



**BERAS ARTIFISIAL BERBAHAN KULIT SINGKONG [*Manihot esculenta*] BERINDEKS GLIKEMIK RENDAH UNTUK PANGAN ALTERNATIF DIABETES MELITUS
(ARTIFICIAL RICE MADE FROM CASSAVA [*Manihot esculenta*] PEEL WITH A LOW GLYCEMIC INDEX FOR ALTERNATIVE FOOD FOR DIABETES MELLITUS)**

Firdaus, Aulia Aorama, Salshabila Nadya, Viona Izzatul Milla
Departemen Gizi, Program Studi S-1 Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Andalas, Limau Manis, Kecamatan Pauh,
Kota Padang, Sumatera Barat, Indonesia. 25175
E-mail: firdaus@ph.unand.ac.id

Diterima: 01-05-2024

Direvisi: 25-5-2024

Disetujui: 28-6-2024

ABSTRACT

Diabetes is a chronic disease that can occur if the body is unable to use the insulin it produces effectively. People with diabetes have special dietary arrangements that are different from non-diabetic people. One of them is by consuming foods with a low glycemic index. Cassava peel has good potential for development. Artificial rice from cassava peel waste, besides having good nutritional content, is also very minimally used, especially in the city of Padang. This research aims to develop analog rice from cassava peel waste, which has the potential to have a low glycemic index and be an alternative food for people with diabetes. The method of this research is that this research uses an experimental test method using a randomized design comparing cassava peel flour and sago starch flour with the ratio F1(60:40), F2(70:30), and F3(80:20). Organoleptic tests were carried out on 30 semi-trained panelists. Data analysis used software with the Kruskal Wallis and Mann Whitney tests at a 5% level. The Glycemic Index test was carried out by taking blood using a finger prick test or glucometer at 0, 30, 60, 90, and 120 minutes. Results: From organoleptic and proximate testing, the best formulation was obtained, namely F3(80:20). The nutritional content of this formulation is 3.51% ash content; fat content 6.3%; protein content 1.64%; carbohydrates 81.16%; amylose 16.47%; crude fiber 6.07%; dietary fiber 29.14%. The glycemic index result was 20.63. Artificial rice from cassava skin has a low glycemic index, so it has the potential as a food for diabetes mellitus.

Keywords: artificial rice, diabetes mellitus, cassava peel, glycemic index, alternative food

ABSTRAK

Diabetes merupakan penyakit kronis yang dapat terjadi apabila tubuh tidak mampu menggunakan insulin yang diproduksi secara efektif. Orang dengan diabetes memiliki pengaturan pola makan khusus yang berbeda dengan orang non diabetes. Salah satunya dengan mengonsumsi pangan berindeks glikemik rendah. Kulit singkong memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan. Beras artificial dari limbah kulit singkong selain memiliki kandungan gizi yang baik, limbah kulit singkong juga sangat minim dimanfaatkan terutama di Kota Padang. Tujuan dari riset ini adalah mengembangkan beras analog dari limbah kulit singkong yang berpotensi memiliki indeks glikemik rendah sebagai pangan alternatif penderita diabetes. Metode uji eksperimental menggunakan rancangan acak pembandingan tepung kulit singkong dan tepung pati sagu dengan perbandingan F1(60:40), F2(70:30), F3(80:20). Uji Tingkat kesukaan dilakukan pada 30 panelis semi terlatih. Analisis data menggunakan software dengan Uji *Kruskal Wallis* dan uji *Mann Whitney* taraf 5%. Uji Indeks Glikemik dilakukan pengambilan darah kemudian diukur dengan alat finger prick test atau glukometer pada menit ke 0, 30, 60, 90 dan 120. Hasil uji organoleptik dan proksimat didapatkan formulasi terbaik yaitu F3(80:20). Kandungan gizi dari formulasi ini adalah kadar abu 3,51%; kadar lemak 6,3%; kadar protein 1,64%; karbohidrat 81,16%; amilosa 16,47%; serat kasar 6,07%; serat pangan 29,14%. Hasil indeks glikemik adalah 20,63. Beras artificial dari kulit singkong memiliki indeks glikemik rendah sehingga berpotensi sebagai pangan penderita diabetes mellitus. [Penel Gizi Makan 2024, 47(1):1-12]

Kata kunci: beras artificial, diabetes mellitus, kulit singkong, indeks glikemik, pangan alternatif

PENDAHULUAN

Diabetes merupakan penyakit kronis yang dapat terjadi apabila tubuh tidak mampu menggunakan insulin yang diproduksi secara efektif. Pada tahun 2021, tercatat sekitar 537 juta orang yang mengidap penyakit diabetes. Sekitar 6,7 juta orang yang berusia 20-79 tahun meninggal dunia dan dari jumlah ini diproyeksikan pada tahun 2045 mencapai 783 orang yang mengidap penyakit diabetes. Saat ini Indonesia menduduki peringkat kelima dari seluruh negara dengan jumlah penderita diabetes pada orang yang berusia 20-79 tahun sekitar 19,5 juta orang akan diperkirakan di tahun 2045 penderita diabetes di Indonesia sekitar 28,6 juta orang^{1,2}.

Orang dengan diabetes memiliki pengaturan pola makan khusus yang berbeda dengan orang non diabetes. Penderita diabetes harus memperhatikan pangan yang dimakan yaitu tinggi serat, pemilihan jenis karbohidrat yang tepat, serta berindeks glikemik rendah sehingga kadar glukosa pada tubuh penderita diabetes tidak naik secara signifikan³. Makanan yang mengandung indeks glikemik tinggi dapat meningkatkan resistensi insulin dan penurunan kerja pankreas karena memproduksi insulin lebih banyak sehingga berhubungan positif terhadap peningkatan risiko penyakit diabetes⁴.

Saat ini, ketersediaan bahan pangan dengan indeks glikemik rendah di Indonesia masih sangat terbatas. Sedangkan makanan pokok sebagian besar masyarakat Indonesia terutama sumber karbohidrat nasi, yang memiliki indeks glikemik sebesar 92 ± 6 yang termasuk makanan dengan indeks glikemik tinggi.

Salah satu faktor yang memengaruhi indeks glikemik pangan adalah kadar serat. Serat pangan dapat membentuk suatu matriks diluar granula pati sehingga dapat menyebabkan penurunan dari jumlah karbohidrat yang dicerna. Serat pangan sangat diperlukan oleh tubuh penderita diabetes karena serat pangan dapat mereduksi absorpsi glukosa pada usus kecil^{5,6}. Produk pangan yang dapat disebut sumber serat jika mengandung serat pangan minimal 3 persen, untuk tinggi serat jika mengandung serat pangan minimal 6 persen⁷.

Kota Padang memiliki potensi dalam pengembangan beras artifisial berbagan baku kulit singkong, produksi singkong pada tahun 2021 sekitar 767,63 ton dengan luas lahan panen 20 hektar⁸. Sisa kulit singkong yang merupakan limbah dari industri oleh-oleh khas Sumatera Barat memiliki potensi untuk dikembangkan, tidak kurang dari 200 industri

oleh-oleh keripik singkong yang tersebar di Sumatera barat⁹. Kulit singkong memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan karena dalam 100 gram kulit singkong terdapat 8,11 gram protein; 15,20 gram serat kasar; 0,22 gram pektin; 1,29 gram lemak; 0,63 gram kalsium¹⁰. meski demikian kulit singkong mengandung zat antinutrisi dalam bentuk asam cianida (HCN) yang relatif tinggi berkisar antara 40.33-710.95 mg/kg¹¹, keberadaan HCN dapat menyebabkan masalah bagi kesehatan. HC dapat menghambat penggunaan oksigen oleh sel sehingga dapat menyebabkan kehilangan kesadaran, henti napas, dan yang paling parah adalah kematian¹², sehingga diperlukan perlakuan tertentu dalam proses persiapan bahan kulit singkong menjadi tepung singkong untuk mengurangi dan menghilangkan kadar HCN.

Tujuan dari riset ini adalah mengembangkan beras analog dari limbah kulit singkong yang berpotensi memiliki indeks glikemik rendah sebagai pangan alternatif penderita diabetes.

METODE

Penelitian dilaksanakan merupakan uji eksperimen pembuatan beras artifisial, uji organoleptik, uji proksimat dan pengukuran nilai indeks glikemik formulasi terbaik. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Dietetik Penyelenggara Makanan Prodi Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas, dan uji proksimat dilakukan di laboratorium Jasa Vahana *Scientific Laboratory* Padang.

Kulit singkong diperoleh dari salah satu pengrajin oleh-oleh olahan keripik singkong balado (Sanjai) khas Sumatera Barat Mas Rohim yang terletak di Jl. Sawahan Dalam Kota Padang. Karena kandungan HCN pada Kulit singkong yang cukup tinggi¹⁰ diperlukan perlakuan tertentu untuk mengurangi serta menghilangkan kadar HCN pada kulit singkong. Pencucian dapat mengurangi kadar HCN sedangkan pemanasan dan pengeringan dalam waktu tertentu terbukti dapat mengurangi dan menghilangkan kadar HCN pada singkong¹³. Oleh sebab itu setelah dilakukan pengelupasan Kulit singkong kulit ari bagian luar secara manual, kulit yang telah dikupas kemudian dicuci hingga bersih guna menghilangkan kotoran/getah pada kulit. Setelah dibersihkan kulit singkong kemudian dilakukan perebusan selama 2 jam dan dilakukan pengeringan dengan menggunakan oven suhu 60°C selama 3 hari kemudian kulit singkong yang telah kering dilakukan penepungan dengan menggunakan mesin

penggiling tepung, diayak dan terbentuklah tepung kulit singkong.

Proses pembuatan beras artifisial dengan Mencampurkan tepung kulit singkong dan air sedikit demi sedikit ke dalam baskom hingga merata, dengan konsistensi tidak lunak/encer, dan tidak ada penggumpalan agar saat pencetakan beras tidak patah atau mudah dalam pencetakan, adona kemudian dilakukan pengadukan secara manual dan ditambahkan asam askorbat 0,6%, GMS, garam, dan tepung tapioka kemudian dilakukan pengadukan kembali hingga merata. Kemudian adonan dibentuk lalu dipotong kecil-kecil dan dipadatkan. Selanjutnya pengukusan adonan dilakukan dalam panci dengan suhu 90°C selama 25, 30, dan 35 menit. Waktu tersebut bertujuan mengetahui lama pengukusan yang tepat untuk menghasilkan beras dengan kualitas yang baik. Tujuan dari pengukusan agar terjadi proses gelatinisasi pati sehingga kulit singkong dapat menyatu menjadi butiran beras. Adonan Kemudian dicetak dengan menggunakan alat ekstruder, hasil butiran yang diperoleh kemudian dikeringkan pada alat pengering hingga diperoleh kadar air rendah dan dihasilkan buliran beras artifisial yang seragam.

Tepung kulit singkong digunakan guna pemanfaatan limbah dari industri oleh-oleh berbasis singkong yang ketersediaannya sangat melimpah di Sumatera Barat dan dianggap sebagai limbah industri, tepung pati sagu digunakan sebagai perekat granula pati pada adonan tepung kult singong, karagenan digunakan padad formulasi sebagai agen pengental dan penstabil sehingga diperoleh beras artifisial dengan bentuk yang baik. GMS ditambahkan sebagai pengemulsi guna meningkatkan tekstur dan memperbaiki stabilitas adonan beras artifisial, sedangkan asam askorbat digunakan untuk mencegah reaksi *browning* / pencoklatan dengan kondisi asam pada saat pengukusan pada kondisi asam, ikatan glikosodik pada pati tidak mengalami pemecahan sehingga reaksi pencoklatan dapat dihindari sehingga menghasilkan beras artifisial dengan warna cerah¹⁴.

Alat dan bahan yang digunakan untuk pembuatan beras artifisial adalah mixer, baskom, sendok, timbangan, blender, pisau, ayakan 80 mesh, plastik, oven, thermometer, kual, pencetak. Bahan dalam pembuatan beras artifisial yakni tepung kulit singkong, tepung pati sagu, karagenan, asam askorbat, gliserol monostrearat (GMS), garam dan air.

Uji proksimat untuk menganalisis kandungan gizi meliputi kadar abu dengan metode gravimetri, kadar protein dengan metode kjeldhal, kadar lemak total dengan metode ekstruksi soxhlet, kadar karbohidrat dengan metode *by difference*, kadar serat pangan dengan metode TDF, adar serat kasar dengan metode gravimetri, dan kadar amilosa dengan metode spektrofotometer agilent technoles cary 845 UV-Vis.

Uji Organoleptik meliputi uji hedonik dan mutu hedonik dilakukan dengan menggunakan 30 panelis semi terlatih yakni mahasiswa prodi S1 Gizi FKM Unand meliputi tingkat kesukaan (hedonik) terhadap variable warna, aroma, rasa, dan tekstur dengan skala 1-7 pada masing-masing variabel uji dan mutu hedonik skala 1-7 antara lain warna(gelap-terang), aroma (langu-harum), rasa (pahit-manis), dan tekstur (pulen-pera).

Pengukuran nilai indeks glikemik beras artifisial kulit singkong dari formulasi terbaik, menggunakan glukometer, strip glukosa darah, blood lancet, , air mineral, alkohol swab dengan roti tawar sebagai pangan standar. Pengukuran glukosa darah dilakukan dengan metode *finger prick test* pada menit ke 0, 30, 60, 90 dan 120 dengan diberikan pemberian pangan uji setara 25 gr karbohidrat yang terkandung dalam beras artifisial kulit singkong. Beras analog dikukus hingga menjadi nasi dengan perbandingan air 1:1. Responden yang terlibat berjumlah 10 orang dengan kriteria inklusi berusia 18-30 tahun, memiliki indeks massa tubuh (IMT) normal dengan kisaran 18,5-25 kg/m², memiliki kadar glukosa darah puasa normal, tidak memiliki riwayat diabetes mellitus, tidak mengalami gangguan pencernaan, tidak mengonsumsi obat-obatan yang dapat berpengaruh pada kadar glukosa darah, tidak merokok, bagi perempuan tidak sedang mengalami masa menstruasi. Terlebih dahulu dilakukan pengujian pangan standar kemudian selang 3 hari dilakukan pengujian pangan uji. Nilai indeks glikemik beras artifisial kulit singkong formulasi terpilih dihitung dengan membandingkan luas kurva standar dibandingkan dengan luas kurva pangan uji. Formulasi yang digunakan dalam pengembangan beras artifisial kulit singkong pada Tabel 1.

Penelitian ini telah disetujui oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas dengan Nomor 51/UN6.12/KEP-FKM/2023.

Tabel 1
Formulasi pengembangan beras artifisial

Bahan	F0	F1	F2	F3
Tepung ubi kayu	62,5	0	0	0
Tepung kulit singkong	0	60	70	80
Tepung pati sagu	37,5	40	30	20
Karagenan	5	5	5	5
GMS	5	5	5	5
Minyak	0	0	0	0
Asam askorbat (%)	0,6	0,6	0,6	0,6
Air	75	80	80	80

HASIL

Percobaan pembuatan produk beras artifisial berbahan baku kulit singkong dengan formulasi F0, F1, F2 dan F3 dilakukan untuk mendapatkan bentuk beras artifisial yang mendekati dengan bentuk beras asli pada umumnya, yakni memiliki penampakan bulir padat, cenderung berbentuk oval dengan tekstur kering dan keras.

Uji Organoleptik

Pengujian terhadap produk beras artifisial dari formulasi yang dikembangkan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil uji hedonik, taraf kesukaan F1, F2, F3 berada pada taraf diterima, dengan hasil uji menunjukan tidak

berbeda nyata antara variabel warna, aroma, rasa, tekstur, dan antar formulasi. Berdasarkan tabel hasil uji hedonik diketahui bahwa pengembangan beras artifisial dari kulit singkong untuk warna menghasilkan penampakan agak terang, Aroma dari langu sampai agak langu, Rasa setelah mencicipi dar pahit sampai agak pahit dan variabel tekstur agak pulen.

Uji Proksimat

Kandungan zat gizi pada beras artifisial diuji dengan menggunakan uji proksimat (kadar air, abu, lemak, Protein, karbohidrat), kandungan amilosa, serat kasar dan serat pangan (Tabel 3).

Tabel 2
Hasil Pengujian Organoleptik Beras Artifisial

Variabel	Uji	F0	F1	F2	F3
Warna	Hedonik	Netral	Netral	Netral	Netral
	Mutu Hedonik	Gelap	Agak terang	Agak terang	Agak terang
Aroma	Hedonik	tidak suka	tidak suka	tidak suka	tidak suka
	Mutu Hedonik	Agak langu	Agak langu	Langu	Agak langu
Rasa	Hedonik	tidak suka	tidak suka	tidak suka	tidak suka
	Mutu Hedonik	Agak pahit	Pahit	Agak pahit	Agak pahit
Tekstur	Hedonik	tidak suka	netral	tidak suka	netral
	Mutu Hedonik	Agak Pulen	Agak Pulen	Agak Pulen	Agak Pulen

Tabel 3
Hasil pengujian kandungan zat gizi beras artifisial

Kandungan	F0	F1	F2	F3
Kadar Air (%)	11,71	11,62	4,99	7,39
Kadar abu (%)	1,59	3,3	3,43	3,51
Kadar Lemak (%)	6,85	5,14	5,78	6,3
Kadar Protein (%)	1,4	1,25	1,33	1,64
Karbohidrat (%)	78,45	78,69	84,48	81,16
Amilosa (%)	18,26	14,07	15,61	16,47
serat kasar (%)	2,8	4,67	5,36	6,07
Serat Pangan (%)	11,93	18,49	24,43	29,14

Hasil pengujian menunjukkan kadar air air terendah ditunjukkan pada F3 sebesar 7,39 % dan kadar air tertinggi ditunjukkan pada F1 11,62 %. Persentase kadar abu terendah 3,3 % terdapat pada F1 dan persentase tertinggi terdapat pada F3 sebesar 3,51 %. Kadar lemak yang tertinggi ditunjukkan pada F3 sebesar 6,3% dan terendah ditunjukkan pada F1 sebesar 5,14%. Kadar protein tertinggi ditunjukkan pada F3 sebesar 1,64% dan kadar protein terendah ditunjukkan pada sampel F1 sebesar 1,25%. Persentase kadar karbohidrat tertinggi 84,48% terdapat pada F2 dan persentase kadar karbohidrat terendah 78,45%

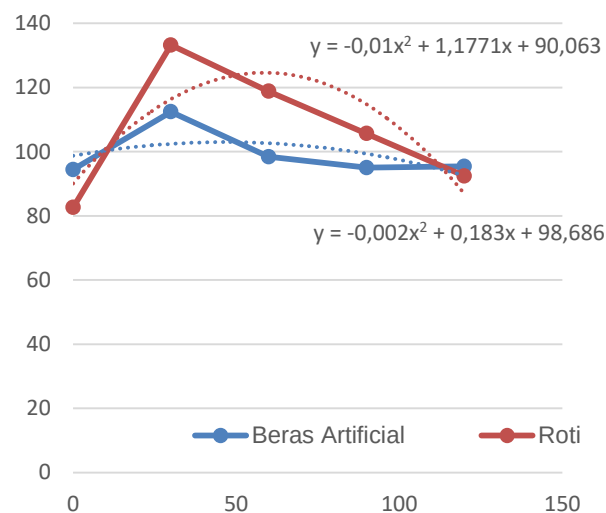
terdapat pada F1. Kadar serat kasar dan serat pangan tertinggi ditunjukkan pada F3 dengan persentase berturut-turut 6,07% dan 29,14%.

Formulasi Terbaik

Penentuan formulasi terbaik menggunakan sistem scoring dengan skala 1-3. Total scoring merupakan penjumlahan dari hasil uji hedonik dan uji proksimat, Skor tertinggi pada salah satu formulasi dari F1 sampai F3 merupakan formulasi terpilih. Skor 1 diberikan pada variabel yang memberikan karakteristik penurunan mutu produk (Tabel 4).

Tabel 4
Penentuan Formulasi Terbaik

Uji Hedonik	F1	F2	F3
Warna	2	3	3
Aroma	1	2	3
Rasa	3	2	1
Tekstur	3	1	2
Total Uji Hedonik	9	8	9
Kandungan zat gizi	F1	F2	F3
Kadar Air	1	3	2
Kadar abu	1	2	3
Kadar Lemak	3	2	1
Kadar Protein	1	2	3
Karbohidrat	3	1	2
Amilosa	1	2	3
serat kasar	1	2	3
Serat Pangan	1	2	3
Total Kandungan zat gizi	12	16	20
Total Skoring	21	24	29



Gambar 1
Profil Glukosa Darah Pada Beras Artificial Setelah Pemberian Pangan Uji Dibandingkan Dengan Roti Putih (Standar)

Pengukuran Indeks Glikemik

Beras artifisial yang ditetapkan sebagai Formulasi terpilih selanjutnya diukur nilai indeks glikemiknya dengan menggunakan 10 responden yang sebelumnya telah berpuasa minimal selama 8 jam. Sebelum dilakukan pengujian pada pangan standar dan pangan uji dilakukan pengukuran glukosa darah *finger prick* untuk mengecek darah puasa setelah itu responden diminta mengkonsumsi pangan standar (roti) yang setara dengan 25 gram karbohidrat, pengambilan darah *finger prick* kemudian dilakukan pada menit 0, 30, 60, 90, dan 120 setelah mengkonsumsi. Selang 3 hari kemudian hal yang sama juga dilakukan terhadap pangan uji. Hasil pengukuran glukosa darah dengan menggunakan aplikasi Microsoft excel data kemudian ditebar pada dua sumbu yakni waktu (sumbu x) dan kadar glukosa darah (sumbu y). Indeks glikemik ditentukan dengan membandingkan luas daerah di bawah kurva antara pangan yang diukur IG nya dengan pangan acuan, setelah dengan memperhitungkan kadar karbohidratnya dapat hitung beban glikemik dari beras artifisial formulasi terpilih, hasil pengukuran rata-rata glukosa darah beras artifisial dan standar seperti pada Gambar 1.

Indeks glikemik ditentukan dengan menurunkan persamaan garis masing-masing kurva dan dibandingkan antara luas kurva pada beras artifisial (pangan uji) dengan luas kurva pada roti putih (pangan standar) Hasil pengukuran indeks glikemik menunjukkan nilai sebesar 20,63 yang termasuk kategori indeks glikemik rendah sedangkan perhitungan beban glikemik menunjukkan hasil 16,74 dengan kategori sedang.

BAHASAN

Dewasa ini sesuai dengan perkembangan kemajuan dan perubahan dinamika masyarakat pertimbangan dalam memilih bahan pangan tidak lagi bertumpu pada citarasa saja akan tetapi bagaimana pengaruh makanan pada kesehatan sudah menjadi perhatian khusus yang dapat memberikan efek menguntungkan bagi kesehatan¹⁵. Makanan yang memiliki indeks glikemik rendah dapat memberikan manfaat bagi orang dengan diabetes karena tidak menyebabkan lonjakan glukosa darah yang tinggi, meringankan kerja sel beta pankreas, dapat mencegah hiperglikemia, dan mencegah timbulnya komplikasi. Beberapa faktor yang mempengaruhi indeks glikemik adalah cara pengolahan, ukuran partikel, tingkatan gelatinisasi, rasio amilosa/amilopektin, kadar serat, kadar protein,

dan kadar lemak. Makanan dengan kandungan pati resisten tinggi tidak dapat dicerna dan memperlambat proses pencernaan karbohidrat sehingga mencegah terjadinya fluktuasi pada glukosa darah¹⁶.

Potensi pengembangan sumberdaya lokal yang melimpah yang belum termanfaatkan dengan maksimal karena hanya menjadi produk limbah atau tidak diolah lebih lanjut selain membantu menyelesaikan masalah lingkungan juga dapat dimanfaatkan sehingga memiliki nilai ekonomis. Kulit singkong yang dihasilkan dari industri keripik sanjai di Sumatera Barat menjadi limbah yang dihasilkan setiap dalam jumlah banyak karena paling sedikit menyumbang 15% dari total produksi singkong perhari. Tingginya kandungan zat gizi pada kulit singkong dalam bentuk serat atau karbohidrat kompleks menjadi potensi tersendiri untuk dikembangkan menjadi produk bagi penderita diabetes yang dapat dikonsumsi menggantikan nasi dari beras. Beras artifisial menjadi alternatif yang dapat dikonsumsi karena memiliki potensi pengontrolan glukosa darah yang baik. dari formulasi terbaik yang dihasilkan beberapa parameter mutu dari kandungan zat gizi menjadi perhatian penting.

Kadar air merupakan penentuan kualitas pada suatu produk. Semakin rendah kadar air yang terkandung maka produk akan awet, terhambatnya pertumbuhan mikroorganisme, dapat mempertahankan nilai gizi, memudahkan dalam pengemasan, dan meningkatkan masa penyimpanan¹⁷. Kadar air <14% dapat mencegah pertumbuhan kapang. Akan tetapi menurut SNI 6128:2015, kadar air yang terkandung didalam beras analog maksimum 13% untuk tercegah dari pertumbuhan kapang^{7,18}. Menurut tabel 3 Kadar air pada formulasi yang dikembangkan telah memenuhi standar.

Kandungan mineral baik makro dan mikro suatu bahan pangan dapat digambarkan melalui kadar abu. Tingginya kadar abu menunjukkan tingginya kandungan mineral pada suatu bahan pangan. Penyebab kadar abu bertambah tinggi di beras analog tidak hanya dari kulit tetapi juga bisa dari GMS. GMS dapat mempengaruhi tingginya kadar abu pada pangan¹⁹. Berdasarkan uji organoleptik yang dilakukan, berdasarkan Tabel 2 rata-rata penilaian panelis menunjukkan kurang menyukai variabel aroma dan rasa sedangkan untuk variabel warna dapat diterima. Kadar abu yang tinggi pada produk menghasilkan produk dengan aroma dan rasa yang sedikit menyimpang dan warna yang cenderung lebih gelap²⁰.

Tingginya konsentrasi mineral (seperti pada Tabel 2) diharapkan mengandung mineral mikro dan mineral makro kompleks memiliki potensi terhadap perbaikan patogenesis diabetes melitus melalui mekanisme homeostasis, regulasi enzim dan fungsinya²¹. Mineral sangat berperan dalam proses fisiologi, beberapa proses biokimiawi dalam tubuh membutuhkan keberadaan mineral dan dapat menstabilkan pembentukan protein dan enzim, berdasarkan beberapa studi, mineral seperti kalsium, berperan dalam homeostasis glukosa²², intake kalsium yang cukup dapat menghindari potensi seseorang terkena DM tipe 2²³.

Kandungan lemak pada bahan pangan berpengaruh terhadap indeks glikemik, tingginya kadar lemak dapat berpengaruh terhadap perlambatan laju pengosongan lambung sehingga menunda laju pencernaan makanan pada usus halus²⁴. Akan tetapi dalam sistem metabolisme dalam tubuh tingginya lemak dalam diet dapat berpengaruh terhadap peningkatan sekresi insulin²⁵ dan kelebihan berat badan sehingga konsumsi lemak dalam diet perlu diperhatikan tidak melebihi 30% dari total energi.

Konsumsi pangan dengan kadar protein tinggi memiliki faktor protektif terhadap DM tipe 2^{26,27}. Protein diduga dapat merangsang sekresi insulin yang dapat mengendalikan kadar glukosa darah dalam tubuh²⁸. Produk pangan dengan kadar protein tinggi cenderung memiliki indeks glikemik rendah. Kandungan protein menyebabkan lamanya pengosongan lambung sehingga dapat memperlambat kenaikan glukosa darah²⁹, kandungan protein pada beras artifisial formulasi terpilih pada tabel 2 turut berperan pada nilai indeks glikemik yang rendah pada produk.

Tingkat daya cerna pati dapat diukur dengan adanya kandungan amilosa, komponen pangan dengan kandungan amilosa tinggi cenderung memiliki aktivitas hipoglikemik tinggi dan nilai GI rendah³⁰. Pati pada pangan terbagi atas 2 macam molekul polisakarida yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa memiliki ikatan α -(1-4) glukosidik sedangkan amilopektin merupakan polimer glukosa dengan ikatan α -(1-6) glukosidik. Kandungan amilosa menjadikan karakteristik tekstur pangan dibedakan menjadi tekstur pulen (kadar amilosa 10-20%), tekstur sedang (kadar amilosa 20-25%), dan tekstur pera (kadar amilosa >25%)³¹. Pangan yang banyak mengandung amilosa pada granula patinya mempunyai struktur yang lebih keras yang akibat ikatan hidrogen yang intensif sehingga amilosa sulit tergelatinisasi dan dicerna³².

Amilosa berfungsi dalam memperlambat proses pencernaan yang dapat mengontrol proses peningkatan kadar glukosa darah³³. Semakin banyak tepung kulit singkong yang digunakan pada formulasi maka semakin tinggi kadar amilosa pada produk. Kadar amilosa pada beras artifisial formulasi terpilih tergolong cukup tinggi³⁴ (Tabel 2). Serat pangan pada beras artifisial berperan dalam nilai indeks glikemik produk. Serat pangan berperan sebagai penghambat fisik sehingga dapat memperlambat laju pencernaan dan menekan aktivitas enzim yang berakibat pada lambatnya peningkatan glukosa dalam darah²⁸.

Gambar 1 menunjukkan bagaimana perbandingan rata-rata respon glukosa darah dari 10 responden antara pangan uji (beras artifisial) dengan pangan standar (roti putih), rata-rata lonjakan glukosa darah pada beras artifisial relatif lebih rendah dan kenaikan serta penurunan kadar glukosa darah persatuan waktu jauh lebih landai dibandingkan dengan pangan standar. Berdasarkan hasil kurva, konsumsi beras artifisial dari formulasi terbaik dapat membantu menstabilkan tingkat glukosa darah, baik bagi individu dengan diabetes tipe II maupun individu yang sehat.

Pengukuran nilai indeks glikemik dari formulasi terpilih Berdasarkan persamaan dari kurva rata-rata respon glukosa darah pada gambar 1 menunjukkan nilai indeks glikemik dalam kategori rendah dengan hasil 20,63. Pangan yang memiliki indeks glikemik rendah dicerna dan diserap secara lambat, membuat tingkat glukosa dalam darah stabil. Sebaliknya, pangan IG tinggi dicerna dan diserap dengan cepat dapat menyebabkan fluktuasi kadar glukosa darah.

Konsumsi pangan dengan indeks glikemik rendah menunjukkan keuntungan dalam pengontrolan glukosa darah jangka pendek, berat badan ideal dan pengaturan perlemakan tubuh³⁵. Pangan dengan indeks glikemik rendah secara klinis terbukti secara signifikan penurunan glukosa darah puasa akan tetapi kadar insulin puasa dalam darah tetap^{36,37}. Konsumsi pangan rendah indeks glikemik dari beberapa penelitian juga menunjukkan keuntungan dalam penurunan berat badan, indeks massa tubuh, lingkar pinggang dan pinggul dan rasio pinggang dan pinggul dan lemak tubuh³⁸⁻⁴¹. Konsumsi pangan dengan Indeks glikemik rendah dapat menurunkan beberapa biomarker inflamasi yang kemungkinan berkontribusi terhadap penurunan risiko penyakit vascular kronis dan komplikasi diabetes lainnya^{42,35}.

Indeks glikemik juga memiliki kaitan erat dengan beban glikemik. Beban glikemik

memiliki arti meskipun suatu makanan memiliki nilai indeks glikemik tinggi, namun jika dimakan dalam porsi yang sedikit efeknya akan berbeda dengan jika dimakan dalam jumlah banyak. Demikian juga sebaliknya pangan dengan indeks glikemik rendah jika dikonsumsi dalam jumlah banyak dapat saja memiliki beban glikemik yang sedang atau tinggi.

Nilai indeks glikemik dan beban glikemik makanan yang mengandung karbohidrat sering dikaitkan dengan risiko diabetes sebagai pangan berbasis karbohidrat. Beban glikemik adalah ukuran dari jumlah makanan yang dikonsumsi dalam sekali makan dan besar kuantitas inilah yang memberikan efek terhadap peningkatan glukosa darah⁴³.

Berdasarkan hasil penelitian, beras artifisial memiliki beban glikemik dalam kategori sedang. Bagi penderita diabetes perlu diperhatikan komponen pangan yang akan dikonsumsi. Diet dengan tinggi indeks glikemik dan beban glikemik yang juga tinggi dapat meningkatkan sekresi insulin dan berdampak pada hyperinsulinemia. Asupan pangan dengan beban glikemik tinggi dapat berpengaruh terhadap resistensi insulin karena kerja berlebihan sel beta pankreas dalam menghasilkan insulin yang juga dapat berdampak pada kerusakan sel beta jangka panjang⁴⁴.

Konsumsi makanan dengan beban glikemik tinggi ketika tubuh mengalami resistensi insulin akan menyebabkan tubuh akan merespon dengan meningkatkan sekresi insulin. Sekresi insulin yang meningkat akan menyebabkan sel beta pankreas lelah dan akhirnya tidak dapat memenuhi kebutuhan insulin. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa bahan makanan dengan kandungan serat dapat mempengaruhi beban glikemik⁴⁵.

Hasil penelitian ini berpotensi untuk digunakan sebagai referensi dalam pemanfaatan limbah kulit singkong menjadi *artificial rice* sebagai pangan alternatif penderita diabetes. Selain itu, sebagai alternatif pangan untuk masyarakat sebagai pencegahan dini dari penyakit diabetes yang dapat menurunkan angka terjadinya penyakit diabetes. Hasil penelitian ini juga untuk memberikan nilai tambah ekonomi dari limbah kulit singkong dan memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK).

KESIMPULAN

Pengembangan beras artifisial berbahan kulit singkong menghasilkan formulasi terbaik dengan tingkat kesukaan diterima dan kadar

serat sebesar 6,07/100 gram bahan dengan nilai indeks glikemik 20,63 dalam kategori rendah.

SARAN

Pengembangan produk berbasis indeks glikemik rendah perlu terus dilakukan untuk mengurangi faktor risiko penyakit-penyakit degeneratif khususnya diabetes mellitus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yaitu pada Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan yang telah membiayai penelitian ini.

RUJUKAN

1. International Diabetes Federation (IDF). IDF Diabetes Atlas Ninth. 2019. [cited Feb 2024] Available from: <https://diabetesatlas.org/>
2. International Diabetes Federation. International Diabetes Federation 10th edition. Diabetes Research and Clinical Practice. 2021. Available from: https://diabetesatlas.org/idfawp/resource-files/2021/07/IDF_Atlas_10th_Edition_2021.pdf
3. Evert AB, Dennison M, Gardner CD, Timothy Garvey W, Karen Lau KH, MacLeod J, et al. Nutrition therapy for adults with diabetes or prediabetes: A consensus report. Diabetes Care. 2019. 42(5):731-754. doi: 10.2337/dci19-0014
4. Eliza, Telisa I, Rotua M. Indeks Glikemik Pangan Dan Penilaian Status Gizi Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2. JPP (Jurnal Kesehat Poltekkes Palembang). 2020;15(1):7-13.
5. Miketinas DC, Tucker WJ, Douglas CC, Patterson MA. Usual dietary fibre intake according to diabetes status in USA adults - NHANES 2013-2018. Br J Nutr. 2023;130(6):1056-64.
6. Takahashi F, Hashimoto Y, Kaji A, Sakai R, Kawate Y, Kondo Y, et al. Relationship between diabetes diet-related quality of life and dietary fiber intake among people with type 2 diabetes: a cross-sectional study. Endocr J. 2024;71(6):583-92.
7. Handayani D, Nurwantoro N, Pramono YB.

- Karakteristik Kadar Air, Kadar Serat dan Rasa Beras Analog Ubi Jalar Putih dengan Penambahan Tepung Labu Kuning. *J Teknol Pangan*. 2022;6(2):14–8.
8. Badan Pusat Statistik (BPS). Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Ubi Kayu 2019-2021. Sumatra barat: BPS, 2021.
9. Asma A. Strategi Terfokus Untuk Mengatasi Faktor Penghambat Penerapan E-Commerce Pada UKM Keripik Sanjai Di Kota Padang. Universitas Andalas; 2018. Available from: <http://scholar.unand.ac.id/39497/>
10. Sari FIDN, Astiti R. Kandungan Asam Sianida Dendeng dari Limbah Kulit Singkong. *J Dunia Gizi*. 2018;1(1):20-29.
11. Candra KP, Ainudin A, Arifin M, Yuliani Y. Karakteristik Fisika-Kimia Kulit Singkong Asal Samarinda dan Akseptabilitas Sensoris Keripiknya Sebagai Camilan Diet. *agriTECH*. 2021;40(4):299. doi: <https://doi.org/10.22146/agritech.35291>
12. Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals. Vol. 2, Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals. 2002.
13. Ronsumbre EJ, Merry P., Ritha K., Pattimura U. Pengaruh Lama Pengukusan terhadap Kadar Asam Sianida Ubi Kayu Hitam (*Manihot aiphi* Phol.). *Bioscientiae* [Internet]. 2022;19(1):1–10. Available from: <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/bioscientiae>
14. Buera, Pilar ; Jorge, Chirife; Silvia, Resnik; Roberto DL. Nonenzymatic Browning in Liquid Model Systems of High Water Activity: Kinetics of Color Changes due to Caramelization of Various Single Sugars. *J Food Sci*. 2006;52(4):1059–62.
15. Diyah NW, Ambarwati A, Warsito GM, Niken G, Heriwyanti ET, Windysari R, et al. Evaluasi Kandungan Glukosa Dan Indeks Glikemik Beberapa Sumber Karbohidrat Dalam Upaya Penggalan Pangan Ber-Indeks Glikemik Rendah. *J Farm Dan Ilmu Kefarmasian Indones*. 2018;3(2):67.
16. Puruhita TKA. Indeks Glikemik Cookies Sorgum (*Sorghum Bicolor*) Dengan Penambahan Tepung Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris*) Pratanak. *J Ris Gizi*. 2020;8(2):129–34.
17. Soekarto ST, Adawiyah DR. Keterkaitan Berbagai Konsep Interaksi Air Dalam Produk Pangan. *Ulas Ilm J Teknol dan Ind Pangan*. 2012;XXIII(1):107–16.
18. Noviasari S, Kusnandar F, Setiyono A, Budijanto S. Beras Analog Sebagai Pangan Fungsional Dengan Indeks Glikemik Rendah. *J Gizi Pangan*. 2015;10(3):225–32.
19. Damat D, Natazza RA, Wahyudi VA. Kajian Pembuatan Beras Analog Berbasis Tepung Komposit dengan Penambahan Konsentrasi Bubur Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) dan Gliserol Monostearat. *Food Technol Halal Sci J*. 2020;3(2):174.
20. Kusnandar F, Danniswara H, Sutriyono A. Pengaruh Komposisi Kimia dan Sifat Reologi Tepung Terigu terhadap Mutu Roti Manis. *J Mutu Pangan Indones J Food Qual*. 2022;9(2):67–75.
21. Pallavi Dubey, Vikram Thakur MC. Nutrients-12-01864.Pdf. Role Miner Trace Elem Diabetes Insul Resist. 2020;1–17.
22. Tinkov AA, Bogdański P, Skrypnik D, Skrypnik K, Skalny A V, Aaseth J, et al. Trace Element and Mineral Levels in Serum, Hair, and Urine of Obese Women in Relation to Body Composition, Blood Pressure, Lipid Profile, and Insulin Resistance. *Biomolecules*. 2021 May;11(5).
23. Terry J. Impact of Minerals and Trace Elements on Insulin Resistance and Diabetes. *Vitamins & Minerals* 2022;11(8):10–1. doi: 10.37421/2376-1318.22.11.213
24. Arif A Bin, Budiyanto A. Glicemic Index of Foods and Its Affecting Factors. *J Litbang Pert*. 2013;32(3):91–9.
25. Bell KJ, Smart CE, Steil GM, Brand-Miller JC, King B, Wolpert HA. Impact of fat, protein, and glycemic index on postprandial glucose control in type 1diabetes: Implications for intensive diabetes management in the continuous glucose monitoring era. *Diabetes Care*. 2015;38(6):1008–15.
26. Livesey G, Taylor R, Livesey HF, Buyken AE, Jenkins DJA, Augustin LSA, et al. Dietary Glycemic Index and Load and the Risk of Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Updated Meta-Analyses of Prospective Cohort Studies. *Nutrients*

- [Internet]. 2019;11(6). Available from: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/6/1280>
27. Rodriguez NR. Introduction to Protein Summit 2.0: continued exploration of the impact of high-quality protein on optimal health2, 3. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2015;101(6):1317S-1319S. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002916523274262>
 28. Fitri A, Marisa, Mahdani W. Perbandingan Respon Glikemik Pemberian Nasi Putih Organik dan Nasi Putih Nonorganik Pada Mahasiswa Dengan Overweight. *J Ilm Mhs Kedokt Medisia*. 2017;2:30–5.
 29. Buso MEC, Seimon R V., McClintock S, Muirhead R, Atkinson FS, Brodie S, et al. Can a Higher Protein/Low Glycemic Index vs. a Conventional Diet Attenuate Changes in Appetite and Gut Hormones Following Weight Loss? A 3-Year PREVIEW Sub-study. *Front Nutr*. 2021;8(March):1–12.
 30. Septianingrum E, Liyanan L, Kusbiantoro B. Review Indeks Glikemik Beras: Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Dan Keterkaitannya Terhadap Kesehatan Tubuh. *J Kesehat*. 2016;9(1):1.
 31. Frei M, Siddhuraju P, Becker K. Studies on the in vitro starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. *Food Chem*. 2003;83(3):395–402.
 32. Widowati, S., Santosa B.A.S, Astawan M dan A. Penurunan Indeks Glikemik berbagai varietas Beras Melalui Proses Pratanak. *J Pascapanen*. 2009;6(1):1–9.
 33. Rahman RS, Santosa E, Sugiyanta, Bambang Sapta Purwoko. Evaluasi Kualitas Beras dan Kandungan Amilosa dari Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Perlakuan Paclobutrazol. *J Agron Indones* (Indonesian J Agron. 2022;50(3):266–74.
 34. Anhar A. Stabilitas Kandungan Amilosa Beras Beberapa Varietas Padi Sawah di Sumatera Barat. Vol. 3, *Jurnal Sainstek*. 2011. p. 21–4.
 35. Peres M, Costa HS, Silva MA, Albuquerque TG. The Health Effects of Low Glycemic Index and Low Glycemic Load Interventions on Prediabetes and Type 2 Diabetes Mellitus: A Literature Review of RCTs. *Nutrients*. 2023;15(24):5060. doi: <https://doi.org/10.3390/nu15245060>.
 36. Zafar MI, Mills KE, Zheng J, Regmi A, Hu SQ, Gou L, et al. Low-glycemic index diets as an intervention for diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 2019;110(4):891–902. doi: <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqz149>.
 37. Chiavaroli, L.; Lee, D.; Ahmed, A.; Cheung, A.; Khan, T.; Mejia, S.B.; Mirrahimi, A.; Jenkins, D.; Livesey, G.; Wolever T. No Title Low Glycemic Index/Load Dietary Patterns and Glycemia and Cardiometabolic Risk Factors in Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Curr Dev Nutr*. 2021;5(1018).doi: https://doi.org/10.1093/cdn/nzab053_011
 38. Pavithran N, Kumar H, Menon AS, Pillai GK, Sundaram KR, Ojo O. South Indian cuisine with low glycemic index ingredients reduces cardiovascular risk factors in subjects with type 2 diabetes. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(17):1–17.doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph17176232>
 39. Li D, Zhang P, Guo H, Ling W. Taking a Low Glycemic Index Multi-Nutrient Supplement as Breakfast Improves Glycemic Control in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*. 2014;6(12):5740–55.doi:10.3390/nu6125740.
 40. König D, Kookhan S, Schaffner D, Deibert P, Berg A. A meal replacement regimen improves blood glucose levels in prediabetic healthy individuals with impaired fasting glucose. *Nutrition*. 2014;30(11):1306–9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0899900714001488>
 41. Pavithran N, Kumar H, Menon AS, Pillai GK, Sundaram KR, Ojo O. The Effect of a Low GI Diet on Truncal Fat Mass and Glycated Hemoglobin in South Indians with Type 2 Diabetes—A Single Centre Randomized Prospective Study. *Nutrients*. 2020;12(1). doi: <https://doi.org/10.3390/nu12010179>.
 42. Rossi JLS, Barbalho SM, de Araujo RR, Bechara MD, Sloan KP, Sloan LA. Metabolic syndrome and cardiovascular diseases: Going beyond traditional risk factors. *Diabetes Metab Res Rev*. 2021;38(2).doi: <https://doi.org/10.1002/dmrr.3502>.

43. Wari AT, Muhlishoh A, Nurzihan NC. Indeks Glikemik Dan Beban Glikemik Makanan Kaitannya Dengan Kadar Ldl Dan Rlpp Pasien Diabetes Mellitus Tipe-2. *J Nutr Coll.* 2023;12(1):61–9. doi: <https://doi.org/10.14710/jnc.v12i1.36164>.
44. Cornejo-Monthedoro A, Negreiros-Sánchez I, Del Águila C, Ysla-Marquillo M, Mayta-Tristán P. Association between dietary glycemic load and metabolic syndrome in obese children and adolescents. *Arch Argent Pediatr.* 2017 Aug;115(4):323–30.
45. Soviana E, Maenasari D. Asupan Serat, Beban Glikemik Dan Kadar Glukosa Darah Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2. *J Kesehat.* 2019;12(1):19–29.