Gracilaria verrucosa*. *Journal of Marine Research*, 2(2), 120–129.
- Larrea, M. A., Chang, Y. K., & Bustos, F. M. (2005). Effect of some operational extrusion parameters on the constituents of orange. *International Journal of Food Science & Technology*, 40(8), 815–824.
- Mardiana, L. (2013). *Daun ajaib tumpas penyakit*. Penebar Swadaya.
- Marlatt, K. L., White, U. A., Beyl, R. A., Peterson, C. M., Martin, C. K., Marco, M. L., ... & Greenway, F. L. (2018). Role of resistant starch on diabetes risk factors in people with prediabetes: Design, conduct, and baseline results of the STARCH trial. *Contemporary Clinical Trials*, 65, 99–108.
- Mariati. (2001). Karakterisasi sifat fisikokimia pati dan tepung garut (*Marantha arundinacea* L.) dari beberapa varietas lokal. [Skripsi, Institut Pertanian Bogor].
- Mishra, A., Mishra, H. N., & Rao, P. S. (2012). Preparation of rice analogues using extrusion technology. *International Journal of Food Science and Technology*, 47(12), 2619–2628.
- Novisari, S., Kusnandar, F., & Budijanto, S. (2013). Pengembangan beras analog dengan memanfaatkan jagung putih. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 24(2), 194–200.
- Prodiana Setiawati, N., Santoso, J., & Purwaningsih, S. (2014). Karakteristik beras tiruan dengan penambahan rumput laut *Eucheuma cottonii* sebagai sumber serat pangan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1), 197–208.
- Rajanandh, M. G., Satidhkumar, M. N., Elango, K., & Suresh, B. (2012). *Moringa oleifera* Lam. A herbal medicine for hyperlipidemia: A preclinical report. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 2, 790–795.
- Roolof, A., Weisgerber, H., Lang, U., & Stimm, B. (2009). *Moringa oleifera* LAM. WILEY-VCH Verlag.
- Rukmana, R. (2000). *Umbi garut (Maranta arundinaceae L.)*. Bumi Aksara.
- Sari, R. K. (2014). Analisis impor beras di Indonesia. *Economic Development Analysis Journal*, 3(2), 1–9.
- SNI 01-3451. (1991). Spesifikasi persyaratan mutu pati garut. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 6128. (2008). Standar mutu beras. Badan Standardisasi Nasional.
- Sumardiono, S., Pudjihastuti, I., Poerwoprajitno, A. R., & Suswadi, M. S. (2018). Physicochemical properties of analog rice from composite flour: Cassava, green bean and hanjeli. *World Applied Sciences Journal*, 31(3), 06005.
- Susanti, R. (2017). Pengaruh penambahan wortel terhadap mutu organoleptik dan kadar β -karoten nugget ikan nila (*Oreochromis niloticus*). [Karya Tulis Ilmiah, Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang].
- Tabel Komposisi Pangan Indonesia. (2017). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Tilong, A. D. (2012). *Ternyata kelor penakhluk diabetes*. DIVA Press.

- Toripah, S. S., Abijulu, J., & Wehantouw, F. (2014). Aktivitas antioksidan dan kandungan total fenolik ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.). *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 3(4), 37–43.
- Wang, W. M., Klopfenstein, C. F., & Ponte, J. G. (1993). Effects of twin-screw extrusion on the physical properties of dietary fiber and other components of whole wheat and wheat bran and on the baking quality of wheat bran. *Cereal Chemistry*, 70(6), 707–711.
- Widara, S. S., & Budijanto, S. (2012). Study of rice analogue production from various carbohydrate sources using hot extrusion technology. [Skripsi, Institut Pertanian Bogor].
- Winarno, F. G. (2008). *Kimia pangan dan gizi* (Edisi revisi). Mbrion Press.
- Winarti, S., Djajati, S., Hidayat, R., & Jilian, L. (2018). Karakteristik dan aktivitas antioksidan beras analog dari tepung komposit (gadung, jagung, mocaf) dengan penambahan pewarna angkak. *Reka Pangan*, 12(1), 27–40.