

SKRIPSI

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BERAS ANALOG BERINDEKS GLIKEMIK
RENDAH DARI UMBI GARUT (*Maranta arundinaceae* L.) DAN TEPUNG
MOCAF (*Modified Cassava Flour*) SEBAGAI ALTERNATIF PANGAN
FUNGSIONAL**

Disusun dan diajukan oleh

**LU'LU UL MARJAN
G031 17 1510**



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BERAS ANALOG BERINDEKS GLIKEMIK RENDAH DARI UMBI GARUT (*Maranta arundinaceae* L.) DAN TEPUNG MOCAF (*Modified Cassava Flour*) SEBAGAI ALTERNATIF PANGAN FUNGSIONAL

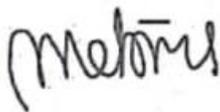
Disusun dan diajukan oleh

**LU'LU UL MARJAN
G031.17.1510**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 25 Februari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

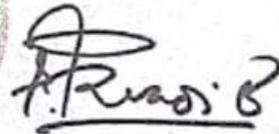
Menyetujui

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta
NIP. 19660917 199112 2 001

Pembimbing Pendamping,



Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si
NIP. 19820205 200604 1 002



Ketua Program Studi,

Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si
NIP. 19820205 200604 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Lu'lu UI Marjan
NIM : G031 17 1510
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Pembuatan dan Karakterisasi Beras Analog Berindeks Glikemik Rendah dari Umbi Garut (*Maranta arundinaceae* L.) dan Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) sebagai Alternatif Pangan Fungsional

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar,
Yang Menyatakan



Lu'lu UI Marjan

ABSTRAK

LU'LU UL MARJAN (NIM. G031 17 1510). Pembuatan dan Karakterisasi Beras Analog Berindeks Glikemik Rendah dari Umbi Garut (*Maranta arundinaceae* L.) dan Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) sebagai Alternatif Pangan Fungsional. Dibimbing oleh META MAHENDRADATTA dan FEBRUADI BASTIAN.

Latar belakang: pemahaman yang baik terhadap indeks glikemik (IG) sangat diperlukan untuk memilih jenis, bentuk asupan dan jumlah karbohidrat dari bahan pangan yang dikonsumsi, salah satunya yaitu pada beras analog. Beras analog merupakan suatu pangan alternatif yang mirip dengan beras, namun berasal dari sumber karbohidrat selain padi. Umbi garut merupakan salah satu tanaman pangan lokal sumber karbohidrat yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai alternatif bahan pangan berindeks glikemik rendah. Namun tepung umbi garut memiliki karakteristik yang lengket setelah proses pemanasan sehingga diperlukan substitusi bahan pangan lain yaitu tepung mocaf (*Modified Cassava Flour*). **Tujuan:** untuk menghasilkan sumber pangan alternatif berupa beras analog berindeks glikemik rendah dari umbi garut dan tepung mocaf yang dapat dimanfaatkan sebagai produk pangan fungsional. **Metode:** terdiri dari dua tahapan, kegiatan tahap I dilakukan untuk mengetahui sifat fisik beras analog meliputi densitas kamba, daya serap air, daya pengembangan dan waktu pemasakan serta dilakukan analisis sensori dari nasi analog menggunakan uji organoleptik metode hedonik berdasarkan tingkat kesukaan panelis konsumen untuk mengetahui formulasi beras analog terbaik dan kegiatan tahap II dilakukan untuk mengetahui sifat kimia beras analog terbaik berupa nilai proksimat, kadar serat kasar dan nilai indeks glikemik. **Hasil:** analisis sifat fisik beras analog terhadap densitas kamba, daya serap air, daya pengembangan dan waktu pemasakan secara berturut-turut berkisar 0,3984-0,4360 g/mL, 64,56-65,01%, 6,00-8,33% dan 9-10 menit sedangkan pada analisis sifat kimia formulasi beras analog terbaik terdiri dari kadar air 7,89%, kadar abu 1,87%, kadar protein 6,19%, kadar lemak 1,93%, kadar karbohidrat 82,10%, kadar serat kasar 2,91% dan nilai IG 51,56. **Kesimpulan:** berdasarkan rekomendasi Persetujuan Etik Nomor 9213/UN4.14.1/TP.01.02/2020 yang dikeluarkan oleh Komite Etik Penelitian Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin, beras analog dari tepung umbi garut dan tepung mocaf dapat dijadikan sebagai alternatif pangan fungsional dan sebagai salah satu produk diversifikasi pangan karena kandungan indeks glikemik yang rendah (51,56).

Kata kunci: Beras analog, indeks glikemik, tepung mocaf, umbi garut.

ABSTRACT

LU'LU UL MARJAN (NIM. G031 17 1510). Production and Characterization of Low Glycemic Index Analogue Rice from Arrowroot Tubers (*Maranta arundinaceae* L.) and Mocaf (*Modified Cassava*) Flour As an Alternative Functional Food. Supervised by META MAHENDRADATTA and FEBRUADI BASTIAN.

Background: A good understanding of glycemic index (GI) is needed to choose the type, form of intake and amount of carbohydrates of the food consumed, one of which is analogue rice. Analogue rice is an alternative food similar to rice, but it made from carbohydrate sources other than rice. Arrowroot tubers is one of the local food plant source of carbohydrates that has great potential to be developed as an alternative of food with a low glycemic index. However, arrowroot tubers flour has sticky characteristics after going through the heating process therefore it requires so another food substitute which is the mocaf (Modified Cassava) flour. **Aim:** to produce an alternative food sources in the form of the analogue rice with low glycemic index made from the arrowroot tubers and mocaf flour which can be used as functional food products. **Method:** consists of two stages, the first stage were carried out to determine the physical properties of analogue rice produced including kamba density, water absorption, swelling power and cooking time and a hedonic sensory test of analogue rice based on the level of consumer preference to find out the best analogue rice formulation. The second stage were carried out to determine the chemical properties of the best analogue rice produced in the form of the proximate value, crude fiber content and glycemic index value. **Results:** the analysis of the physical properties of the analogue rice to kamba density, water absorption, swelling power and cooking time ranging from 0.3984-0.4360 g/mL, 64.56-65.01%, 6.00-8.33% and 9-10 minutes while the chemical analysis of the best analogue rice formulations consisted of water content of 7.89%, ash content of 1.87%, protein content of 6.19%, fat content of 1.93%, carbohydrate content of 82.10%, crude fiber content of 2.91% and GI value of 51.56. **Conclusion:** based on the Ethical Approval Recommendation Number 9213/UN4.14.1/TP.01.02/2020 issued by the Health Research Ethics Committee, Faculty of Public Health, Hasanuddin University, analogue rice from arrowroot tubers flour and mocaf flour can be used as an alternative to functional food and as an alternative to functional food. food diversification products due to the low glycemic index content (51.56).

Keywords: Analog rice, arrowroot tubers, glycemic index, mocaf flour.

RIWAYAT HIDUP



Lu'lu Ul Marjan, lahir di Kota Makassar pada tanggal 18 Desember 1998 dan merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Syahril dan Ibu Mariama. Pendidikan formal yang telah ditempuh penulis yaitu :

1. Sekolah Dasar Negeri Cendrawasih Makassar
2. Sekolah Menengah Pertama Negeri 3 Makassar
3. Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Makassar

Tahun 2017, penulis diterima di Universitas Hasanuddin Makassar dan tercatat sebagai Mahasiswa S1 Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian.

Selama menempuh pendidikan di jenjang SI, penulis berperan cukup aktif dalam kegiatan akademik maupun non akademik. Penulis beberapa kali mengikuti dan menjuarai perlombaan-lombaan karya tulis ilmiah serta berperan dalam keanggotaan Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin (HIMATEPA UH). Penulis juga pernah melaksanakan praktek magang di salah satu instansi besar di Kota Makassar yaitu Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan (BBPOM) dan menjadi asisten laboratorium mata kuliah Aplikasi Teknologi Hasil Nabati. Selain itu, penulis juga bergabung ke dalam beberapa komunitas sosial yang ada di Kota Makassar.

PERSANTUNAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul “Pembuatan dan Karakterisasi Beras Analog Berindeks Glikemik Rendah dari Umbi Garut (*Maranta arundinaceae* L.) dan Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) sebagai Alternatif Pangan Fungsional” sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Perkenankan penulis untuk mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada kedua orang tua penulis, Ibunda Mariama dan Ayahanda Syahril atas segala cinta, kasih sayang, dukungan dan doa yang tidak pernah putus untuk keberhasilan dan kesuksesan penulis dalam meraih mimpi-mimpi. Terimakasih pula kepada kedua adik penulis, Muhammad Al Fajri dan Miftah Ul Khairah serta kepada seluruh keluarga besar penulis atas segala dukungan, bantuan, inspirasi, motivasi dan doa yang telah diberikan kepada penulis. Semoga Allah SWT akan membalas segala jasa-jasa kalian dengan rahmat dan lindungan-Nya melebihi apa yang kalian berikan.

Penulis juga menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan skripsi ini, diantaranya Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta selaku Pembimbing I dan Dr. Februadi Bastian S.TP., M.Si selaku Pembimbing II yang telah banyak membantu penulis dalam pembuatan skripsi ini dengan memberikan ilmu, saran serta kritikan agar lebih baik kedepannya. Kemudian untuk Ir. Nurlaila Abdullah, MS dan Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si selaku penguji, terimakasih banyak telah meluangkan waktunya dalam membantu dan memberikan ilmu kepada penulis sekaligus saran dan masukan sehingga skripsi ini bisa lebih baik lagi. Selain itu, terimakasih pula yang sebesar-besarnya kepada seluruh Ibu/Bapak Dosen dan Staf-staf Laboran Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan yang telah memberikan banyak ilmu, motivasi serta semangat dan tentunya pembelajaran kepada penulis selama berkuliah di Universitas Hasanuddin. Semoga Allah SWT akan membalas segala jasa-jasa kalian dengan rahmat, kesehatan dan rejeki yang berlimpah.

Kemudian penulis juga menyampaikan ucapan kepada teman akrab penulis selama berproses di bangku perkuliahan yaitu teman-teman Tadika terkhusus Pemendam diantaranya Iin, Widi, Johana, Erlinda dan Septhree, terimakasih atas semangat dan bantuan yang tidak terhingga selama ini serta terimakasih selalu ada dan telah memberikan warna kehidupan yang sangat indah selama perkuliahan. Kepada teman angkatan penulis Gear 17 terkhusus Bunsen 17, terutama Lisa, Usie, Shifa, Dindel, Lusi, Rahma, Monivia, Yuli, Kia dan Eni terimakasih atas bantuan selama proses penelitian penulis. Kepada teman seperjuangan penulis, diantaranya Sulfi, Jeje dan Kak Vivi, terimakasih selalu sigap membantu dalam proses penelitian berlangsung. Kepada Kak Irwan, Kak Inal, Fajri, Kak Ariani, Kak Rixon, Kak Ilmi, Kak Nina, Kak Dwi dan Kak Ical, terimakasih atas segala bantuan dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis. Kepada semua pihak yang telah membantu dan tidak sempat penulis sebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuan dan dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga kedepannya penulis bisa menjadi lebih baik lagi.

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
PERSANTUNAN.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Beras Analog.....	4
2.2 Indeks Glikemik.....	4
2.3 Garut (<i>Maranta arundinaceae</i> L.)	8
2.4 Tepung Mocaf.....	9
2.5 Karagenan	11
2.6 Konjak.....	12
2.7 Teknologi Ekstrusi	13
3. METODE	15
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Prosedur Penelitian	15
3.4 Desain Penelitian.....	18
3.5 Parameter Pengamatan	18
3.5.1 Analisis Sifat Fisik	18
3.5.2 Analisis Sensori.....	19
3.5.3 Analisis Sifat Kimia	19
3.5.4 Uji Indeks Glikemik	21

3.6	Pengolahan Data	21
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1	Analisis Sifat Fisik	23
4.1.1	Densitas Kamba.....	23
4.1.2	Daya Serap Air	24
4.1.3	Daya Pengembangan	25
4.1.4	Waktu Pemasakan	26
4.2	Analisis Sensori.....	29
4.3	Analisis Sifat Kimia	30
4.3.1	Kadar Air.....	30
4.3.2	Kadar Abu	31
4.3.3	Kadar Protein.....	31
4.3.4	Kadar Lemak	32
4.3.5	Kadar Karbohidrat.....	33
4.3.6	Kadar Serat Kasar.....	33
4.4	Uji Indeks Glikemik.....	34
4.4.1	Karakteristik Relawan	34
4.4.2	Penentuan Jumlah Pangan Uji dan Pangan Standar	35
4.4.3	Respon Glukosa Darah.....	35
4.4.4	Indeks Glikemik	36
5.	KESIMPULAN	39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran.....	39
	Daftar Pustaka	40
	Lampiran	49

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kategori Pangan Menurut Indeks Glikemik.	5
Tabel 2. Syarat Mutu Tepung Mocaf.	10
Tabel 3. Syarat Mutu Karagenan Komersial.	11
Tabel 4. Syarat Mutu Tepung Konjak.	13
Tabel 5. Formulasi Beras Analog.	18
Tabel 6. Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog Terbaik Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%.	30
Tabel 7. Karakteristik Relawan Uji Indeks Glikemik Beras Analog Terbaik Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%.	35
Tabel 8. Nilai Rata-rata Indeks Glikemik Beras Analog Terbaik Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%.	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Skema Penyerapan Glukosa dari Pangan yang Memiliki IG Rendah (A) dan IG Tinggi (B) pada Saluran Pencernaan (Atas) Serta Kurva Respon Glikemik dalam Darah (Bawah).	6
Gambar 2.	Contoh Kurva Fluktuasi Glukosa Darah.....	6
Gambar 3.	Umbi Garut.	8
Gambar 4.	Tepung Mocaf.....	9
Gambar 5.	Struktur Karagenan.	12
Gambar 6.	Karagenan	12
Gambar 7.	Tepung Konjak	13
Gambar 8.	Diagram Alir Pembuatan Tepung Umbi Garut.....	16
Gambar 9.	Diagram Alir Pembuatan Beras Analog	17
Gambar 10.	Pengukuran Diameter Butiran Beras Analog.	19
Gambar 11.	Beras Analog (a) Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%, (b) Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 80:20%, (c) Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 70:30%.....	22
Gambar 12.	Nasi Analog (a) Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%, (b) Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 80:20%, (c) Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 70:30%.....	23
Gambar 13.	Hubungan Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Densitas Kamba Beras Analog.	24
Gambar 14.	Hubungan Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Daya Serap Air Beras Analog.....	25
Gambar 15.	Hubungan Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Daya Pengembangan Beras Analog.....	26
Gambar 16.	Hubungan Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Waktu Pemasakan Beras Analog.....	27
Gambar 17.	Hasil Pengukuran Waktu Pemasakan Beras Analog (a) Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%, (b) Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 80:20%, (c) Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 70:30%.	28
Gambar 18.	Hubungan Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Tingkat Kesukaan Rasa Nasi Analog	29
Gambar 19.	Kurva Rata-rata Respon Glukosa Darah.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Lembar Surat Rekomendasi Persetujuan Etik.	49
Lampiran 2.	Lembar Penjelasan Penelitian.....	50
Lampiran 3.	Lembar Formulir Persetujuan Relawan.....	51
Lampiran 4.	Lembar Anamnesis Status Kesehatan Relawan.....	52
Lampiran 5.	Lembar Kuesioner Uji Hedonik Analisis Sensori.	53
Lampiran 6.	Data Hasil Analisis Sifat Fisik Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Densitas Kamba.	54
Lampiran 7.	Data Hasil Analisis Sifat Fisik Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Daya Serap Air.....	55
Lampiran 8.	Data Hasil Analisis Sifat Fisik Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Daya Pengembangan.....	56
Lampiran 9.	Data Hasil Analisis Sifat Fisik Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Waktu Pemasakan.....	57
Lampiran 10.	Data Hasil Analisis Sensori Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Tingkat Kesukaan Rasa.....	58
Lampiran 11.	Data Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog Terbaik Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%.....	59
Lampiran 12.	Data Hasil Uji Indeks Glikemik Beras Analog Terbaik Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%.....	59
Lampiran 13.	Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	65

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karbohidrat merupakan suatu sumber energi utama bagi manusia untuk dapat melakukan aktivitas sehari-hari. Kebutuhan energi manusia sekitar 60-70% bersumber dari karbohidrat, sisanya dapat berasal dari protein dan lemak sehingga karbohidrat dijadikan sebagai sumber energi utama bagi seluruh penduduk dunia. Karbohidrat yang dikonsumsi dari suatu makanan akan diserap dan dicerna oleh tubuh. Namun setiap jenis karbohidrat memiliki daya cerna yang berbeda-beda terhadap laju peningkatan kadar glukosa darah sehingga hal tersebut dapat diukur melalui pendekatan nilai indeks glikemik (IG). IG merupakan metode kuantitatif yang dapat menggambarkan kemampuan karbohidrat pada suatu makanan dalam menaikkan kadar glukosa darah dengan membandingkan luas area di bawah kurva respon glukosa darah antara makanan uji dan makanan standar (Ro'fah, 2013).

Menurut Budijanto *et al.* (2017), penerapan konsep IG dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan jumlah dan jenis pangan sumber karbohidrat yang tepat untuk meningkatkan maupun menjaga kesehatan tubuh. Konsep IG juga banyak diterapkan sebagai dasar manajemen dan pencegahan berbagai macam penyakit dengan pendekatan terapi nutrisi. Pangan yang dapat menaikkan kadar glukosa darah secara cepat memiliki nilai IG tinggi dan sebaliknya, pangan yang dapat menaikkan kadar glukosa darah secara lambat memiliki nilai IG rendah. Rentang nilai IG rendah adalah <55, IG sedang 55-70 dan IG tinggi >70 (Atkinson *et al.*, 2008). Marsh *et al.* (2011) menyatakan bahwa pangan dengan IG rendah mampu menurunkan resistensi insulin bagi penderita diabetes sedangkan bagi individu yang normal, mengkonsumsi IG rendah dapat menurunkan obesitas sehingga mengurangi resiko terkena penyakit metabolik maupun penyakit degeneratif.

Pangan dengan IG rendah akan menurunkan laju penyerapan glukosa dan menekan sekresi hormon insulin pankreas sehingga tidak mengakibatkan adanya lonjakan kadar glukosa darah. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai IG diantaranya yaitu proses pengolahan, kadar serat pangan, kadar lemak dan protein serta perbandingan amilosa dan amilopektin. Faktor-faktor tersebut dapat dijadikan sebagai acuan oleh penderita diabetes maupun orang yang normal untuk memprediksi nilai IG pada suatu produk pangan. Selain itu, masing-masing komponen bahan pangan dapat memberikan kontribusi dan pengaruh yang berbeda sehingga menghasilkan respon glikemik tertentu (Arif *et al.*, 2013). *World Health Organization* (WHO) juga merekomendasikan pangan dengan IG rendah dapat membantu meningkatkan pengendalian kadar glukosa darah, namun dengan memperhatikan jumlah asupan karbohidratnya. Pemahaman yang baik terhadap IG sangat diperlukan untuk memilih jenis, bentuk asupan dan jumlah karbohidrat dari bahan pangan yang dikonsumsi.

Beras merupakan salah satu jenis sumber karbohidrat utama dalam pola makan masyarakat di Indonesia. Konsumsi beras di Indonesia bahkan mencapai 78.4229 kg per kapita per tahun (Kementan, 2019). Angka tersebut menunjukkan bahwa Indonesia memiliki angka yang tergolong cukup tinggi apabila dibandingkan dengan negara-negara di Asia Tenggara. Selain itu, nilai indeks glikemik pada beras putih juga tergolong tinggi yaitu 82 (Diyah *et al.*, 2016). Konsumsi makanan yang mengandung indeks glikemik tinggi dalam jangka waktu lama dapat menimbulkan berbagai macam komplikasi diabetes serta resistensi

insulin. Oleh sebab itu, dibutuhkan pangan dengan IG rendah sebagai alternatif pangan fungsional. Salah satu bentuk upaya penerapan tersebut yaitu dengan melalui pengolahan beras analog yang dapat dikonsumsi untuk mengendalikan rasa lapar, nafsu makan dan kadar glukosa darah.

Beras analog merupakan beras yang terbuat dari bahan pangan non beras dengan bentuk menyerupai butiran beras. Karakteristik dari beras analog kurang lebih sama atau bahkan lebih apabila dibandingkan dengan beras konvensional pada umumnya bergantung kepada pemilihan bahan baku serta proses pengolahan yang digunakan (Adelina *et al.*, 2019). Salah satu bahan baku yang dapat digunakan dalam proses pengolahan beras analog yaitu umbi garut. Umbi garut merupakan salah satu tanaman pangan lokal yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai sumber alternatif bahan pangan berindeks glikemik rendah dengan nilai ekonomis yang tinggi. Indeks glikemik dari umbi garut yaitu 14. Nilai IG tersebut paling rendah di antara jenis umbi-umbi lainnya seperti suweg 42, ubi jalar putih 70, kentang 82, gembili 90 dan ganyong 105 (Afandi *et al.*, 2019).

Pemanfaatan umbi garut di Indonesia saat ini belum optimal. Hasil olahan utama dari umbi garut yaitu tepung umbi garut. Namun tepung umbi garut memiliki karakteristik yang lengket terutama setelah melewati proses pemanasan sehingga diperlukan substitusi bahan pangan lainnya. Salah satu bahan pangan yang dapat mengatasi permasalahan tersebut adalah tepung mocaf. Tepung mocaf (*Modified Cassava Flour*) merupakan salah satu jenis tepung yang diproses dengan cara memodifikasi sel ubi kayu melalui tahapan fermentasi (Putri *et al.*, 2018). Penambahan tepung mocaf dalam proses pengolahan beras analog diharapkan dapat memperbaiki karakteristik dari beras analog yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan tepung mocaf memiliki kandungan amilosa yang tinggi sehingga dapat mengurangi kelengketan yang berasal dari tepung umbi garut.

Berdasarkan hal tersebut, tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan beras analog berindeks glikemik rendah dari umbi garut dan tepung mocaf yang dapat dimanfaatkan sebagai pangan fungsional untuk semua individu diantaranya penderita diabetes, orang sehat serta seseorang yang ingin melaksanakan program diet. Adanya beras analog yang memiliki nilai IG rendah dapat membantu seseorang dalam mengendalikan rasa lapar, selera makan dan kadar glukosa darah.

1.2 Rumusan Masalah

Komoditi pangan yang memiliki arti penting bagi kehidupan bangsa Indonesia salah satunya adalah beras. Beras merupakan sumber karbohidrat utama bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Namun beras termasuk ke dalam kategori pangan IG tinggi sehingga dapat menimbulkan berbagai macam komplikasi diabetes serta resistensi insulin. Oleh karena itu, diperlukan diversifikasi pangan dalam bentuk beras analog yang memiliki IG rendah dari sumber karbohidrat lain yang memiliki IG rendah seperti umbi garut.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini yaitu untuk menghasilkan sumber pangan alternatif berupa beras analog berindeks glikemik rendah dari umbi garut dan tepung mocaf yang dapat dimanfaatkan sebagai produk pangan fungsional. Tujuan khusus dari penelitian ini yaitu

untuk memperoleh karakteristik sifat fisikokimia dari beras analog umbi garut dan tepung mocaf berdasarkan hasil analisis sensori terbaik.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pelaku industri/produsen pangan dan masyarakat untuk dapat memanfaatkan beras analog berindeks glikemik rendah dari umbi garut dan tepung mocaf sebagai alternatif pangan fungsional sekaligus sebagai salah satu bentuk diversifikasi pangan yang dapat mendukung program ketahanan pangan nasional.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beras Analog

Beras analog merupakan beras tiruan yang memiliki bentuk menyerupai beras namun tidak diproses secara alami. Beras analog terbuat dari tepung lokal non beras sehingga dapat dijadikan salah satu bentuk solusi dalam mengatasi ketersediaan pangan (Fransicka, 2015). Hal tersebut dapat menunjang diversifikasi pangan karena beras analog dapat dikonsumsi seperti layaknya mengkonsumsi nasi dari beras padi. Beras analog juga dapat dikembangkan dalam mengatasi permasalahan, baik dalam hal penggunaan sumber pangan baru atau untuk penganekaragaman pangan. Pemanfaatan pangan lokal sebagai sumber karbohidrat dalam menciptakan produk berupa beras analog sehingga memiliki kandungan gizi yang lebih besar apabila dibandingkan dengan beras padi (Noviasari *et al.*, 2015). Bahan pangan non beras sebagai bahan baku sumber karbohidrat dapat diperoleh dari berbagai jenis umbi-umbian maupun sereal.

Menurut Budijanto (2014), beras analog dapat dibuat dari berbagai jenis tepung lokal dengan bentuk butiran yang mirip dengan beras serta dapat ditanak seperti halnya menanak nasi pada umumnya. Banyak peneliti dari berbagai instansi di Indonesia seperti IPB, UGM, UNEJ dan Balai Besar Pasca Panen Kementerian Pertanian serta perguruan tinggi dan badan litbang lainnya mengembangkan proses pengolahan produk yang menyerupai beras dikenal dengan sebutan rasbi, bibinber, beras tiruan dan nama lainnya. Teknik pengolahan beras analog dapat dilakukan dengan metode granulasi (Jannah *et al.*, 2015; Hidayat *et al.*, 2016) dan metode ekstrusi (Noviasari *et al.*, 2015; Budijanto *et al.*, 2017; Rumitasari, 2020). Penggunaan metode granulasi menghasilkan beras analog dengan karakteristik bentuk yang tidak seperti butiran beras pada umumnya karena beras yang dihasilkan cenderung berbentuk bulat serta memiliki tekstur yang mudah pecah sedangkan penggunaan metode ekstrusi menghasilkan beras analog dengan karakteristik bentuk yang menyerupai beras karena bahan pangan yang diolah di dalam alat ekstruder dilewatkan melalui cetakan yang telah didesain seperti bentuk beras (Noviasari *et al.*, 2017).

2.2 Indeks Glikemik

Indeks glikemik (IG) merupakan suatu tingkatan yang dapat dinyatakan dalam skala numerik berdasarkan efektifitas peningkatan kadar gula darah. Bahan pangan yang memiliki IG tinggi akan cepat meningkatkan kadar gula darah sedangkan bahan pangan yang memiliki IG rendah akan lambat meningkatkan kadar gula darah (Olva, 2016). Indeks glikemik pertama kali dikembangkan oleh David Jenkins yang merupakan seorang Professor Gizi di Universitas Toronto, Kanada pada tahun 1981. David Jenkins pada saat itu membantu menentukan jenis pangan yang baik dikonsumsi bagi penderita Diabetes Mellitus (DM) sesuai dengan porsi karbohidratnya. Berdasarkan konsep tersebut, timbul anggapan bahwa semua jenis pangan yang berkarbohidrat dapat menghasilkan pengaruh yang berbeda terhadap kadar glukosa darah (Rimbawan, 2007).

Kecepatan pencernaan karbohidrat dapat memberikan pengaruh yang sangat penting bagi kesehatan tubuh. Hal tersebut dapat dikendalikan dengan memahami konsep IG karena konsep tersebut menjelaskan bahwa tidak setiap karbohidrat bekerja dengan cara yang sama.

Konsep IG selain disusun untuk penderita diabetes, dapat juga diterapkan bagi orang yang sehat, orang yang melakukan program diet dan olahragawan. Menurut Olva (2016), pengetahuan mengenai konsep IG membantu penderita diabetes dalam mengatur kenaikan kadar gula darah sehingga berada ditingkatan yang aman. Pangan yang memiliki nilai IG rendah akan dicerna oleh tubuh dengan lambat sehingga dapat meningkatkan rasa kenyang dan menunda rasa lapar. Selain itu, pangan dengan IG rendah juga akan meningkatkan daya tahan olahragawan karena adanya proses penyimpanan glikogen otot secara perlahan sehingga ketersediaan glukosa terus ada.

Konsep IG kemudian dikembangkan untuk mengelompokkan jenis bahan pangan berdasarkan kemampuannya dalam meningkatkan kadar gula darah dan respon insulinnya serta cara yang efektif untuk mengendalikan fluktuasi gula darah (Eni, 2018). IG murni ditetapkan dengan nilai 100 dan digunakan sebagai suatu acuan untuk menentukan indeks glikemik pangan lainnya (Juwita, 2012). Menurut Hoeruddin (2012), dalam pengujian nilai IG sebaiknya menggunakan takaran saji yang setara dengan 50 gram karbohidrat tersedia. Namun untuk pangan yang memiliki kandungan karbohidrat tersedia rendah sampai sedang sebaiknya takaran karbohidratnya diturunkan menjadi 25 gram untuk menghindari takaran saji yang terlalu besar untuk dikonsumsi. Tabel 1 menunjukkan kategori pangan menurut rentang indeks glikemik.

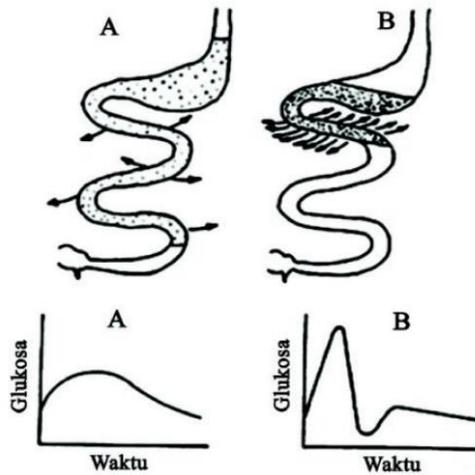
Tabel 1. Kategori Pangan Menurut Indeks Glikemik.

Kategori	Nilai Indeks Glikemik
Rendah	<55
Sedang	55–70
Tinggi	>70

Sumber : Atkinson *et al.* (2008).

Pangan yang memiliki IG rendah akan mengalami proses pencernaan yang lambat sehingga membuat laju pengosongan perut (*gastric emptying rate*) juga akan berlangsung lambat. Hal tersebut mengakibatkan suspensi pangan lebih lambat mencapai usus kecil. Selain itu, fluktuasi kadar gula darah juga relatif kecil dan ditunjukkan melalui kurva respon glikemik yang menurun. Begitupun sebaliknya, pangan yang memiliki IG tinggi memiliki karakteristik berupa laju pengosongan perut, proses pencernaan karbohidrat dan penyerapan glukosa berlangsung secara cepat sehingga fluktuasi kadar gula darah akan relatif tinggi. Hal tersebut disebabkan karena penyerapan glukosa sebagian besar hanya terjadi pada usus kecil bagian atas. Adapun skema penyerapan glukosa dari pangan IG rendah dan pangan IG tinggi dapat dilihat pada Gambar 1.

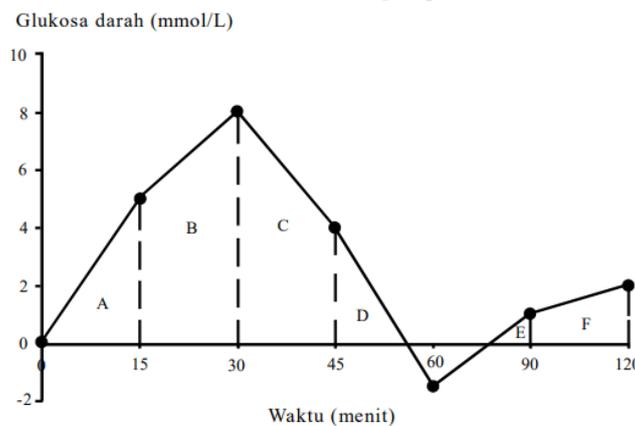
Respon glikemik merupakan suatu kondisi fisiologis kadar glukosa darah selama periode tertentu setelah seseorang mengkonsumsi pangan. Sumber karbohidrat dari tanaman yang berbeda juga mempunyai respon glikemik yang berbeda pula (Arif *et al.*, 2013). Respon glikemik dapat diketahui melalui kurva fluktuasi yang berasal dari penyerapan glukosa darah. Kurva fluktuasi dan area di bawah kurva yang dijadikan sebagai acuan dalam perhitungan nilai IG suatu produk pangan serta dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Skema Penyerapan Glukosa dari Pangan yang Memiliki IG Rendah (A) dan IG Tinggi (B) pada Saluran Pencernaan (Atas) Serta Kurva Respon Glikemik dalam Darah (Bawah). Sumber : Hoeruddin (2012); Arif *et al.* (2013).

Perhitungan nilai IG secara metodologi ditentukan berdasarkan perbandingan antara luas kurva kenaikan glukosa darah setelah mengkonsumsi pangan yang diujikan dengan kenaikan glukosa darah setelah mengkonsumsi pangan acuan terstandar, seperti glukosa murni (Noviasari *et al.*, 2015) atau roti tawar (Hamidah *et al.*, 2019). Nilai IG dapat dihitung dengan persamaan

$$IG = \frac{\text{Luas area di bawah kurva dari pangan uji}}{\text{Luas area di bawah kurva dari pangan standar}} \times 100\% \quad (1)$$



Gambar 2. Contoh Kurva Fluktuasi Glukosa Darah. Sumber : Hoeruddin (2012); Arif *et al.* (2013).

Nilai IG pangan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu diantaranya proses pengolahan, kadar serat pangan, kadar lemak dan protein serta perbandingan amilosa dan amilopektin (Arif *et al.*, 2013; Septianingrum *et al.*, 2016; Indrasari, 2019).

1. Proses Pengolahan

Proses pengolahan terdiri dari beberapa cara, di antaranya yaitu pengukusan, perebusan, penggorengan dan penggilingan sehingga jenis pangan yang sama dengan proses pengolahan yang berbeda belum tentu memiliki nilai IG yang sama. Menurut Rimbawan dan Nurbayani (2013), proses pengolahan dapat mengakibatkan nilai IG pada pangan meningkat karena adanya perubahan struktur pangan yang lebih mudah dicerna dan diserap sehingga menyebabkan kadar gula darah meningkat dengan cepat. Proses pengolahan juga menyebabkan ukuran partikel bahan pangan semakin kecil sehingga semakin memudahkan

terjadinya proses degradasi enzim yang menyebabkan IG semakin meningkat. Selain itu, pemasakan juga dapat menyebabkan terjadinya kenaikan IG karena adanya proses gelatinisasi pada pati. Kemudian pemanasan kembali dan pendinginan pati yang telah mengalami gelatinisasi juga dapat mengubah struktur pati sehingga terbentuknya kristal baru berupa pati teretrogradasi yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan nilai IG (Haliza *et al.*, 2006).

2. Kandungan Serat Pangan

Serat pangan merupakan suatu komponen utama penyusun suatu tanaman seperti buah-buahan, sayuran, sereal, dan umbi-umbian. Keberadaan serat pangan dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar gula darah. Menurut Trinidad *et al.* (2010), kandungan serat pangan yang tinggi umumnya akan berkontribusi pada nilai IG pangan yang rendah. Namun pengaruh serat pada IG pangan juga bergantung kepada jenis seratnya. Hal tersebut disebabkan karena serat yang utuh dapat bertindak sebagai penghambat fisik pada pencernaan dengan cara memperlambat laju makanan dan menghambat aktivitas enzim pada saluran pencernaan sehingga proses pencernaan khususnya pati menjadi lambat dan respon gula darah akan lebih rendah. Berdasarkan hal tersebut, maka nilai IG pangan akan cenderung lebih rendah (Amaliyah, 2015).

Secara umum, komponen serat pangan dapat dikelompokkan menjadi serat larut dan serat tidak larut. Serat pangan tidak larut berfungsi untuk mencegah timbulnya penyakit yang berhubungan dengan saluran pencernaan sedangkan serat pangan larut berfungsi untuk memperlambat pencernaan di dalam usus dan menekan laju peningkatan gula darah. Oleh karena itu, fungsi dari serat pangan larut sangat dibutuhkan bagi penderita diabetes mellitus untuk menekan laju peningkatan gula darah dan membuat respon terhadap insulin semakin menurun (Arif *et al.*, 2013).

3. Kandungan Lemak dan Protein

Lemak merupakan salah satu zat gizi yang sangat diperlukan oleh tubuh karena dapat memberikan kalori paling tinggi sedangkan protein merupakan sumber asam amino yang mengandung unsur C, H, O dan N serta berfungsi sebagai zat pengatur dalam proses metabolisme tubuh. Pangan yang memiliki kandungan lemak yang tinggi apabila dikonsumsi cenderung lambat meninggalkan lambung sehingga proses pencernaan makanan di usus halus juga lambat (Astawan, 2014). Sementara itu, kandungan protein yang tinggi dapat memberikan pengaruh terhadap respon insulin sehingga kadar gula darah tidak berlebihan (Arif *et al.*, 2013). Berdasarkan hal tersebut, Oku *et al.* (2010) menyatakan bahwa pangan dengan IG rendah dapat menghasilkan lebih banyak kalori apabila mengandung lemak dan protein yang tinggi. Namun menurut Chen *et al.* (2010), protein dan lemak yang dikonsumsi umumnya tidak memberikan pengaruh terhadap respon glikemik sehingga pengaruh kadar protein terhadap nilai IG sering kali diabaikan.

4. Perbandingan Amilosa dan Amilopektin

Pati akan dihidrolisis sempurna oleh aktivitas enzim amilase yang terdapat pada saluran pencernaan. Granula pati terdiri dari dua fraksi yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan suatu komponen pati dengan rantai lurus yang dihubungkan oleh ikatan α -1,4-D-glikosidik. Amilopektin merupakan komponen pati yang memiliki rantai percabangan dengan rantai utama berupa ikatan α -1,4-D-glikosidik sedangkan pada rantai percabangannya memiliki ikatan α -1,6-D-glikosidik (Boediono, 2012). Secara umum, komposisi dari amilosa

terdiri dari 15-30% komponen penyusun pati sedangkan komposisi dari amilopektin sebagai komponen penyusun pati berkisar antara 70-85%.

Struktur yang tidak bercabang pada amilosa mengakibatkan amilosa mudah dicerna oleh tubuh karena dapat dihidrolisis menggunakan satu jenis enzim saja yaitu berupa enzim α -amilase sedangkan struktur amilopektin yang bercabang membuat patinya memiliki struktur terbuka dan berukuran lebih besar dibandingkan dengan ukuran amilosa sehingga untuk menghidrolisis amilopektin diperlukan dua jenis enzim yang merupakan enzim α -amilase dan amiloglukosidase (Astawan, 2014). Hal ini sejalan dengan pernyataan Boediono (2012), bahwa molekul pati dengan kandungan amilopektin yang lebih tinggi akan membuat pati lebih sulit dan lebih lama dicerna oleh tubuh.

Menurut Septianingrum *et al.* (2016), hasil penelitian pada pangan yang mempunyai kandungan amilosa dan amilopektin berbeda akan memberikan daya cerna kadar gula darah dan respon insulin yang cenderung lebih lambat. Hal tersebut terjadi setelah mengkonsumsi pangan dengan kandungan amilosa yang lebih tinggi dibandingkan kandungan amilopektinnya. Namun sebaliknya, apabila kandungan amilopektin yang lebih tinggi dibandingkan kandungan amilosanya maka daya cerna kadar gula darah dan respon insulin akan cenderung lebih cepat.

2.3 Garut (*Maranta arundinaceae* L.)

Garut (*Maranta arundinaceae* L.) merupakan salah satu jenis tanaman umbi-umbian lokal yang sering kali dijumpai di berbagai wilayah Indonesia. Tanaman garut secara taksonomi termasuk ke dalam golongan Kingdom *Plantae*, Divisi *Magnoliophyta*, Kelas *Liliopsida*, Ordo *Zingiberales*, Famili *Marantaceae*, Genus *Maranta* dan Spesies *Maranta arundinaceae* Linn. (Khasanah, 2016). Umbi garut adalah salah satu tanaman sumber karbohidrat dan serat yang cukup tinggi dengan nilai indeks glikemik yang rendah (Lestari *et al.*, 2017). Namun secara ekonomis, pemanfaatan umbi garut sebagai bahan pangan masih kurang optimal. Karakteristik dari umbi garut yaitu berwarna putih dengan lapisan kulit bersisik yang berwarna coklat muda serta memiliki bentuk silinder (Kurniawan *et al.*, 2015). Kenampakan umbi garut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Umbi Garut. Sumber : Pratiwi (2019).

Umbi garut memiliki komposisi gizi yang cukup tinggi, yaitu terdiri dari pati 19,4-21,7%, protein 1,0-2,2%, serat 0,6-1,3%, kadar air 69-72% dan kadar abu 1,3-1,4% (Ratnaningsih *et al.*, 2010). Kandungan amilosa yang terdapat pada umbi garut hampir sama dengan umbi kayu dan umbi jalar. Namun, umbi garut tidak memiliki kandungan senyawa antinutrisi seperti HCN, fenol dan oligosakarida yang terdapat pada umbi kayu. Kandungan pati yang terdapat

pada umbi garut berfungsi sebagai sumber karbohidrat, flavonoid dan saponin (Ardhyatama, 2019). Saponin merupakan racun alami pada umbi garut yang dapat menyebabkan hemolisis sel darah merah. Namun Yanuartono *et al.* (2017) mengemukakan bahwa metode pemanasan dapat digunakan untuk menghilangkan saponin.

Umbi garut memiliki nilai indeks glikemik yang rendah yaitu 14 apabila dibandingkan dengan jenis umbi-umbi lainnya (Indrastati dan Anjani, 2016). Salah satu bentuk olahan utama dari umbi garut yaitu tepung garut. Kelebihan umbi garut lainnya yaitu memiliki kandungan kalsium dan zat besi sebesar 28 mg dan 1,7 mg per 100 gram sehingga baik untuk mendukung pertumbuhan tulang dan gigi anak-anak maupun usia lanjut (Ratnaningsih *et al.*, 2010). Umbi garut memiliki kandungan kalium sebesar 454 mg/100 gram atau 10% dari *Recommended Dietary Allow-ance* (RDA) yang berperan sebagai komponen penting sel dan cairan tubuh dalam mengatur detak jantung dan tekanan darah. Selain itu, kandungan umbi garut dalam 100 gram yaitu mempunyai asam folat sebesar 338 mg atau 84% dari kebutuhan harian tubuh yang berperan sebagai komponen dalam mensintesis DNA dan pembelahan sel serta terdapat kandungan vitamin B kompleks seperti thiamin, niacin, riboflavin dan piridoksin yang dimanfaatkan sebagai substrat dalam proses metabolisme karbohidrat, protein dan lemak (USDA, 2019).

2.4 Tepung Mocaf

Mocaf atau *Modified Cassava Flour* merupakan salah satu jenis produk tepung yang terbuat dari bahan baku ubi kayu dan diproses menggunakan prinsip modifikasi sel ubi kayu secara fermentasi (Bendri, 2019). Mikroba yang mendominasi pada proses fermentasi mocaf yaitu mikroba Bakteri Asam Laktat (BAL). BAL yang tumbuh menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel singkong sehingga terjadi liberasi granula pati. Selain itu, mikroba tersebut juga menghasilkan enzim-enzim yang dapat menghidrolisis atau mendegradasi gula yang terkandung dalam media pertumbuhannya menjadi gula yang lebih sederhana serta mengubahnya menjadi asam laktat, mendegradasi protein dan peptida menjadi asam amino (Subagio, 2007). Proses perubahan senyawa tersebut akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi dan kemudahan larut. Selanjutnya, granula pati akan mengalami hidrolisis yang menghasilkan monosakarida untuk bahan baku dalam menghasilkan asam-asam organik. Senyawa asam ini akan menghasilkan aroma dan cita rasa khas yang dapat menutupi aroma dan cita rasa khas ubi kayu yang cenderung kurang disukai oleh konsumen (Ramadhani, 2017). Tepung mocaf dapat dilihat pada Gambar 4 dan adapun syarat mutu tepung mocaf dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 4. Tepung Mocaf. Sumber : *e-commerce* (<https://www.agroindustri.id/karakteristik-dan-keunggulan-tepung-mocaf/>).

Tabel 2. Syarat Mutu Tepung Mocaf.

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
Keadaan		
a. Bentuk	-	Serbuk halus
b. Bau	-	Netral
c. Warna	-	Putih
Benda-benda asing	-	Tidak ada
Serangga dalam semua bentuk stadia dan potongan-potongan yang tampak	-	Tidak ada
Kehalusan:		
a. Lolos ayakan 100 mesh	% b/b	Min. 90
b. Lolos ayakan 80 mesh	% b/b	100
Kadar Air	% b/b	Maks. 13
Abu	% b/b	Maks. 1,5
Serat Kasar	% b/b	Maks. 2,0
Derajat putih (MgO=100)	-	Min. 87
Belerang dioksida (SO ₂)	% b/b	Negatif
Derajat asam	ml NaOH 1 N	Maks. 4
HCN	100 gram	Maks. 10
Cemaran logam :		
a. Cadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,2
b. Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,3
c. Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0
d. Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,05
e. Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,5
Cemaran mikroba:		
a. Angka lempeng total (35°C, 48 jam)	Koloni/gram	Maks. 1 x 10 ⁶
b. <i>Escherichia coli</i>	APM/gram	Maks. 10
c. <i>Bacillus cereus</i>	Koloni/gram	<1 x 10 ⁴
d. Kapang	Koloni/gram	Maks. 1 x 10 ⁴

Sumber : SNI (2011).

Tepung mocaf dapat digunakan sebagai bahan baku suatu produk pangan, baik substitusi ataupun seluruhnya. Keunggulan penggunaan tepung mocaf dalam kesehatan diantaranya yaitu kaya serat dan bebas gluten. Kandungan serat pada tepung mocaf dapat memberikan efek prebiotik yang membantu pertumbuhan mikroba baik di dalam perut sehingga cocok dikonsumsi untuk penderita diabetes. Ketiadaan gluten pada tepung mocaf juga menjadikan produk yang dihasilkan baik bagi penderita autisme dan mencegah alergi yang terkadang muncul akibat mengonsumsi gluten (Normasari, 2010). Selain itu, Damayanti (2014) juga menyatakan bahwa tepung mocaf memiliki keunggulan yaitu diantaranya memiliki kandungan serat terlarut (*soluble fiber*) yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan tepung

tapioka, memiliki kandungan mineral (kalsium) yang lebih tinggi dibandingkan padi dan gandum, memiliki daya kembang yang setara dengan gandum tipe II (kadar protein menengah), serta memiliki daya cerna yang jauh lebih baik dan cepat dibandingkan dengan tepung tapioka.

2.5 Karagenan

Karagenan merupakan suatu polisakarida linear yang tersusun dari unit-unit galaktosa dan 3,6-anhidrogalaktosa dengan ikatan glikosidik α -1,3 dan β -1,4. Karagenan dapat diekstraksi dari rumput laut Famili *Rhodophyceae* seperti *Euchema cottonii* (Nanta, 2017). Karagenan mempunyai sifat fungsional yang sangat baik dalam mengontrol kadar air serta penstabil dalam proses pengolahan pangan. Menurut Supriyantini *et al.* (2017), karagenan dapat digunakan sebagai bahan penstabil disebabkan karena adanya gugus sulfat yang bermuatan negatif disepanjang rantai polimernya serta adanya sifat hidrofilik yang dapat mengikat air atau gugus hidroksil lainnya. Karagenan juga dapat digunakan sebagai bahan alami pembentuk gel, pengemulsi dan pengikat air dalam proses pengolahan pangan (Kurniasari *et al.*, 2020). Penambahan karagenan dalam jumlah besar pada suatu olahan produk pangan dapat menyebabkan terjadinya pembentukan gel yang berlebihan sehingga penambahan karagenan pada suatu produk harus disesuaikan dengan kebutuhannya. Syarat mutu karagenan dapat dilihat pada Tabel 3.

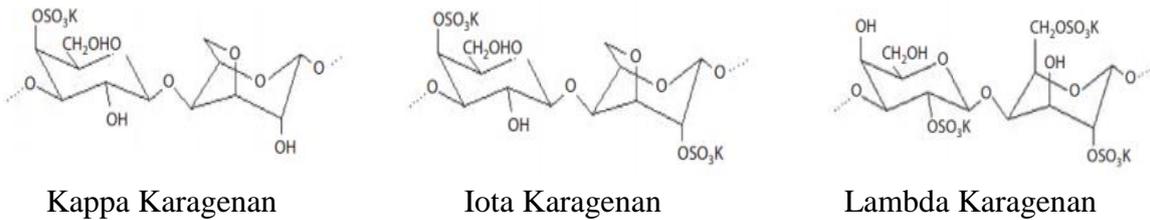
Tabel 3. Syarat Mutu Karagenan Komersial.

Parameter	Persyaratan
Kadar Air (%)	14,34±0,25
Kadar Abu (%)	18,60±0,22
Kadar Protein (%)	2,80
Kadar Lemak (%)	1,78
Karbohidrat (%)	Maks 68,48
Serat Kasar (%)	Maks. 7,02
Titik Leleh (°C)	50,21±1,05
Titik Jendal (°C)	34,10±1,86
Viskositas (cP)	5
Kekuatan Gel (dyne/cm ²)	685,50±13,34

Sumber : Ega *et al.* (2016).

Menurut Imeson (2010), secara komersial terdapat tiga jenis karagenan yaitu terdiri dari kappa karagenan (κ), iota karagenan (ι) dan lambda karagenan (λ). Perbedaan dari ketiga jenis karagenan tersebut terdapat pada sifat dan struktur kimiawinya, struktur yang berbeda terletak pada 3,6-anhidrogalaktosa dan gugus sulfat. Kappa karagenan terdiri dari 3,6-anhidrogalaktosa dengan satu gugus ester sulfat, iota karagenan terdiri dari 3,6-anhidrogalaktosa dengan dua gugus ester sulfat sedangkan lambda karagenan tidak memiliki 3,6-anhidrogalaktosa namun terdiri dari tiga gugus ester sulfat (Venugopal, 2016). Philips dan William (2009), menyebutkan bahwa kappa karagenan mempunyai 33% 3,6-anhidrogalaktosa dan 22% ester sulfat, iota karagenan mempunyai 26% 3,6-anhidrogalaktosa dan 32% ester sulfat dan lambda karagenan mempunyai 37% ester sulfat. Komponen-komponen tersebut dapat mempengaruhi kekuatan gel, tekstur, kelarutan,

suhu leleh dan sineresis. Gambar 5 menunjukkan perbedaan struktur kimia dari kappa, iota dan lambda karagenan.



Gambar 5. Struktur Karagenan. Sumber : Prihastuti dan Abdassah (2019).

Penambahan karagenan dalam proses pembuatan beras analog digunakan sebagai bahan pengikat produk seperti yang diaplikasikan pada pembuatan beras analog berbahan dasar mocaf, tepung garut, dan kacang merah (Wahjuningsih dan Susanti, 2018), beras analog dari tepung jagung putih (Herawati, 2015) dan beras analog instan tepung jagung (Kurniasari *et al.*, 2020). Kappa karagenan merupakan jenis yang paling sering dimanfaatkan dalam proses pengolahan beras analog karena ketersediaannya cukup melimpah dibandingkan jenis karagenan lainnya. Namun demikian, gel yang dihasilkan bersifat kaku dan rapuh sehingga terkadang diperlukan kembali bahan tambahan pangan lainnya dalam proses pembuatan beras analog (Naligar, 2016). Selain itu, struktur kappa karagenan dapat memungkinkan terjadinya pembentukan double helix yang mengikat rantai molekul menjadi gel dan berfungsi sebagai stabilizier yang dapat menghambat molekul-molekul besar untuk mengendap (Rosady, 2016). Karagenan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Karagenan. Sumber : *e-commerce* (<https://www.tokopedia.com/9gandum/tepung-karagenan-pengental-bakso-eceran-murah-rumput-laut-murah>).

2.6 Konjak

Konjak merupakan salah satu jenis tepung yang diperoleh dari hasil olahan umbi porang. Tepung dari umbi porang terdiri dari sebagian besar polisakarida hidrokolid berupa glukomannan. Menurut Ramadhan (2019), umbi porang memiliki kandungan glukomannan yang cukup tinggi sebesar 64,98% dan dikenal dengan istilah Konjak Glukomannan (KGM). KGM memiliki sifat yaitu dapat memperkuat gel, memperbaiki tekstur dan mengentalkan suatu produk pangan. Wulandari (2017), menyatakan bahwa tepung yang dihasilkan dari umbi porang merupakan serat larut yang struktur dan fungsinya hampir sama dengan pektin. Tepung konjak memiliki manfaat bagi kesehatan diantaranya yaitu dapat mengurangi kolestrol darah, memberikan rasa kenyang setelah dikonsumsi sehingga cocok bagi seseorang yang sedang melakukan program diet serta cocok bagi penderita diabetes untuk menggantikan gelatin dan agar-agar (Chua *et al.*, 2012). Tepung konjak dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tepung Konjak. Sumber : *e-commerce* (<https://www.bukalapak.com/p/food/bahan-mentah/dke2zu-jual-tepung-shirataki-konyaku-konjac-powder>).

Konjak memiliki fungsi sebagai bahan pembentuk gel, pengental, pengemulsi dan penstabil. Berdasarkan hal tersebut, penambahan konjak pada suatu olahan produk pangan dapat membuat adanya interaksi secara sinergi untuk membentuk gel serta dapat meningkatkan elastisitas karagenan (Atmaka *et al.*, 2015). Penambahan konjak pada pembuatan beras analog bertujuan sebagai bahan pengikat yang dapat memperbaiki tekstur dari produk yang dihasilkan. Menurut Kaya *et al.* (2015), kandungan glukomannan yang terdapat dalam tepung konjak memiliki sifat yang dapat menurunkan tegangan permukaan gel dari campuran kappa karagenan dan konjak sehingga terbentuk gel yang lebih elastis dan dapat pula menurunkan sifat kerapuhan gel dari karagenan sehingga dapat membentuk gel yang lebih kuat. Kemudian seperti halnya dengan hidrokoloid jenis lain, konjak juga mempunyai gugus hidrofilik dengan jumlah yang banyak sehingga memiliki afinitas terhadap air yang tinggi (Marthur, 2012). Menurut Kurniasari *et al.* (2020), penambahan konjak yang ditambahkan di dalam formulasi beras analog disusun oleh gugus-gugus hidrofilik dalam jumlah banyak sehingga dapat meningkatkan penyerapan air saat proses rehidrasi. Syarat mutu dari tepung konjak dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Syarat Mutu Tepung Konjak.

Parameter	Persyaratan
Kadar Glukomannan (%)	>88
Kadar Air (%)	10,0
Kadar Abu (%)	4
Kadar Sulfit (%)	<0,03
Kadar Timah (%)	<0,003
Kadar Arsenik (%)	<0,001
Kalori (kkal)	3
Viskositas Konsentrasi 1% (mps)	>35.000
pH Konsentrasi 1%	7
Kenampakan	Putih Kecoklatan
Ukuran Partikel (mesh)	90

Sumber : Arifin (2011).

2.7 Teknologi Ekstrusi

Ekstrusi merupakan salah satu teknologi yang dapat diterapkan dalam proses pembuatan beras analog. Teknologi ekstrusi didefinisikan sebagai suatu proses pengolahan pangan yang dilakukan secara berkesinambungan dan terdiri dari beberapa tahapan, antara lain pencampuran, pemasakan, pengadonan, pengaliran (*shearing*) dan pembentukan (Shadiq,

2010). Bahan pangan yang dihasilkan dengan menggunakan metode ekstrusi akan dialirkan melalui suatu cetakan yang telah dirancang untuk membentuk hasil ekstrusi dengan menggunakan waktu yang singkat. Ekstruder adalah alat yang digunakan dalam proses ekstrusi dan menghasilkan produk yang disebut dengan ekstrudat. Prinsip kerja dari ekstruder yaitu mendorong bahan mentah ke suatu lubang, kemudian dialirkan oleh ulir menuju lubang cetakan (*die*) tersebut. Ekstruder dapat memiliki fungsi sebagai tempat terjadinya gelatinisasi, pemotongan molekuler, pencampuran, sterilisasi, pembentukan dan pengeringan (Darmanto *et al.*, 2017).

Budi *et al.* (2013) mengemukakan bahwa pembuatan beras dengan menggunakan teknologi ekstrusi dapat dilakukan dengan ekstruder ulir ganda maupun ekstruder ulir tunggal, tetapi kebanyakan yang dikembangkan untuk menghasilkan beras analog yang memiliki bentuk menyerupai beras adalah ekstruder ulir ganda. Ekstruder ulir tunggal dibagi menjadi empat jenis, yaitu *low shear* pembentukan, *low shear* pemasakan, *medium shear* pemasakan, dan *high shear* pemasakan. Ekstruder ulir ganda terdiri dari *low shear* dua ulir identik yang diletakkan berdampingan dalam satu barel. Selain itu, penggunaan metode ekstrusi dapat menyebabkan terjadinya proses gelatinisasi secara parsial maupun total (Mishra *et al.*, 2012). Subarna *et al.* (2012) menyatakan bahwa semakin tinggi suhu ekstruder yang digunakan, maka tingkat gelatinisasi pati akan semakin tinggi.

Menurut Widara (2012), proses yang terjadi di dalam ekstruder terdiri dari pra ekstrusi, ekstrusi dan post ekstrusi. Pra ekstrusi adalah tahapan pertama yang meliputi proses pencampuran bahan dan penambahan air. Proses pencampuran bahan yang diekstrusi dapat disesuaikan dengan formulasi yang telah ditentukan, tetapi harus memperhatikan ukuran dari bahan yang akan dicampurkan serta dilakukan dengan cara pencampuran yang benar. Ekstrusi adalah tahapan kedua yang meliputi proses memasukkan bahan ke dalam mesin ekstruder dengan adanya tekanan yang cukup tinggi. Penggunaan tekanan tinggi tersebut bertujuan untuk mendorong bahan menuju ke arah cetakan sehingga alat pemotong otomatis akan memotong produk akhir yang diinginkan. Tahapan terakhir yaitu post ekstrusi yang dilakukan bergantung kepada produk akhir yang dihasilkan, seperti beras analog yang memerlukan tahapan selanjutnya berupa proses pengeringan yang bertujuan untuk menurunkan kadar air produk hingga <14% dan dapat memperpanjang masa simpan sehingga tahap ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengolahan.

Mekanisme kerja dari alat ekstruder yaitu bahan yang dimasukkan ke dalam bagian pengisi akan terdorong keluar sehingga seluruh bagian dari ruangan ulir akan terisi. Kemudian bahan didorong ke bagian kompresi dengan menggunakan tekanan yang cukup tinggi berkisar antara 4-6 atm. Timbulnya tekanan disebabkan karena terjadinya penyempitan ruang sehingga energi mekanis dan gaya geser terhadap bahan meningkat. Kondisi tersebut membuat bahan yang dicetak mengalami perubahan tekanan dan suhu, air yang terdapat di dalam bahan menguap dan menyebabkan bahan menjadi mengembang, kering atau menghasilkan produk dengan tekstur yang berongga (Hayatri, 2019).