

Potensi Mocaf pada Pembuatan Beras Analog Sebagai Pangan Fungsional untuk Menurunkan Kadar Gula Dalam Darah (Hipoglikemik)

THE POTENTIAL OF MOCAF IN ANALOG RICE PRODUCTION AS A FUNCTIONAL FOOD FOR REDUCING SUGAR LEVELS IN THE BLOOD (HYPOGLYCEMIC)

Sica Diani Rosalina¹

¹Teknologi Industri Pangan, Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

*Email Koresponden: siscadianirosalina@gmail.com

Received : 13 November 2023 | Accepted : 23 November 2023 | Published : 12 Februari 2024

Kata Kunci		ABSTRAK
Mocaf, beras analog, resisten, hipoglikemik.	pati	Singkong disebut juga ubi kayu (<i>Manihot esculenta</i> Crantz), produktivitasnya di Indonesia terus mengalami peningkatan sejak tahun 2018 sampai 2022 dari 23,11 ton/ha hingga 27,22 ton/ha. Umumnya singkong dimanfaatkan masyarakat sebagai tepung seperti mocaf. Saat ini masyarakat memiliki pemikiran bahwa makan pokok tidak hanya dengan beras, akan tetapi bisa menggunakan produk selain beras seperti singkong (mocaf) yang kemudian dibentuk mirip beras dikenal sebagai beras analog. Tujuan dari tinjauan pustaka ini adalah mengetahui potensi mocaf terhadap pembuatan beras analog sebagai sumber pangan fungsional yang dapat menurunkan kadar gula dalam darah (hipoglikemik). Berdasarkan pengumpulan literatur dari berbagai sumber (<i>google scholar</i> dan <i>research gate</i>) dapat diketahui bahwa mocaf berpotensi digunakan sebagai bahan pembuatan produk pangan beras analog. Kandungan gizi beras analog antara lain kadar karbohidrat sejumlah 73,62% sampai 89,21%. Beras analog berbasis mocaf bermanfaat sebagai pangan fungsional disebabkan memiliki kandungan pati resisten atau <i>resisten starch</i> (RS) sejumlah 6,65% yang dapat menurunkan kadar gula dalam darah atau hipoglikemik (indeks glikemik sejumlah 33,51). Penelitian tentang pati resisten beras analog berbasis mocaf sangat terbatas, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut sehingga data yang diperoleh semakin lengkap.
Keywords		ABSTRACT

<i>Mocaf, analog rice, resistant starch, hypoglycemic</i>	<i>Cassava (Manihot esculenta Crantz), it has high productivity in Indonesia and continues increase from 2018 to 2022, it was 23.11 ton/ha to 27.22 ton/ha. Generally, people use cassava as flour such as mocaf. Currently, people have the idea that the main food is not only rice, but also others products besides rice such as cassava (mocaf) which is then shaped like a rice, as known as analog rice. The aim of this literature review is to determine the potential of mocaf for making analog rice as a functional food that can reduce blood sugar levels (hypoglycemic). Based on collecting literature from previous source (google scholar and research gate), it can be seen that mocaf has the potential to be used as an analog rice. The nutritional content of analog rice includes carbohydrate levels of 73.62% to 89.21%. Mocaf-based analog rice is useful as a functional food because it contains resistant starch (RS) level 6.65% which can reduce blood sugar levels or hypoglycemic (index glicemix value 33.51). Research on mocaf-based analogue rice resistant starch is very limited, so further research is needed so that the data obtained is more complete.</i>
--	--

1. PENDAHULUAN

Singkong dikenal sebagai ubi kayu yang memiliki nomenklatur ilmiah *Manihot esculenta Crantz*. merupakan tanaman asli dari Benua Amerika yaitu Brazil dan tumbuh subur di negara tropis seperti Indonesia. Produktivitas singkong di Indonesia cenderung terus mengalami peningkatan, yaitu sejak tahun 2018 hingga 2022 secara berurutan sejumlah 23,11 ton/ha, 26,02 ton/ha, 25,02 ton/ha, 24,92 ton/ha, dan 27,22 ton/ha (Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, 2023). Singkong secara umum dimanfaatkan oleh masyarakat dalam bentuk tepung seperti mocaf yang selanjutnya dikembangkan menjadi bahan baku ataupun bahan substitusi produk pangan menjadi mie, kue sifon, atau biskuit (Novelina dkk., 2023; Pertiwi dkk., 2022; Ratnawati dkk., 2023).

Zaman yang terus berkembang telah mengubah fenomena masyarakat Indonesia tentang stigma kegiatan makan. Dahulu masyarakat menganggap bahwa telah melakukan aktivitas makan jika sudah mengkonsumsi beras. Namun saat ini stigma tersebut telah berubah, kegiatan makan tidak selalu dengan beras akan tetapi dapat juga dengan mengkonsumsi makanan selain beras seperti singkong. Hal tersebut dibuktikan dengan munculnya kegiatan masyarakat di Indonesia yang bertujuan untuk menurunkan konsumsi beras sehingga sumber karbohidrat selain beras seperti pangan lokal (singkong, sagu, jagung, pisang, talas dan lainnya) dapat semakin dimanfaatkan. Program tersebut antara lain tahun 2001 Presiden Megawati pada era Kabinet Gotong Royong memimpin langsung untuk membentuk Dewan Ketahanan Pangan (DKP). Program diversifikasi pangan *One Day No Rice* (ODNR) yang dikeluarkan oleh pemerintah Jawa Barat dan juga digalakkan oleh pemerintah Jember dimana satu minggu sekali dianjurkan untuk mengkonsumsi pangan selain beras dan menggantinya dengan produk lokal. Badan Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Tengah juga melaksanakan Pameran Pangan Lokal

Berbasis Sumberdaya Wilayah yang dilaksanakan pada pameran Moslem Fashion Art dan Halal Expo di Mall Ciputra, Simpang Lima Semarang tanggal 1 sampai 5 Juni 2016 dalam rangka Percepatan Penganekaragaman Konsumsi Pangan (P2KP). Program gerakan tanpa nasi atau GENTANASI dilaksanakan oleh Badan Ketahanan Pangan (BKP) dari Kementerian Pertanian beserta Dinas Pangan Daerah Sulawesi Utara (Walangitan dkk., 2018).

Dalam rangka mendukung kegiatan masyarakat tersebut maka keterbaruan review ini adalah mengetahui potensi bahan alternatif selain beras seperti mocaf dalam pembuatan beras analog sebagai sumber pangan fungsional yang dapat menurunkan kadar gula dalam darah (hipoglikemik). Hal tersebut diduga disebabkan karena beras analog yang berbasis mocaf memiliki agen hipoglikemik yaitu pati resiten (*resistant starch*) sehingga dapat menurunkan nilai indeks glikemik. Metode yang digunakan dalam tinjauan pustaka ini adalah dengan mengumpulkan literatur dari berbagai sumber seperti *google scholar* dan *research gate*.

2. SINGKONG DAN MOCAF

Singkong disebut juga sebagai ubi kayu merupakan tanaman selain padi dan jagung yang memiliki kapasitas untuk menjadi tanaman sumber karbohidrat lokal di Indonesia. Singkong segar memiliki kadar air sekitar 60%, abu 1%, protein 1%, lemak 0,5%, pati 35%, dan serat kasar 2,5%. Data tersebut menunjukkan bahwa singkong berfungsi sebagai sumber karbohidrat dan serat pangan, namun kadar protein yang terkandung relatif rendah. Glukosa dan asam sianida (HCN) merupakan senyawa yang diakibatkan dari timbulnya proses oksidasi oleh enzim linamarase dengan glikosida sianogenik yang terkandung pada singkong. Terbentuknya glukosa dan HCN tersebut ditandai dengan munculnya bercak warna biru dan HCN yang lebih dari 50 ppm akan bersifat toksik (racun) apabila sampai dikonsumsi.

Kadar HCN dalam singkong dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori yang berbeda. Kategori tersebut terdiri dari kadar HCN yang lebih dari 100 ppm memiliki rasa pahit sehingga tidak boleh dikonsumsi seperti varietas Adira II, Adira IV dan Thailand. Kadar HCN pada rentang 40 hingga 100 ppm (sedang) tidak disarankan untuk dikonsumsi seperti varietas UJ-5. Sebaliknya, kadar HCN di bawah 40 ppm dianggap aman untuk dikonsumsi seperti varietas Adira I dan Manado.

Hubungan antara kadar HCN dan kadar pati singkong berbanding lurus. Ketika kadar HCN meningkat maka akan semakin pahit dan kadar pati juga semakin meningkat, dan sebaliknya. Oleh karena itu varietas singkong dengan kadar HCN yang tinggi umumnya dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan tapioka. Selanjutnya, singkong mengandung senyawa polifenol dan mengalami pencoklatan (*browning*) secara enzimatis ketika terjadi oksidasi oleh enzim fenolase. Proses oksidasi tersebut menyebabkan penurunan warna putih tepung. Berdasarkan kadar amilosa, singkong dapat dikategorikan menjadi 2 kelompok. Kelompok pertama terdiri dari singkong dengan kandungan amilosa $\geq 20\%$. Secara fisik dapat diketahui bahwa kulit ari yang berwarna coklat dan kulit

tebalnya mudah dikupas. Singkong dengan kadar amilosa $\leq 20\%$ ditandai dengan kulit ari yang berwarna coklat tidak terkelupas atau lengket pada kulitnya sedangkan kulit tebalnya sulit untuk dikelupas. Tanaman ini cukup memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi tepung seperti tepung singkong, tapioka (pati singkong) dan mocaf (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2011).

Mocaf juga dikenal sebagai tepung singkong yang dimodifikasi. Terdapat beberapa metode untuk memproduksi mocaf yaitu secara kimiawi dengan melakukan perendaman pada air kapur dan secara mikrobial yang memanfaatkan jamur (*Rhizopus oryzae*) atau bakteri asam laktat (*Lactobacillus plantarum* dan *S. cerevisiae*) (Anindita dkk., 2020; Helilusiatiningsih, 2023). Kehadiran bakteri asam laktat dalam proses fermentasi akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang kemudian mengakibatkan terjadinya liberasi granula pati karena hancurnya dinding sel singkong. Proses fermentasi pada pembuatan mocaf akan mempengaruhi kandungan gizi, sifat fisik, dan organoleptik mocaf yang disajikan secara berurutan pada Tabel 1, 2, dan 3.

Tabel 1. Kandungan Gizi Tepung Singkong, Mocaf pada Perendaman Air Kapur, Mocaf pada Fermentasi Jamur, dan Mocaf pada Fermentasi Bakteri Asam Laktat

Parameter (%)	Tepung Singkong ^a	Mocaf pada Perendaman Air Kapur ^b	Mocaf pada Fermentasi Jamur ^b	Mocaf pada Fermentasi Bakteri Asam Laktat ^c
Air	13,00	13,71	13,14	12,16
Abu	0,20	4,12	4,82	3,17
Protein	1,30	1,34	1,12	1,83
Lemak	0,80	2,82	4,28	3,83
Pati	87,00	71,13	69,64	73,03
HCN (mg/kg) ^c	-	-	8,10	7,50

^a(Sunarsi, 2011), ^b(Helilusiatiningsih, 2023), ^c(Anindita dkk., 2020)

Tabel 2. Sifat Fisik Tepung Singkong dan Mocaf

Parameter	Tepung Singkong	Mocaf
Butir beras (mesh)	Mak. 80	Mak.80
Drajat keputihan (%)	85-87	88-91
Viskositas (mPa.s)	20-40 (2% pasta panas) 30-50 (2% pasta dingin)	52-55 (2% pasta panas) 75-77 (2% pasta dingin)

(Subagio dkk., 2008)

Tabel 3. Sifat Organoleptik Singkong dan Mocaf

Parameter	Tepung Singkong	Mocaf
Warna	Putih kecoklatan	Putih
Aroma	Khas singkong	Netral
Rasa	Khas singkong	Netral

(Subagio dkk., 2008)

Kandungan gizi mocaf setara dengan tepung singkong. Namun demikian, kandungan protein yang berkurang dalam mocaf memberikan pengaruh pada atribut fisik, terutama warna tepung yang lebih terang disebabkan tidak adanya reaksi pencoklatan. Granula pati yang bebas mengalami dekomposisi menjadi monosakarida yang kemudian berubah menjadi senyawa asam organik. Penggabungan senyawa asam dengan tepung selama proses menghasilkan cita rasa khas yang dapat menutupi cita rasa singkong yang umumnya tidak disukai masyarakat. Selanjutnya, selama proses fermentasi juga terjadi kehilangan komponen pembentuk warna, terutama pigmen yang ditemukan pada singkong kuning. Akibatnya warna putih yang melekat pada mocaf lebih putih dibandingkan tepung singkong.

3. BERAS ANALOG

Beras analog disebut juga beras artifisial atau beras tiruan (Gambar 1). Beras analog merupakan beras yang dibuat dari sumber karbohidrat selain beras atau kombinasi dengan beras yang memiliki sifat mirip dengan beras baik pada kandungan gizi, bentuk, dan cara memasak. Komposisi beras analog berbasis mocaf dapat disajikan pada Tabel 4.



Gambar 1. Beras analog dari berbagai sumber karbohidrat : A. Mocaf, sagu, jagung putih; B. Beras padi ; C. Sagu, mocaf, parutan kelapa; D. Sagu, jagung putih, bit; E. Jagung kuning dan sagu; F. Sorgum, jagung dan sagu
(Budijanto & Yuliana, 2015)

Tabel 4. Komposisi Beras Analog Basis Mocaf dengan Beras Komersial

Parameter (%)	Beras Analog Basis Mocaf ^a	Beras Komersial ^b
Kadar air	8,58	13,21
Kadar abu	1,27	0,56
Kadar lemak	0,93	3,41
Kadar protein	0,01	11,66
Kadar karbohidrat	89,21	71,16

Sumber : ^a(Agusman dkk., 2014) ^b(Herawat dkk., 2014)

Ada dua metode pada pembuatan beras analog yaitu metode granulasi dan ekstruksi. Metode granulasi telah dipatenkan oleh Kurachi (1995) yaitu proses pencampuran tepung, air, dan hidrokoloid sebagai bahan pengikat pada suhu berkisar 30-80°C. Campuran adonan tersebut kemudian mengalami semigelatinisasi yang selanjutnya dilanjutkan dengan pencetakan menggunakan granulator, mengukus (gelatinisasi) dan pengeringan. Selanjutnya metode granulasi menghasilkan beras analog dengan karakteristik fisik yang berbeda dengan beras seperti bentuk bulat, kepadatan yang rendah dan rapuh sehingga mudah pecah.

Metode pembuatan beras analog selanjutnya adalah ekstruksi merupakan proses pengolahan pangan yang mengkombinasikan beberapa proses termasuk pencampuran, pemasakan, pengadonan, *shear* dan pembentukan. Bahan pangan dipaksa mengalir melalui cetakan yang membentuk hasil ekstruksi dalam waktu cepat. Fungsi ekstruder (alat yang digunakan dalam proses ekstruksi) terdiri dari gelatinisasi, pemotongan molekuler, pencampuran, sterilisasi, pembentukan, dan pengeringan.

Berdasarkan suhu proses, teknologi ekstruksi dibagi menjadi dua kategori, yaitu ekstruksi panas dan ekstruksi dingin. Teknologi ekstruksi panas menggunakan suhu $\geq 70^\circ\text{C}$ sedangkan ekstruksi dingin menggunakan suhu $< 70^\circ\text{C}$. Kedua teknologi tersebut digunakan untuk produksi beras ekstruksi berbasis tepung. Dalam ekstruksi panas, bahan diproses pada suhu tinggi. Suhu material yang tinggi dapat dicapai melalui pra pengkondisian dan atau perpindahan panas selama proses ekstruksi.

Metode ekstruksi dikembangkan oleh Budijanto dkk. (2011) dalam Budi dkk. (2013) yang menunjukkan sedikit perbedaan dari metode granulasi, khususnya tahap penyangraian dan ekstruksi. Tahap penyangraian bertujuan untuk membuat sebagian adonan mengalami semigelatinisasi atau mengkondisikan adonan sebelum ekstruksi. Tahap ekstruksi meliputi proses pencampuran, pemanasan (gelatinisasi) dan pencetakan melalui cetakan. Selanjutnya, ekstrudat dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C

selama 4 jam. Metode ini memiliki kelebihan seperti kapasitas besar dan terjadinya proses pengaliran, pencampuran, pengadonan, pemanasan dan pembentukan sehingga menghasilkan beras analog yang mirip dengan beras. Perbedaan antara beras analog yang dihasilkan melalui metode ekstrusi dan granulasi diuraikan pada Tabel 5 sedangkan penelitian tentang produksi beras analog dengan basis mocaf disajikan pada Tabel.6.

Tabel 5. Perbedaan Beras Analog yang Dihasilkan dengan Metode Ekstrusi dan Granulasi

Parameter	Ekstrusi		Granulasi
	Panas 70°C	Dingin 70°C	
Bentuk produk	Serupa dengan beras	Berbentuk pellet	Bulat
Kualitas pemasakan		Berbeda dengan beras	Berbeda dengan beras
Jkuran dan warna produk yang difortifikasi	Serupa dengan beras		Berbeda dengan beras
Kapasitas produk		Berbeda dengan beras	Berbeda dengan beras
Bahan baku	Serupa dengan beras		Skala mikro ke kecil Terbatas
		Skala menengah ke bawah Terbatas	
	Skala menengah ke atas Beraneka ragam		

(Budi dkk., 2013)

Tabel 6. Penelitian Produksi Beras Analog dengan Basis Mocaf

Bahan Baku Beras Analog	Hasil	Sumber
Mocaf, garut, dan kacang merah	Hasil analisa sensori formula terbaik adalah rasio tepung mocaf 80% : garut 10% : kacang merah 10%. Analisa kimia formula tersebut mirip dengan beras, yaitu kadar air 12,18%, abu 2,63%, protein 6,17%, lemak 1,31%, karbohidrat 89,88%, pati 73,29%, amilosa 24,91%, total serat pangan 7,04%, pati resisten 6,71%.	(Wahjuningsih & Susanti, 2018)
Mocaf, Pisang Kepok, Jagung, dan kacang hijau	Hasil terbaik berdasarkan analisa sensori yaitu 80% mocaf dengan penambahan 20% kacang hijau. Analisa kimia formula tersebut kadar air	(Hidayat dkk., 2020)

	9,72% ; abu 1,47% ; protein 8,24% ; lemak 0,73% ; karbohidrat 77,97% dan serat 1,87%.	
Mocaf, kacang hijau, dan jagung ungu	Hasil analisa sensori formula terbaik dengan proporsi mocaf 40% : kacang hijau 20% : jagung ungu 40% yang memiliki sifat kimia yaitu kadar air 8,60%, abu 1,52%, karbohidrat 73,62%, protein 11,34%, lemak 1,52%, serat pangan 1,27% dan antosianin 27,15 mg CyE/g	(Sada dkk., 2021)
Mocaf, daun singkong, dan beras	Penambahan 20% daun singkong terhadap mocaf meningkatkan nilai gizi beras analog berbasis singkong sehingga dapat digunakan sebagai alternative beras komersial untuk diet sehari-hari. Formula tersebut memiliki kadar total fenol 198,8 mg GAE/100g, total klorofil 198 mg/ml, DPPH 79% dan FRAP inhibition 85%.	(Liu dkk., 2022)
Mocaf dan tepung suweg yang termodifikasi	Penambahan 50% tepung suweg yang termodifikasi secara signifikan meningkatkan berat 100 grains, bulk density, protein, air, abu, serat kasar. Namun menurunkan water absorption, kecerahan warna, lemak, dan karbohidrat,	(Hasbullah dkk., 2023)

Lanjutan Tabel 6. Penelitian Produksi Beras Analog dengan Basis Mocaf

Bahan Baku	Hasil	Sumber
Beras Analog Pati jagung, mocaf, Suweg	Semakin tinggi penambahan tepung suweg padapembuatan beras analog meningkatkan kadar pati, amilopektin, protein dan lemak namun menurunkan amilosa. Secara berurutan penambahan suweg 0%, 5%, 10% dan 15% terhadap mocaf dan pati jagung dengan rasio 1:1 memiliki kadar pati dengan rentang 82,06-84,06%, amilosa pada rentang 26,91-28,53, amilopektin	(Zulfa dkk., 2023)

rentang 54,37-56,12%, protein rentang 0,46-1,25% dan lemak rentang 0,02-0,43%.

Mocaf, Sagu, Kedelai, daun kelor, karagenan	Penambahan karagenan sejumlah 3% terhadap adonan mocaf, sagu, kedelai dan daun kelor (70 : 10 : 20 : 3,5 g) merupakan hasil terbaik dengan kadar air sejumlah 3,22%, abu 2,83%, daya rehidrasi 145,33%, volume pengembangan 106,25% dan aktivitas antioksidan 12,5%.	(Jariyah & Vestra, 2023)
--	---	-------------------------------------

4. PANGAN FUNGSIONAL, PATI RESISTEN, dan INDEKS GLIKEMIK

Saat ini masyarakat mencari produk pangan tidak hanya untuk memenuhi rasa lapar dan mengevaluasi pangan dari sensorik serta keamanan pangan, akan tetapi juga mempertimbangkan nilai gizi dan dampaknya terhadap kesehatan. Jenis pangan tersebut dikenal sebagai pangan fungsional. Salah satu jenis pangan fungsional yaitu pati resisten atau *resistant starch*. Pati resisten merupakan komponen dari pati yang tahan terhadap hidrolisis enzim pencernaan yaitu amilase, sehingga membuatnya sulit dicerna di dalam usus halus. Beras analog berbasis mocaf memiliki kadar pati resisten yang relatif tinggi yaitu 6,65% (Wahjuningsih & Susanti, 2018) dan indeks glikemik yang rendah yaitu 33,51 (Saragih dkk., 2020).

Penderita obesitas dikaitkan dengan asupan lemak dan fruktosa yang berlebihan dan kemudian memicu perkembangan resisten insulin (Bremer dkk., 2012). Proses ini melibatkan lemak dan fruktosa di dalam tubuh, yang mengarah pada pembentukan berbagai senyawa seperti diasilgliserol, fatty acyl CoA dan seramid. Ketiga senyawa tersebut akan mengaktifkan protein kinase C θ (PKC θ) yang kemudian memfosforilasi insulin reseptor substrat (IRS) pada asam amino serin. Akibatnya IRS kehilangan kemampuan untuk mengikat PI-3 kinase (PI3K) yang merupakan komponen penting yang terlibat dalam translokasi GLUT 4 dari cadangan intraseluler ke membrane plasma. Akibatnya ketika PI3K tidak aktif, transfer GLUT 4 ke membrane plasma terhambat. Sehingga pengangkutan glukosa dari aliran darah ke jaringan menjadi terganggu yang akhirnya mengakibatkan resisten insulin (Shulman, 2000). Hal tersebut menyebabkan gula dalam darah tidak dapat diubah menjadi energi dan diedarkan ke jaringan-jaringan yang membutuhkan, sehingga gula dalam darah menjadi tinggi yang selanjutnya menyebabkan penyakit diabetes melitus tipe 2. Akan tetapi diabetes mellitus tipe 2 dapat diperbaiki dengan mengkonsumsi pati resisten. Pati resisten dari *high amylose maizena* yang diberikan ke tikus dengan diabetes melitus tipe 2 selama 4 minggu dapat menurunkan kadar gula dalam darah yang cukup signifikan menjadi 20,64 mmol/L dibandingkan sebelumnya 32,33 mmol/L (saat terjangkit diabetes melitus tipe 2).

Penelitian Oladele & Williamson (2016) memberikan 3 jenis sampel yaitu *boiled unripe plantain* (BUP), *boiled unripe plantain crips* (BUPC), *ripe raw plantain* (RRP)

dan *white bread* sebagai kontrol (keseluruhan 25 g *available carbohydrate portion*) pada 10 subjeknya. Hasil menunjukkan bahwa RRP mampu menurunkan kadar gula darah yang cukup signifikan kemudian BUP dan yang terakhir BUPC. Hal tersebut dikarenakan kadar pati resisten yang terkandung di sampel berbeda, dimana secara berurutan untuk RRP sejumlah 20,8 g, BUP 2 g, dan BUBP tidak terdeteksi.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa pati resisten mampu menurunkan kadar gula darah. Mekanisme untuk penurunan kadar gula darah adalah:

1. Pati resisten merupakan jenis pati yang mengandung amilosa dan tahan terhadap hidrolisis enzim pencernaan, sehingga berdampak pada viskositas isi di dalam usus. Hal tersebut akan menghasilkan pengurangan aktivitas enzim alfa amilase dan selanjutnya memperlambat penyerapan glukosa sehingga nilai indeks glikemiknya juga menjadi rendah. Pada penelitian Matsumoto dkk (2016) menunjukkan bahwa mie beras yang ditambah pati jagung tinggi amilosa sebesar 60 g/100 g (M60) memiliki nilai indeks glikemik yang rendah yaitu 51,84 dibandingkan dengan mie beras dengan penambahan amilosa 30 g/100 g (M30) yang jumlah indeks glikemiknya 63,62.
2. Asam lemak rantai pendek tipe propionate yang diproduksi melalui fermentasi pati resisten di usus besar memiliki kapasitas untuk menghambat aktivitas HMG CoA (3 hidroksi 3 metil glutaril koenzim A) redaktase, sehingga mengurangi sintesis kolesterol. Selain itu, propionate dapat menghambat glukoneogenesis dengan mengubah HMG CoA menjadi metilmalonil Co A dan suksinil CoA, akibatnya menyebabkan penurunan kadar asam lemak bebas tingkat plasma. Peningkatan kadar asam lemak bebas dalam aliran darah berpotensi menghambat pemanfaatan glukosa dan selanjutnya menghasilkan peningkatan sekresi insulin dan sensitivitas insulin dalam jaringan adipose. Gower dkk (2016) melakukan penelitian dimana ketika wanita yang memiliki resisten insulin dapat meningkatkan insulinya setelah diberi 30 g pati resisten *cookies* berbasis high-amylose maize (HAM-RS2) selama 4 minggu

5. KESIMPULAN

Singkong dapat diolah menjadi mocaf dan sangat berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pembuatan produk pangan beras analog. Beras analog yang berbasis mocaf memiliki sifat organoleptik (tekstur, aroma, rasa, dan warna) yang disukai oleh para panelis. Selain itu juga memiliki kadar air 8,60-12,18%, abu 1,47-2,63%, protein 6,17-11,34%, lemak 0,73-1,52% dan karbohidrat 73,62-89,88%. Beras analog berbasis mocaf juga bermanfaat untuk tubuh sebagai pangan fungsional karena memiliki pati resisten (*resistant starch/RS*) sejumlah 6,65% dan indeks glikemik 33,51 sehingga dapat menurunkan kadar gula dalam darah. Minimnya penelitian tentang pati resisten beras analog berbasis mocaf membuat terbatasnya informasi yang didapatkan, sehingga penulis menyarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang kadar pati resisten pada beras analog dengan basis mocaf.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusman, A., Apriani, S. N. K., & Murdinah, M. (2014). Penggunaan Tepung Rumput Laut *Eucheuma cottonii* pada Pembuatan Beras Analog dari Tepung Modified Cassava Flour (MOCAF). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v9i1.94>
- Anindita, B. P., Antari, A. T., & Gunawan, S. (2020). Pembuatan MOCAF (Modified Cassava Flour) dengan Kapasitas 91000 Ton/Tahun. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), F170–F175. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.45058>
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2011). *Inovasi Pengolahan Singkong Meningkatkan Pendatan dan Diversifikasi Pangan*. Badan Litbang Pertanian.
- Bremer, A. A., Mietus-Snyder, M., & Lustig, R. H. (2012). Toward a Unifying Hypothesis of Metabolic Syndrome. *Pediatrics*, 129(3), 557–570. <https://doi.org/10.1542/peds.2011-2912>
- Budi, F. S., Hariyadi, P., Budijanto, S., & Syah, D. (2013). Teknologi Proses Ekstrusi untuk Membuat Beras Analog (Extrusion Process Technology of Analog Rice). *JURNAL PANGAN*, 22(3), Article 3. <https://doi.org/10.33964/jp.v22i3.114>
- Budijanto, S., & Yuliana, N. D. (2015). Development of Rice Analog as a Food Diversification Vehicle in Indonesia. *Journal of Developments in Sustainable Agriculture*, 10(1), 7–14. <https://doi.org/10.11178/jdsa.10.7>
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. (2023). *Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Tanaman Pangan 2022*. Kementerian Pertanian.
- Gower, B. A., Bergman, R., Stefanovski, D., Darnell, B., Ovalle, F., Fisher, G., Sweatt, S. K., Resuehr, H. S., & Pelkman, C. (2016). Baseline Insulin Sensitivity Affects Response to High-Amylose Maize Resistant Starch in Women: A Randomized, Controlled Trial. *Nutrition & Metabolism*, 13(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0062-5>
- Hasbullah, U. H. A., Surayya, L., & Syah, I. T. (2023). Physical and Nutritional Properties of Analog Rice Based on Modified Cassava Flour and Modified Suweg Flour. *Indonesian Food and Nutrition Progress*, 19(1), Article 1. <https://doi.org/10.22146/ifnp.65606>
- Helilusiatiningsih, N. (2023). Teknologi Pengolahan Tepung Mocaf dengan 3 Metode Fermentasi Kajian Analisa Proksimat. *Journal of Food Technology and Agroindustry*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.24929/jfta.v5i2.2772>
- Herawat, H., Kusnandar, F., Adawiyah, D. R., Budijanto, S., & Rahman, M. S. (2014). Thermal Characteristics and State Diagram of Extruded Instant Artificial Rice. *Thermochimica Acta*, 593, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2014.08.017>
- Hidayat, T., Mikasari, W., Yuliasari, S., Ivanti, L., & Rahman, T. (2020). Chemical and Organoleptic Properties Characterization of Rice Analog Made from Mocaf, Banana or Corn with Addition of Mung Bean Flour. *Jurnal Agroindustri*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.31186/j.agroindustri.10.2.79-87>

- Jariyah, J., & Vestra, A. (2023). Characteristics of Rice Analog from Composite Flour (Mocaf: Sago: Soybean: Moringa Leaf) with Addition of Carrageenan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 16(2), Article 2. <https://doi.org/10.20961/jthp.v16i2.61507>
- Kurachi, H. (1995). *54 Process of Making Enriched Artificial Rice*.
- Liu, C. Y., Amani, R., Sulaiman, S., Mahmood, K., Ariffin, F., & Mohammadi Nafchi, A. (2022). Formulation and Characterization of Physicochemical, Functional, Morphological, and Antioxidant Properties of Cassava-Based Rice Analogue. *Food Science & Nutrition*, 10(5), 1626–1637. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2785>
- Matsumoto, K., Yasuyoshi, E., Nishi, K., Honda, Y., Nakaya, M., & Kitamura, S. (2016). Resistant Starch-Rich Wx/Ae Brown Rice Prevents Insulin Resistance and Hypertriglyceridaemia in Type 2 Diabetic NSY Mice. *Journal of Functional Foods*, 23, 556–564. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.01.046>
- Novelina, Aisman, & Ramadhani, A. S. (2023). The Comparative Effect of MOCAF (Modified Cassava Flour) and Corn (Zea mays L.) Flour on the Characteristics of Chiffon Cake. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1182(1), 012052. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1182/1/012052>
- Oladele, E.-O., & Williamson, G. (2016). Impact of Resistant Starch in Three Plantain (Musa AAB) Products on Glycaemic Response of Healthy Volunteers. *European Journal of Nutrition*, 55(1), 75–81. <https://doi.org/10.1007/s00394-014-0825-6>
- Pertiwi, S. R. R., Novidahlia, N., Aminullah, A., Rohmayanti, T., & Siwi, K. (2022). Sensory Properties of Snack Noodles Made from Canistel Flour and Mocaf with Addition of Guar Gum. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1097(1), 012005. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1097/1/012005>
- Ratnawati, L., Desnilasari, D., Indrianti, N., & Ekafitri, R. (2023). Study of Mocaf Biscuits Made from a Combination of Bean Flour and Banana Puree Types. *BIO Web of Conferences*, 69, 03013. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236903013>
- Sada, Z. P., Mahendradatta, M., & Latief, R. (2021). Physicochemical Characteristics and Anthocyanin Content of Analog Rice Made from Mocaf, Mung Beans (*Vigna radiata*), and Purple Corn (*Zea mays* L.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 807(2), 022061. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/807/2/022061>
- Saragih, B., Nisyawati, H., Sitohang, B., Singalingging, C. N., & Marwati, M. (2020). Formulasi Mocaf, Tepung Ubi Jalar Ungu dan Jelai Terhadap Sifat Sensoris, Antioksidan, Nilai Gizi, Profil FTIR dan Indeks Glikemik Beras Analog. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 14(2), Article 2. <https://doi.org/10.26578/jrti.v14i2.6479>
- Shulman, G. I. (2000). Cellular Mechanisms of Insulin Resistance. *The Journal of Clinical Investigation*, 106(2), 171–176. <https://doi.org/10.1172/JCI10583>
- Subagio, A., Siti W, Wi., Witono, Y., & Fahmi, F. (2008). *Prosedur Operasi Standar (POS) Produksi MOCAF Berbasis Klaster*. FTP UNEJ - SEAFast CENTER IPB. <https://repository.unej.ac.id/xmlui/handle/123456789/60916>

- Sunarsi, S. (2011). *Memfaatkan Singkong Menjadi Tepung Mocaf untuk Pemberdayaan Masyarakat Sumberejo*.
- Wahjuningsih, S. B., & Susanti, S. (2018). Chemical, Physical, and Sensory Characteristics of Analog Rice Developed from The Mocaf, Arrowroot, and Red Bean Flour. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 102(1), 012015. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/102/1/012015>
- Walangitan, N. S., Mingkid, E., & Londa, N. S. (2018). Pola Komunikasi Program Gentasi (Gerakan Tanpa Nasi) Kepada Masyarakat oleh Dinas Pangan Kabupaten Minahasa Utara. *ACTA DIURNA KOMUNIKASI*, 7(3), Article 3. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/actadiurnakomunikasi/article/view/19879>
- Zulfa, F., Rochmah, A., Saputri, F., Suleman, D., & Anandito, R. (2023). Macronutrient Profile of Analog Rice Based on Cornstarch, Modified Cassava Flour, and Suweg Flour. *BIO Web of Conferences*, 69, 03009. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236903009>