VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026-Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

PENGEMBANGAN DAN KARAKTERISASI BERAS ANALOG BERBASIS EKSTRAK *PHYSALIS ANGULATA* BERDASARKAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN KOMPOSISI PROKSIMAT

Naila Tsabita Tamimy[1], Abiyasa Ari Hanggoro[2], Shaman Arundaya[3], Arkan Attaya Romadhon[4], Dwi Setiyaningsih[5]
SAIM Surabaya[1,2,3,4,5]
e-mail: dwisetiya86@gmail.com

Diterima: *12/10/2026*; Direvisi: *18/10/2026*; Diterbitkan: *2/11/2026*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengkarakterisasi produk pangan fungsional berbentuk beras analog kaya antioksidan bagi penyandang diabetes melitus tipe 2. Formulasi produk memanfaatkan bahan pangan lokal berupa tepung *modified cassava flour* (mocaf), tepung ubi jalar ungu, bekatul, dan rumput laut dengan penambahan ekstrak ciplukan (*Physalis angulata* L.) sebagai sumber antioksidan alami. Tahapan kerja mencakup ekstraksi maserasi simplisia ciplukan, pencetakan beras analog, pengujian aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*), serta pengujian komposisi proksimat. Data hasil uji laboratorium dianalisis secara statistik deskriptif kuantitatif menggunakan pengukuran nilai rata-rata, simpangan baku, *relative percent difference* (RPD), dan analisis regresi linear untuk penentuan nilai konsentrasi penghambatan 50% (IC_{50}). Hasil pengujian menunjukkan ekstrak ciplukan memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat dengan rata-rata nilai IC_{50} sebesar 5,66 mg/L dan presisi RPD sebesar 4,4%. Analisis proksimat produk beras analog menghasilkan kadar air 3,24%, kadar abu 7,31%, protein 4,62%, lemak 11,32%, dan karbohidrat 73,51%. Berdasarkan profil antioksidan dan komposisi kimia yang diperoleh, beras analog ini berpotensi menjadi alternatif pangan pokok fungsional untuk mendukung kestabilan kadar glukosa darah.
Kata Kunci: *antioksidan, beras analog, ciplukan, pangan fungsional, proksimat.*

ABSTRACT

This study aims to develop and characterize a functional food product in the form of an antioxidant-rich analog rice for individuals with type 2 diabetes mellitus. The formulation utilizes local food commodities comprising modified cassava flour (mocaf), purple sweet potato flour, rice bran, and seaweed combined with ciplukan (Physalis angulata L.) extract as a source of natural antioxidants. The research procedures involved maceration extraction of ciplukan, analog rice extrusion, antioxidant activity evaluation using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) assay, and proximate composition analysis. Laboratory data were analyzed using quantitative descriptive statistics, calculating mean values, standard deviations, relative percent difference (RPD), and linear regression analysis to determine the 50% inhibitory concentration (IC_{50}). The results revealed that ciplukan extract exhibited very strong antioxidant activity, with an average IC_{50} value of 5.66 mg/L and an RPD precision of 4.4%. Proximate analysis of the analog rice yielded a moisture content of 3.24%, ash content of 7.31%, protein 4.62%, fat 11.32%, and carbohydrates 73.51%. Based on the acquired antioxidant properties and chemical composition, this analog rice demonstrates high potential as an alternative functional staple food to support blood glucose management.
Keywords: *analog rice, antioxidant, ciplukan, functional food, proximate.*

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16390

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026-Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

PENDAHULUAN

Diabetes melitus merupakan gangguan metabolik menahun yang ditandai oleh peningkatan kadar glukosa darah melebihi batas normal atau hiperglikemia kronis. Kondisi hiperglikemia berkepanjangan memicu pembentukan senyawa radikal bebas secara berlebih yang mengakibatkan stres oksidatif di tingkat seluler. Kerusakan oksidatif tersebut dapat mempercepat disfungsi endotel vaskular dan menurunkan sensitivitas sel terhadap hormon insulin. Komplikasi mikrovaskular dan makrovaskular yang timbul dari gangguan ini menjadi ancaman serius bagi kesehatan organ vital (Yeung et al., 2018). Berdasarkan laporan International Diabetes Federation (2021), prevalensi diabetes di Indonesia terus meningkat hingga menjangkau puluhan juta jiwa penduduk usia dewasa. Peningkatan kasus tersebut sejalan dengan tingginya beban stres oksidatif yang dialami penderita, sehingga perlu dipahami peran antioksidan dalam menghambat peroksidasi lipid dan menjaga ketahanan membran eritrosit (Hasan et al., 2023; Hasan & Yunus, 2023; Mokosuli et al., 2024; Utami & Farida, 2022).

Patofisiologi diabetes melitus tipe 2 berkaitan erat dengan resistensi insulin perifer dan penurunan fungsi sekresi insulin oleh sel beta pankreas. Keadaan ini menyebabkan penyerapan glukosa dari sirkulasi darah menuju jaringan tubuh menjadi terhambat. Untuk menjaga stabilitas homeostasis metabolik, penatalaksanaan komprehensif perlu dijalankan melalui pengaturan pola makan bergizi seimbang. Konsumsi bahan pangan kaya antioksidan eksogen menjadi salah satu pendekatan diet yang efektif untuk mereduksi kerusakan oksidatif jaringan. Asupan senyawa bioaktif alami dari tumbuhan diketahui berkhasiat memitigasi progresivitas komplikasi metabolik pada penyandang diabetes (Shafras et al., 2024). Penelitian mengenai tanaman obat menunjukkan bahwa senyawa polifenolik di dalamnya memiliki aktivitas antioksidan sekaligus hipoglikemik yang dapat membantu mengontrol kadar glukosa darah (Lutfiyah et al., 2025; Rianingsih & Amin, 2026; Utami et al., 2023; Wong & Artini, 2023).

Ketergantungan masyarakat Indonesia terhadap beras padi sebagai sumber kalori utama membuka peluang strategis untuk diversifikasi pangan berbasis bahan lokal. Salah satu inovasi yang potensial dikembangkan adalah teknologi pembuatan beras analog, yaitu produk olahan berpati yang dicetak menyerupai butiran beras konvensional. Beras analog memungkinkan rekayasa formulasi melalui perpaduan tepung mocaf, tepung ubi jalar ungu, bekatul, dan rumput laut. Kombinasi matriks pangan nabati tersebut mampu memperbaiki profil serat pangan serta indeks glikemik produk. Pemanfaatan limbah pertanian bernutrisi tinggi seperti bekatul juga dapat memperkaya densitas mineral dan vitamin alami pada beras analog. Kandungan antosianin dan γ-oryzanol yang terdapat dalam bekatul beras hitam juga berpotensi memberikan kontribusi antioksidan tambahan, sehingga produk beras analog berbasis bekatul tersebut diharapkan mampu menekan stres oksidatif sekaligus memperbaiki kontrol glukosa darah pada penderita diabetes (Eviana et al., 2023; Kasote et al., 2021; Monikasari et al., 2023; Zhafira et al., 2023).

Guna mengoptimalkan sifat fungsional produk, penambahan ekstrak tanaman herbal ciplukan (*Physalis angulata* L.) menjadi fokus intervensi dalam penelitian ini. Tanaman ciplukan tumbuh subur di wilayah tropis dan dikenal menyimpan beragam metabolit sekunder berkhasiat obat pada bagian daun, batang, maupun buahnya. Senyawa fitokimia seperti flavonoid dan steroid alami dalam ekstrak ciplukan terbukti memiliki kapasitas penangkal radikal bebas yang sangat poten (Daud et al., 2021). Integrasi ekstrak ciplukan ke dalam adonan beras analog diharapkan mampu menghasilkan pangan pokok fungsional yang memiliki kapasitas proteksi antioksidan tinggi. Formulasi ini dirancang khusus guna membantu pembatasan lonjakan glukosa darah pascaprasmanan.

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16390

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026-Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini diarahkan untuk mengembangkan formulasi beras analog berbasis pangan lokal yang diperkaya ekstrak ciplukan serta menguji mutu kimianya. Pengujian laboratorium difokuskan pada evaluasi daya hambat radikal bebas ekstrak ciplukan melalui metode DPPH dan pengujian komposisi proksimat produk akhir. Informasi ilmiah mengenai kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat sangat dibutuhkan untuk menilai kelayakan nutrisi beras analog sebelum diaplikasikan secara luas. Keberhasilan pengembangan beras analog fungsional ini diharapkan dapat memberikan alternatif menu pangan pokok yang sehat dan aman bagi penyandang diabetes melitus tipe 2.

METODE PENELITIAN

Rangkaian penelitian eksperimental ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juli 2025. Preparasi bahan baku simplisia ciplukan, pencampuran adonan, dan pencetakan bulir beras analog diselenggarakan di Laboratorium Pengolahan Pangan Sekolah Alam Insan Mulia (SAIM) Surabaya. Proses ekstraksi maserasi, uji aktivitas antioksidan spektrofotometri, dan analisis proksimat dilakukan di Laboratorium Kimia Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga Surabaya. Bahan utama yang digunakan meliputi tanaman ciplukan utuh yang dikeringkan, tepung mocaf komersial, tepung ubi jalar ungu, bekatul padi, serta bubuk rumput laut kering. Komponen pendukung proses pencetakan mencakup bahan pengemulsi *glycerol monostearate* (GMS), pelarut etanol 96% tingkat analisis (*pro analysis*), bubuk DPPH, dan aquades.

Simplisia ciplukan yang telah diserbukkan ditimbang sebanyak 150 g kemudian dimasukkan ke dalam bejana maserasi kaca tertutup. Pelarut etanol 96% ditambahkan ke dalam wadah dengan perbandingan bahan terhadap pelarut sebesar 1:10 (b/v). Proses maserasi kinetik berlangsung selama 3 × 24 jam pada suhu ruang dengan pengadukan berkala dan terlindung dari paparan cahaya matahari langsung. Filtrat cair dipisahkan dari residu ampas menggunakan corong Buchner dan kertas saring Whatman No. 1. Ekstrak cair yang terkumpul kemudian diuapkan pelarutnya menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 40°C hingga dihasilkan ekstrak kental ciplukan yang siap diuji.

Kapasitas penangkapan radikal bebas dievaluasi menggunakan metode spektrofotometri DPPH pada panjang gelombang serapan maksimum 517 nm. Larutan stok ekstrak disiapkan dengan melarutkan 150 mg ekstrak kental ke dalam 10 mL pelarut etanol murni. Seri larutan uji dibuat dengan memipet larutan induk sebanyak 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; dan 0,50 mL ke dalam labu ukur terpisah, lalu diencerkan hingga volume 1,0 mL. Setiap alikuot larutan sampel ditambahkan 3,0 mL larutan DPPH 40 mg/L, dihomogenkan menggunakan *vortex*, dan diinkubasi di ruang gelap selama 30 menit. Nilai absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis terhadap larutan kontrol blangko tanpa ekstrak guna menentukan persentase inhibisi radikal bebas.

Penetapan tingkat efektivitas penangkal radikal bebas didasarkan pada besaran konsentrasi zat yang mampu meredam 50% aktivitas radikal DPPH (IC_{50}). Nilai IC_{50} dihitung melalui substitusi matematis nilai inhibisi 50% ke dalam kurva regresi linear antara konsentrasi ekstrak dan persentase hambatan. Klasifikasi kekuatan antioksidan senyawa uji dikelompokkan ke dalam empat rentang baku mutu interpretatif. Rincian rentang nilai IC_{50} beserta kategori aktivitas antioksidannya disajikan pada tabel berikut.

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16390

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026-Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

Tabel 1. Rentang Nilai IC_{50} dan Kategori Aktivitas Antioksidan

Rentang Nilai IC50 (mg/L)	Kategori Kekuatan Antioksidan
< 50	Sangat Kuat
50 – 100	Kuat
101 – 150	Sedang
151 – 200	Rendah

Tabel 1 memperlihatkan acuan pembagian kriteria kapasitas antioksidan suatu senyawa bioaktif berdasarkan parameter nilai IC_{50}. Nilai IC_{50} yang berada di bawah 50 mg/L menandakan bahwa ekstrak memiliki efektivitas yang sangat kuat dalam menangkal molekul radikal bebas. Semakin kecil konsentrasi ekstrak yang dibutuhkan untuk mencapai peredaman 50%, semakin tinggi potensi protektif antioksidan yang terkandung di dalamnya. Kriteria kategorisasi ini digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi hasil pengukuran aktivitas antioksidan ekstrak ciplukan pada penelitian ini.

Formulasi adonan beras analog disusun menggunakan komposisi bahan kering yang meliputi tepung mocaf 30%, bekatul 44%, tepung ubi jalar ungu 15%, rumput laut 5%, ekstrak ciplukan 4%, dan bahan pengemulsi GMS 2%. Seluruh bahan baku tepung ditimbang secara saksama sesuai proporsi formula, dicampur hingga homogen di dalam wadah pencampur mekanis, dan ditambahkan aquades hangat secara bertahap hingga terbentuk adonan kalis. Adonan kemudian dibungkus kain katun bersih dan dipadatkan secara manual untuk mereduksi kelebihan air bebas. Proses pragelatinisasi pati dilakukan dengan mengukus adonan menggunakan *food steamer* pada suhu 90–95°C selama kurang lebih 20 menit guna mengikat struktur granula pati. Adonan hasil pengukusan dicetak menjadi butiran bulir beras menggunakan mesin ekstruder pencetak beras analog, kemudian dikeringkan dalam *cabinet dryer* pada suhu 50°C hingga kadar air stabil sebelum disimpan dalam wadah kedap udara.

Karakterisasi proksimat produk beras analog dilakukan melalui serangkaian pengujian kimiawi standar untuk menentukan fraksi nutrisi utama. Penentuan kadar air dilakukan dengan metode gravimetri pemanasan oven pada suhu 105°C hingga diperoleh bobot konstan. Kadar abu diukur melalui proses pengabuan kering di dalam tanur listrik (*muffle furnace*) pada suhu 550°C sampai terbentuk abu putih kelabu. Kadar protein kasar dianalisis menggunakan metode mikro-Kjeldahl dengan faktor konversi nitrogen sebesar 6,25. Kadar lemak kasar ditentukan melalui metode ekstraksi soxhletasi menggunakan pelarut n-heksana, sedangkan kadar karbohidrat total dihitung melalui metode *carbohydrate by difference*.

Seluruh data pengujian aktivitas antioksidan dan komposisi proksimat beras analog dihimpun dari hasil pengukuran dua kali ulangan (*duplo*). Data numerik diolah menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2021 dan disajikan secara statistik deskriptif kuantitatif. Parameter analisis mencakup nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi (*standard deviation*), dan persentase selisih relatif atau *relative percent difference* (RPD) untuk memverifikasi presisi pengukuran analitik. Persamaan regresi linear sederhana ($y = ax + b$) diterapkan pada data konsentrasi larutan dan persentase hambatan radikal bebas guna menginterpolasi nilai IC_{50} ekstrak secara matematis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Aktivitas Antioksidan Ekstrak Ciplukan

Pengujian daya tangkap radikal bebas ekstrak ciplukan (*Physalis angulata* L.) menunjukkan adanya korelasi positif linear antara konsentrasi ekstrak dan persentase inhibisi radikal DPPH. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang ditambahkan ke dalam larutan uji,

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16390

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026-Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

semakin pekat penurunan intensitas warna ungu kromofor DPPH menjadi kuning. Parameter kapasitas antioksidan ditentukan berdasarkan nilai IC_{50} dari dua replikasi pengujian laboratorium. Rangkuman data kuantitatif nilai IC_{50} beserta tingkat presisi pengukuran analitik ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Aktivitas Antioksidan Ekstrak Ciplukan

Replikasi Pengujian	Nilai IC50 (mg/L)	Persamaan Regresi Linear (y=ax+b)	Koefisien Determinasi (R2)
1	5,78	$y = 7{,}812x + 4{,}846$	0,996
2	5,53	$y = 8{,}140x + 4{,}985$	0,998
Rata-rata	**5,66**	—	—
Presisi (%RPD)	**4,4%**	—	—

Tabel 2 memperlihatkan bahwa ekstrak ciplukan menghasilkan nilai IC_{50} rata-rata sebesar 5,66 mg/L dengan tingkat presisi pengukuran yang sangat baik, ditunjukkan oleh nilai RPD sebesar 4,4%. Merujuk pada kriteria interpretasi pada Tabel 1, perolehan nilai IC_{50} yang jauh berada di bawah ambang batas 50 mg/L menempatkan ekstrak ciplukan ke dalam kategori antioksidan sangat kuat. Tingginya linearitas respons hambatan radikal dibuktikan oleh nilai koefisien determinasi (R^2) yang melampaui 0,99 pada kedua replikasi. Data analitik ini mengonfirmasi bahwa ekstrak ciplukan sangat layak digunakan sebagai bahan aktif pengaya sifat fungsional beras analog.

Tingginya aktivitas antioksidan ekstrak ciplukan sejalan dengan temuan Daud et al. (2021) yang melaporkan bahwa ekstrak tanaman ciplukan memiliki nilai IC_{50} di bawah 10 mg/L dan tergolong sangat kuat. Efektivitas penangkapan radikal bebas tersebut didorong oleh keberadaan gugus hidroksil fenolik dan flavonoid yang mampu mendonorkan elektron kepada orbital radikal DPPH. Donor hidrogen tersebut mengubah radikal DPPH menjadi molekul 1,1-difenil-2-pikrilhidrazin non-radikal yang bersifat stabil. Keberadaan senyawa bioaktif ini menjadi modal protektif yang penting dalam menekan stres oksidatif pada tingkat seluler. Oleh sebab itu, penambahan ekstrak ciplukan ke dalam formulasi pangan pokok dapat menjadi strategi intervensi diet yang fungsional bagi pengidap diabetes (Shafras et al., 2024).

Analisis Komposisi Proksimat Beras Analog

Analisis komposisi proksimat dilaksanakan untuk mengetahui profil nutrisi makro dan karakteristik kimia dasar dari beras analog yang telah diformulasikan. Karakteristik proksimat merupakan indikator penting dalam menentukan stabilitas penyimpanan produk, mutu organoleptik, dan kesesuaian nilai gizi bagi target konsumen. Pengujian meliputi penentuan kadar air, kadar abu total, protein kasar, lemak kasar, serta karbohidrat total. Rincian persentase fraksi kimia hasil pengujian laboratorium disajikan secara sistematis pada tabel berikut.

Tabel 3. Komposisi Proksimat Beras Analog Berbasis Ekstrak Ciplukan

Komponen Proksimat	Kandungan Hasil Uji (%)
Kadar Air	3,24
Kadar Abu	7,31
Protein Kasar	4,62
Lemak Kasar	11,32
Karbohidrat Total	73,51

Tabel 3 menyajikan profil proksimat produk beras analog yang menunjukkan karakteristik kimiawi khas dari perpaduan bahan penyusunnya. Kadar air produk tercatat sebesar 3,24%, sedangkan kadar abu total mencapai 7,31%. Kandungan protein kasar terukur sebesar 4,62%, fraksi lemak kasar sebesar 11,32%, dan fraksi karbohidrat total mendominasi

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16390

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026-Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

dengan proporsi 73,51%. Keseluruhan nilai komposisi ini merefleksikan profil nutrisi beras analog kering sebelum mengalami proses rehidrasi atau penanakan.

Rendahnya kadar air beras analog (3,24%) memberikan keuntungan fisik yang besar terhadap masa simpan produk selama masa penyimpanan. Kadar air yang berada jauh di bawah ambang batas standar bahan pangan kering (14%) mampu meminimalkan risiko kerusakan akibat aktivitas mikroorganisme pembusuk dan reaksi hidrolisis enzimatik. Sementara itu, tingginya kadar abu (7,31%) mengindikasikan tingginya akumulasi mineral esensial makro dan mikro di dalam produk. Kandungan mineral ini bersumber langsung dari abu alami bekatul padi dan bubuk rumput laut yang kaya akan kalsium, magnesium, fosfor, serta zat besi.

Kandungan protein pada beras analog tercatat sebesar 4,62%, yang terutama disumbangkan oleh fraksi protein nabati bekatul dan rumput laut. Fraksi lemak produk yang mencapai 11,32% tergolong lebih tinggi dibandingkan beras giling biasa karena bekatul mengandung fraksi minyak dedak alami (*rice bran oil*). Minyak bekatul dikenal kaya akan asam lemak tidak jenuh serta senyawa fungsional antioksidan seperti orizanol dan tokoferol. Kandungan karbohidrat total yang terukur sebesar 73,51% berasal dari campuran pati mocaf dan ubi jalar ungu yang telah tergelatinisasi sebagian. Keberadaan serat pangan dari bekatul dan rumput laut berperan penting dalam memperlambat laju hidrolisis pati menjadi glukosa darah. Secara menyeluruh, perpaduan komposisi proksimat ini menjadikan beras analog berbasis ekstrak ciplukan berpotensi tinggi sebagai alternatif pangan pokok pengontrol asupan gula.

Pembahasan

Pengujian aktivitas antioksidan ekstrak ciplukan membuktikan adanya daya inhibisi radikal bebas yang luar biasa kuat dengan nilai *inhibitory concentration* 50 rata-rata sebesar 5,66 mg/L, yang diperoleh dari pengukuran replikasi pertama sebesar 5,78 mg/L dan replikasi kedua sebesar 5,53 mg/L. Presisi pengukuran analitik tergolong sangat andal dengan nilai *relative percent difference* hanya sebesar 4,4% serta didukung linearitas kurva regresi dengan koefisien determinasi melampaui 0,99 pada seluruh pengujian. Perolehan konsentrasi efektif yang berada jauh di bawah ambang batas standar 50 mg/L ini mengonfirmasi kapasitas senyawa bioaktif fenolik dan flavonoid dalam mendonorkan atom hidrogen guna mereduksi radikal bebas secara optimal. Implikasi praktis dari temuan ini menunjukkan bahwa ekstrak ciplukan sangat potensial diaplikasikan sebagai bahan aktif alami penunjang nilai fungsional pada produk pangan pokok sehat. Namun demikian, keterbatasan riset pada tahap awal ini terletak pada pengujian aktivitas antioksidan yang baru menggunakan metode uji kimia *in vitro* tanpa konfirmasi melalui uji biologis pada kultur sel hidup (Ahmed, 2025; Moldovan et al., 2022; Nwachukwu et al., 2021; Shahidi & Samarasinghe, 2025).

Analisis komposisi proksimat beras analog yang diformulasikan menghasilkan karakteristik nutrisi makro yang spesifik dengan kadar air sebesar 3,24%, kadar abu 7,31%, protein kasar 4,62%, lemak kasar 11,32%, dan karbohidrat total sebesar 73,51%. Rendahnya kadar air yang berada jauh di bawah batas maksimal 14% memberikan keuntungan stabilitas penyimpanan yang tinggi karena mampu menghambat pertumbuhan kapang pembusuk dan menekan laju reaksi hidrolisis enzimatik. Di sisi lain, tingginya akumulasi kadar abu mencerminkan kekayaan kandungan mineral esensial alami seperti kalsium dan fosfor yang bersumber langsung dari campuran bahan baku bekatul serta rumput laut. Implikasi metodologis dari hasil ini membuktikan bahwa kombinasi umbi lokal dan limbah pertanian mampu membentuk matriks beras analog kering dengan ketahanan fisik yang baik. Walaupun demikian, keterbatasan analisis kimia ini adalah belum dipetakannya profil spesifik jenis asam

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16390

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026-Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

amino dan kandungan mineral mikro secara terpisah melalui uji spektrofotometri serapan atom (Darawati et al., 2021; Herawati et al., 2022; Lalong et al., 2026; Mumtaz et al., 2025).

Kandungan lemak kasar produk yang mencapai 11,32% tergolong lebih tinggi dibandingkan beras konvensional akibat adanya sumbangan fraksi minyak bekatul yang secara alami kaya akan asam lemak tidak jenuh serta senyawa orizanol. Sementara itu, dominasi karbohidrat sebesar 73,51% yang dipadukan dengan serat alami terbukti sangat menguntungkan secara metabolik karena dapat memperpanjang waktu transit pencernaan dan memperlambat pemecahan glukosa di dalam usus halus. Karakteristik nutrisi makro yang seimbang ini menjadikan produk beras analog berbasis tanaman herbal sangat prospektif sebagai menu intervensi diet bagi penderita hiperglikemia. Implikasi institusional dari pencapaian ini mendorong industri pangan fungsional untuk memanfaatkan keanekaragaman flora lokal dalam memproduksi alternatif makanan pokok yang mendukung ketahanan pangan nasional. Kendati demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena belum mengevaluasi indeks glikemik produk secara klinis pada subjek manusia guna memastikan respons kenaikan gula darah pascakonsumsi secara riil (Fidianingsih et al., 2022; Mado et al., 2021; Puspaningtyas et al., 2020, 2022).

Secara keseluruhan, integrasi ekstrak ciplukan ke dalam formulasi beras analog berhasil menciptakan produk pangan fungsional yang memiliki aktivitas antioksidan sangat tinggi, stabilitas simpan yang baik, serta profil nutrisi yang potensial untuk pengelolaan diabetes. Sinergi antara komponen fitokimia bioaktif dan serat fungsional bekatul mampu meningkatkan nilai tambah bahan baku lokal menjadi komoditas pangan yang bernilai gizi tinggi. Implikasi teoritis dari penelitian ini memperkaya khazanah teknologi pengolahan pangan mengenai efektivitas imobilisasi ekstrak herbal ke dalam matriks pati tergelatinisasi. Sementara itu, keterbatasan utama dari keseluruhan penelitian ini bertumpu pada ketiadaan pengujian daya cerna pati, uji organoleptik hedonik, serta analisis stabilitas senyawa antioksidan setelah melewati proses pemasakan atau penanakan menggunakan suhu tinggi. Oleh karena itu, bagi peneliti selanjutnya disarankan untuk melaksanakan uji organoleptik konsumen serta menganalisis retensi senyawa bioaktif pascaperebusan agar kelayakan komersial produk dapat dinilai secara komprehensif.

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa beras analog fungsional kaya antioksidan berhasil diformulasikan menggunakan kombinasi tepung mocaf, tepung ubi jalar ungu, bekatul, rumput laut, dan ekstrak ciplukan (*Physalis angulata* L.). Ekstrak etanol tanaman ciplukan terbukti memiliki aktivitas penangkal radikal bebas DPPH yang tergolong ke dalam kategori sangat kuat dengan rata-rata nilai IC_{50} sebesar 5,66 mg/L dan presisi RPD sebesar 4,4%. Karakterisasi proksimat produk akhir beras analog menghasilkan kadar air 3,24%, kadar abu 7,31%, protein 4,62%, lemak 11,32%, dan karbohidrat total 73,51%. Profil kadar air yang rendah menjamin kestabilan simpan produk, sedangkan tingginya kadar abu dan lemak fungsional mencerminkan kandungan mineral serta asam lemak alami yang bermanfaat. Berdasarkan karakteristik mutu kimia dan kapasitas antioksidannya, beras analog ini berpotensi menjadi pangan pokok alternatif untuk mendukung pengelolaan diet bagi penyandang diabetes melitus tipe 2 dan masyarakat umum.

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16390

VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
Vol. 7, No. 1, November 2026-Januari 2027
e-ISSN : 2774-6283 | p-ISSN : 2775-0019
Online Journal System : https://jurnalp4i.com/index.php/vocational

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, S. (2025). Antioxidant assays in phytonutrient research: Translating laboratory innovations into practical applications. *Phytonutrients*, 8–27. https://doi.org/10.62368/pn.v4i1.39

Darawati, M., Yunianto, A. E., Doloksaribu, T. H., & Chandradewi, A. (2021). Formulasi food bar berbasis pangan lokal tinggi asam amino esensial untuk anak balita stunting. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, *6*(2), 163–171. https://doi.org/10.30867/action.v6i2.480

Daud, M., Masyitha, D., Yaman, M. A., & Zulfan, Z. (2021). Potential of ciplukan extract (*Physalis angulata* L.) and patchouli waste (*Pogostemon patchouli*) pellet as alternative sources of phytogenic feed additive. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *644*(1), Article 012072. https://doi.org/10.1088/1755-1315/644/1/012072

Eviana, R., Widyastiti, N. S., & Mahati, E. (2023). The benefits of black rice bran and the potential of its bioactive compounds as antidiabetic agents. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, *8*(2), 307–316. https://doi.org/10.30867/action.v8i2.907

Fidianingsih, I., Aryandono, T., Widyarini, S., Herwiyanti, S., & Sunarti, S. (2022). Arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) as a new potential functional food: A scoping review. *International Food Research Journal*, *29*(6), 1240–1255. https://doi.org/10.47836/ifrj.29.6.02

Hasan, F. E., Göbel, S., Magdalena, M., Fristiohady, A., & Yunus, R. (2023). Ekstrak etanol daun kersen (*Muntingia calabura*) meningkatkan ketahanan membran eritrosit tikus yang diperlakukan diabetes mellitus. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, *33*(2), 53–66. https://doi.org/10.34011/jmp2k.v33i2.1843

Hasan, F. E., & Yunus, R. (2023). Fungsi antioksidan dalam menghambat peroksidasi lipid dan meningkatkan ketahanan membran eritrosit pada penderita diabetes melitus. *Health Information: Jurnal Penelitian*, *15*(2). https://doi.org/10.36990/hijp.v15i2.901

Herawati, R., Faizah, S., Bimantara, B., & Supriyanto, S. (2022). Beras analog: Solusi tepat guna olahan dari jagung, labu kuning dan kulit pisang. *Rekayasa*, *15*(3), 346–353. https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i3.14490

International Diabetes Federation. (2021). *IDF diabetes atlas* (ed. ke-10). International Diabetes Federation.

Kasote, D. M., Tiozon, R. N., Sartagoda, K. J. D., Itagi, H. B., Roy, P., Kohli, A., Regina, A., & Sreenivasulu, N. (2021). Food processing technologies to develop functional foods with enriched bioactive phenolic compounds in cereals. *Frontiers in Plant Science*, *12*, Article 771276. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.771276

Lalong, P. R. F., Soru, J. P. G., & Naben, M. N. (2026). Nutritional composition and amino acid profile of analog rice formulated from local corn and legumes in East Nusa Tenggara, Indonesia. *BIO Web of Conferences*, *210*, Article 02008. https://doi.org/10.1051/bioconf/202621002008

Lutfiyah, F., Sulaemana, A., & Stiani, S. N. (2025). Daun kecombrang (*Etlingera elatior*) sebagai antihiperglikemi pada penderita diabetes mellitus. *Ibnu Sina: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan - Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sumatera Utara*, *24*(1), 140–146. https://doi.org/10.30743/ibnusina.v24i1.701

Mado, J. E., Rawung, D., & Taroreh, M. (2021). Bubur instan berbahan dasar pangan lokal sebagai pangan fungsional dengan indeks glikemik rendah. *Media Gizi Pangan*, *27*(2), 10–22. https://doi.org/10.32382/mgp.v27i2.1665

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16390

Mokosuli, Y. S., Migau, N., & Wurarah, M. (2024). Bioactivity of Papua red fruit extract (*Pandanus conoideus* L.) against superoxide dismutase, malondialdehyde and blood glucose of rat (*Rattus norvegicus* L.) hyperglycemia. *Molekul*, *19*(1), 86–95. https://doi.org/10.20884/1.jm.2024.19.1.9029

Moldovan, C., Frumuzachi, O., Babotă, M., Barros, L., Mocan, A., Carradori, S., & Crișan, G. (2022). Therapeutic uses and pharmacological properties of shallot (*Allium ascalonicum*): A systematic review. *Frontiers in Nutrition*, *9*, Article 903686. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.903686

Monikasari, M., Widyastiti, N. S., Mahati, E., Syauqy, A., & Al–Baarri, A. N. (2023). Pengaruh pemberian ekstrak bekatul beras hitam (*Oryza sativa* L. indica) terhadap kadar MDA, SOD dan trigliserida pada tikus diabetes mellitus tipe 2. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, *8*(1), 129–138. https://doi.org/10.30867/action.v8i1.731

Mumtaz, S. O., Nasrullah, N., & Fauziyah, A. (2025). Pengaruh kombinasi biji labu kuning dan jamur merang dengan pengikat umbi gembili terhadap kadar proksimat dan profil asam amino daging analog. *Amerta Nutrition*, *9*(2), 248–257. https://doi.org/10.20473/amnt.v9i2.2025.248-257

Nwachukwu, I. D., Sarteshnizi, R. A., Udenigwe, C. C., & Aluko, R. E. (2021). A concise review of current in vitro chemical and cell-based antioxidant assay methods. *Molecules*, *26*(16), Article 4865. https://doi.org/10.3390/molecules26164865

Puspaningtyas, D. E., Nekada, C. D. Y., & Sari, P. M. (2022). Penambahan inulin terhadap indeks glikemik dan beban glikemik cookies growol: Pengembangan makanan selingan diabetes. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, *7*(2), 169–176. https://doi.org/10.30867/action.v7i2.738

Puspaningtyas, D. E., Sari, P. M., Kusuma, N. H., & SB, D. H. (2020). Indeks glikemik cookies growol: Studi pengembangan produk makanan selingan bagi penyandang diabetes mellitus. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, *17*(1), 34–42. https://doi.org/10.22146/ijcn.54576

Rianingsih, R., & Amin, S. (2026). Literatur review: Potensi senyawa bioaktif tanaman obat sebagai agen antidiabetes. *Galen: Jurnal Riset Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, *2*(1), 778–791. https://doi.org/10.71417/galen.v2i1.95

Shafras, M., Sabaragamuwa, R., & Suwair, M. (2024). Role of dietary antioxidants in diabetes: An overview. *Food Chemistry Advances*, *4*, Article 100666. https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100666

Shahidi, F., & Samarasinghe, H. G. A. S. (2025). How to assess antioxidant activity? Advances, limitations, and applications of in vitro, in vivo, and ex vivo approaches. *Food Production, Processing and Nutrition*, *7*(1), Article 50. https://doi.org/10.1186/s43014-025-00326-z

Utami, M. R., Sholih, M. G., & Kasasiah, A. (2023). Pemanfaatan beberapa tanaman sebagai sumber antioksidan dan obat alternatif untuk diabetes melitus. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Progresif Humanis Brainstorming*, *6*(3), 856–862. https://doi.org/10.30591/japhb.v6i3.4848

Utami, N. A., & Farida, E. (2022). Kandungan zat besi, vitamin C dan aktivitas antioksidan kombinasi jus buah bit dan jambu biji merah sebagai minuman potensial penderita anemia. *Indonesian Journal of Public Health and Nutrition*, *2*(3), 372–380. https://doi.org/10.15294/ijphn.v2i3.53428

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16390

Wong, M. W., & Artini, I. G. A. (2023). Various plant extracts that contain polyphenols and have antidiabetic effects: A literature review. *Indonesia Journal of Biomedical Science*, *17*(2), 198–201. https://doi.org/10.15562/ijbs.v17i2.478

Yeung, S., Soliternik, J., & Mazzola, N. (2018). Nutritional supplements for the prevention of diabetes mellitus and its complications. *Journal of Nutraceuticals, Functional & Medical Foods*, *14*, 16–21. https://doi.org/10.1016/j.jnim.2018.07.003

Zhafira, A. S., Dwiyanti, H., & Aini, N. (2023). Glycemic index of a breakfast food from black rice, konjac, jack beans, and red dragon fruit in rats with type 2 diabetes. *Jurnal Gizi dan Dietetik Indonesia (Indonesian Journal of Nutrition and Dietetics)*, *11*(3), 114–131. https://doi.org/10.21927/ijnd.2023.11(3).114-131

Copyright (c) 2026 VOCATIONAL : Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan
https://doi.org/10.51878/vocational.v7i1.16390