

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

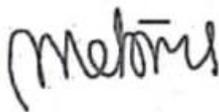
Disusun dan diajukan oleh

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

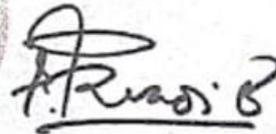
Menyetujui

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



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.

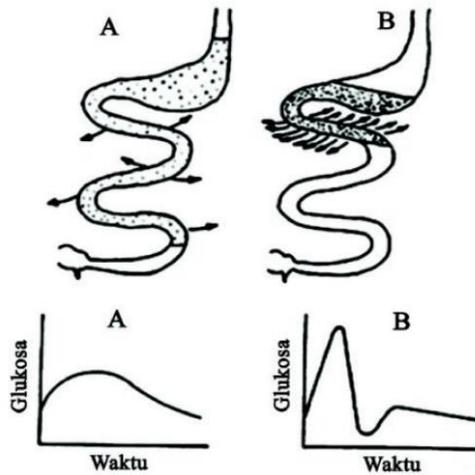
Tabel 1. Kategori Pangan Menurut Indeks Glikemik.

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.

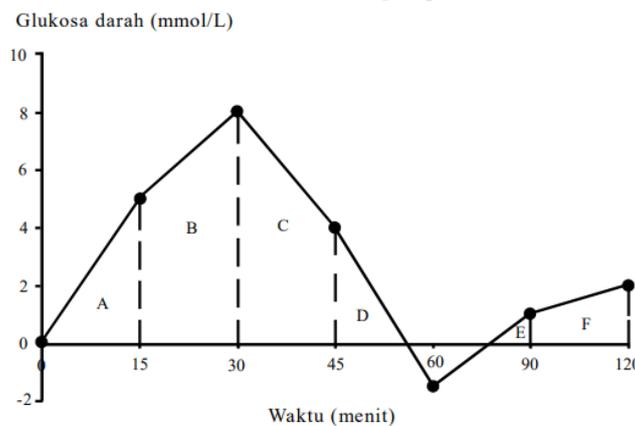
Respon glikemik merupakan suatu kondisi fisiologis kadar glukosa darah selama periode tertentu setelah seseorang mengkonsumsi pangan. Sumber karbohidrat dari tanaman yang berbeda juga mempunyai respon glikemik yang berbeda pula (Arif *et al.*, 2013). Respon glikemik dapat diketahui melalui kurva fluktuasi 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).

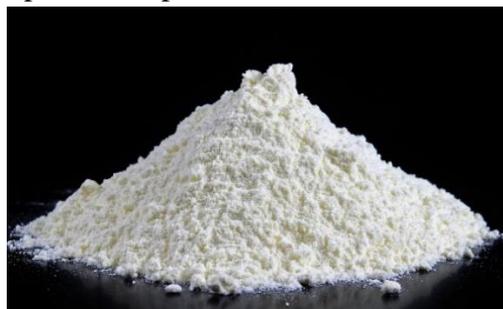
Umbi garut memiliki komposisi gizi yang cukup tinggi, yaitu terdiri dari pati 19,4-21,7%, protein 1,0-2,2%, serat 0,6-1,3%, kadar air 69-72% dan kadar abu 1,3-1,4% (Ratnaningsih *et al.*, 2010). Kandungan amilosa yang terdapat pada umbi garut hampir sama dengan umbi kayu dan umbi jalar. Namun, umbi garut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

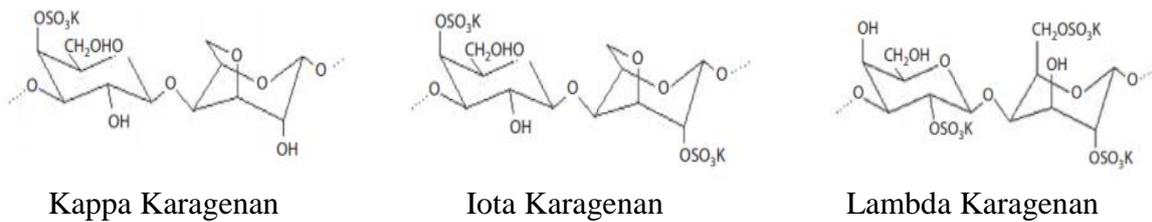
Tabel 3. Syarat Mutu Karagenan Komersial.

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).

3. METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September-Desember 2020 di Laboratorium Pengembangan Produk, Laboratorium Kimia Analisa dan Pengawasan Mutu Pangan, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Laboratorium Teknik Perbengkelan, Program Studi Keteknikan Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian dan Laboratorium Bioteknologi Terpadu, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

3.2 Alat dan Bahan

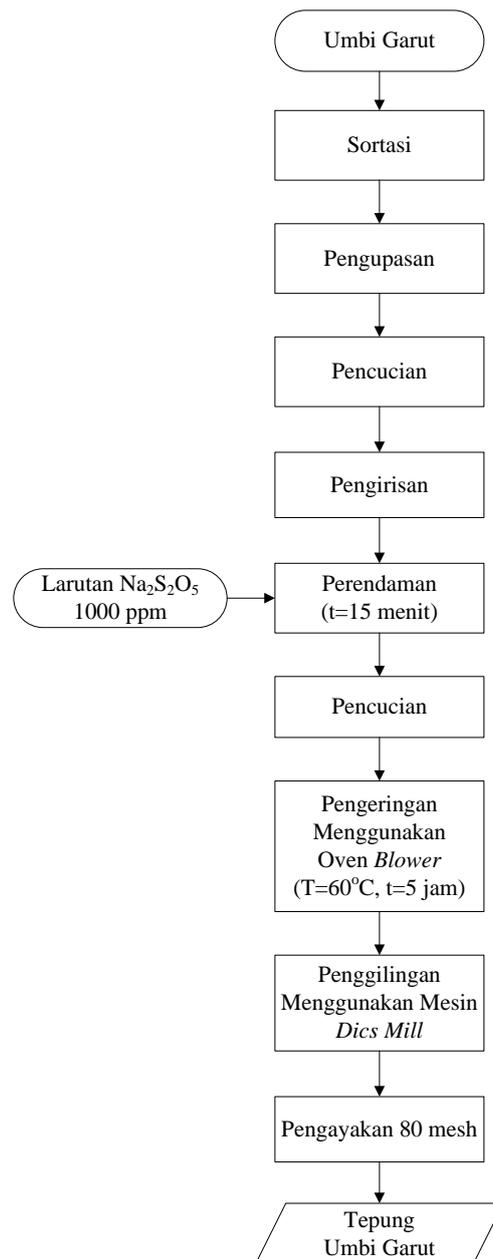
Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari alat untuk pembuatan beras analog dan alat untuk analisis. Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan beras analog yaitu pisau *cutter*, mesin *dics mill*, ekstruder, oven *blower*, ayakan 80 mesh dan timbangan analitik. Alat-alat yang digunakan untuk analisis yaitu *hot plate*, sentrifuge, viscometer, timbangan analitik, *soxhlet*, *kjeldahl*, oven, desikator, *rice cooker*, alat glukometer, gelas ukur, gelas kimia, cawan porselin, pipet volume, *bulb*, batang pengaduk dan sendok tanduk.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari bahan untuk pembuatan beras analog dan bahan untuk analisis. Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan beras analog yaitu umbi garut yang diperoleh dari tanaman liar di Gowa, sodium metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), tepung mocaf, karagenan dan konjak yang diperoleh dari *e-commerce* dan air. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisa yaitu roti tawar, aquades, strip glukosa, alkohol swab, lanset steril dan bahan penunjang lainnya (*aluminium foil*, label dan tissue).

3.3 Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Tepung Umbi Garut (Irmawati *et al.*, 2014)

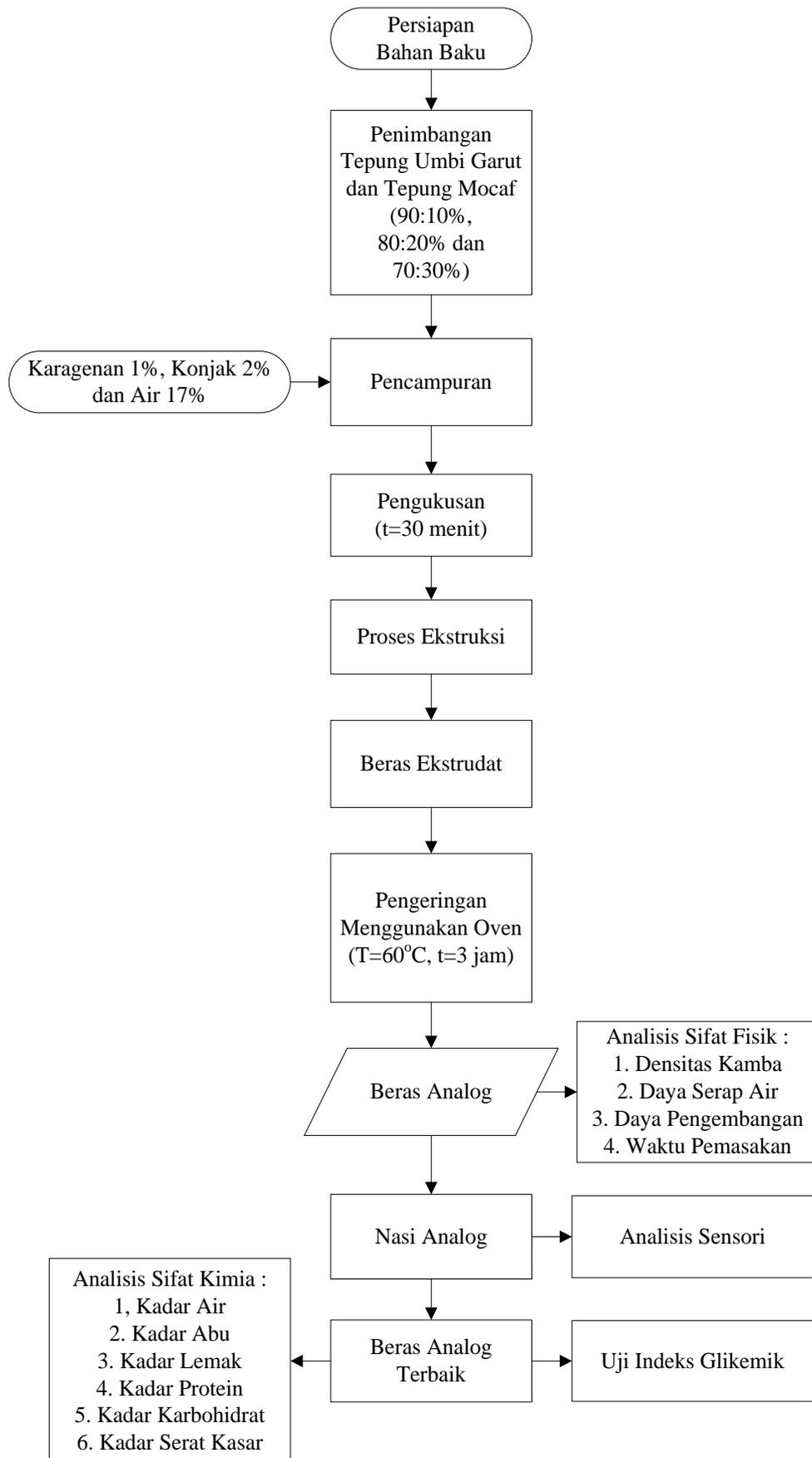
Pembuatan tepung umbi garut dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu umbi garut segar disortasi lalu dikupas dan dicuci. Selanjutnya umbi diiris menggunakan pisau *cutter* dan irisan tersebut dimasukkan ke dalam larutan sodium metabisulfit 1000 ppm selama 15 menit. Setelah perendaman, irisan umbi dibilas lalu dikeringkan dengan menggunakan oven *blower* selama 5 jam dengan suhu 60°C. Kemudian irisan kering digiling menggunakan mesin *dics mill* hingga menjadi tepung lalu diayak dengan ukuran 80 mesh agar tepung yang dihasilkan seragam. Tahapan pembuatan tepung umbi garut digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Alir Pembuatan Tepung Umi Garut

2. Pembuatan Beras Analog (Noviasari *et al.*, 2017 dengan Modifikasi)

Pembuatan beras analog terdiri dari beberapa tahapan yaitu persiapan bahan baku, pencampuran, pengukusan, ekstrusi dan pengeringan. Persiapan bahan baku dilakukan dengan proses penimbangan bahan sesuai formulasi. Proses pencampuran dilakukan dengan cara mencampurkan bahan baku kering dan air sebanyak 17% hingga adonan homogen. Selanjutnya dilakukan proses pengukusan selama 30 menit. Setelah itu, dilakukan proses ekstrusi menggunakan ekstruder. Selama proses ekstrusi berlangsung adonan akan mengalami pengaliran (*shealing*) dan pembentukan. Pembentukan dilakukan melalui cetakan yang berada pada ujung ekstruder. Kemudian beras ekstrudat yang dihasilkan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 3 jam dengan tujuan untuk menurunkan kadar air beras analog hingga <14% serta diharapkan dapat memperpanjang masa simpan produk. Setelah itu, beras analog dikemas dalam kemasan rapat dan vakum. Adapun tahapan pembuatan beras analog digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Alir Pembuatan Beras Analog

3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini akan dibagi menjadi dua tahapan, yaitu sebagai berikut

1. Tahap I

Kegiatan tahap I dilakukan untuk mengetahui sifat fisik beras analog yang meliputi pengujian densitas kamba, daya serap air, daya pengembangan dan waktu pemasakan. Selanjutnya dilakukan analisis sensori dari nasi analog menggunakan pengujian organoleptik metode hedonik berdasarkan tingkat kesukaan panelis konsumen untuk mengetahui formulasi beras analog terbaik. Perbandingan formulasi tepung umbi garut dan tepung mocaf mengacu kepada penelitian Winarti *et al.* (2018) dengan modifikasi. Formulasi pembuatan beras analog dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Formulasi Beras Analog.

Kode Sampel	Formulasi Bahan					Total
	Tepung Umbi Garut	Tepung Mocaf	Karagenan	Konjak	Air	
A ₁ (%)	72	8	1	2	17	100
A ₂ (%)	64	16	1	2	17	100
A ₃ (%)	56	24	1	2	17	100

Keterangan

A₁ = Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%

A₂ = Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 80:20%

A₃ = Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 70:30%

2. Tahap II

Kegiatan tahap II dilakukan untuk mengetahui sifat kimia beras analog berupa nilai proksimat, kadar serat kasar serta nilai indeks glikemik dari formulasi terbaik beras analog.

3.5 Parameter Pengamatan

3.5.1 Analisis Sifat Fisik

1. Densitas Kamba (Nazhifah, 2018)

Densitas kamba diukur dengan cara memasukkan sampel ke dalam gelas ukur hingga volume tertentu tanpa dipadatkan. Selanjutnya berat sampel ditimbang dan nilai densitas kamba dihitung menggunakan rumus

$$\text{Densitas Kamba (g/mL)} = \frac{\text{Berat sampel (g)}}{\text{Volume sampel (mL)}} \quad (2)$$

2. Daya Serap Air (Rauf dan Sorbini, 2015)

Sampel sebanyak 1 gram ditambahkan 10 mL aquades lalu divortex selama 2 menit. Kemudian sampel didiamkan selama 15 menit. Selanjutnya sampel disentrifuge selama 25 menit dengan kecepatan 2000 rpm. Setelah itu, supernatan dipisahkan lalu sampel ditimbang dan nilai daya serap air dihitung menggunakan rumus

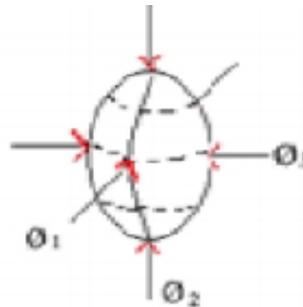
$$\text{Daya Serap Air (\%)} = \frac{\text{Berat sampel akhir} - \text{Berat sampel awal}}{\text{Berat sampel akhir}} \times 100\% \quad (3)$$

3. Daya Pengembangan (Yudanti *et al.*, 2015)

Sampel sebanyak 5 gram ditimbang. Kemudian beras analog yang telah ditimbang diambil secara acak sebanyak 10 butir. Selanjutnya butiran beras analog yang diambil secara acak diukur diameternya pada 3 bagian orientasi menggunakan *digital caliper*, yaitu pada bagian

sisi atas, depan dan samping sebelum serta setelah perendaman. Pengukuran diameter butiran beras analog dapat dilihat pada Gambar 10 dan masing-masing diameter tersebut dihitung menggunakan rumus

$$\bar{\phi} = \frac{\phi_1 + \phi_2 + \phi_3}{3} \quad (4)$$



Gambar 10. Pengukuran Diameter Butiran Beras Analog. Sumber : Yudanti *et al.* (2015).
 Nilai daya pengembangan dihitung menggunakan rumus

$$\text{Daya Pengembangan (\%)} = \frac{\phi_b - \phi_a}{\phi_a} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan

ϕ_a = Diameter beras analog sebelum perendaman (mm)

ϕ_b = Diameter beras analog setelah perendaman (mm)

4. Waktu Pemasakan

Pengujian waktu pemasakan diketahui berdasarkan lama waktu puncak gelatinisasi sampel yang diukur menggunakan alat viscometer. Sampel sebanyak 1 gram ditimbang ke dalam gelas kimia dan ditambahkan aquades sebanyak 100 mL. Selanjutnya sampel dipanaskan menggunakan *hot plate* sambil diukur nilai viskositas dan dicatat suhu yang digunakan hingga suhu mencapai 95°C. Puncak viskositas sampel diamati sebagai puncak gelatinisasi dari beras analog.

3.5.2 Analisis Sensori

Analisis sensori yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode hedonik pada produk nasi analog. Analisis sensori dilakukan dengan menggunakan 25 panelis konsumen dengan parameter tingkat kesukaan rasa. Skala hedonik yang digunakan adalah skala numerik dengan 3 skala berupa nilai 1 = tidak suka, 2 = biasa saja dan 3 = suka (Gusman, 2013).

3.5.3 Analisis Sifat Kimia

1. Kadar Air (AOAC, 2005)

Cawan kosong dikeringkan menggunakan oven selama 1 jam dan ditimbang. Selanjutnya sampel ditimbang sebanyak 2-5 gram lalu dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Kemudian sampel dikeringkan dalam oven dengan menggunakan suhu 105°C selama 3 jam. Setelah itu, sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang. Selanjutnya sampel dimasukkan kembali ke dalam oven selama 30 menit lalu didinginkan dalam desikator serta ditimbang. Perlakuan tersebut dilakukan secara berulang dengan tujuan sampel mencapai berat konstan yang dihitung menggunakan rumus

$$\% \text{ Kadar Air (b/k)} = \frac{\text{Berat awal(g)} - \text{Berat akhir(g)}}{\text{Berat akhir(g)}} \times 100\% \quad (6)$$

2. Kadar Abu (AOAC, 2005)

Cawan pengabuan dikeringkan menggunakan tanur selama 1 jam menggunakan suhu 400°C-600°C lalu didinginkan dalam desikator selama 20 menit dan ditimbang. Selanjutnya sampel sebanyak 3-5 gram dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Kemudian cawan pengabuan dimasukkan ke dalam tanur dengan menggunakan suhu 400°C-

600°C dan proses penguapan dilakukan hingga semua bahan berubah warna menjadi abu-abu lalu ditimbang. Selanjutnya sampel didinginkan kembali dalam desikator dan ditimbang. Kadar abu dihitung menggunakan rumus

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{\text{Berat abu(g)}}{\text{Berat sampel(g)}} \times 100\% \quad (7)$$

3. Kadar Protein (AOAC, 2005)

Penentuan kadar protein dilakukan berdasarkan metode *kjeldahl*. Sampel sebanyak 1-2 gram dimasukkan ke dalam labu *kjeldahl* 100 mL lalu ditambahkan selenium sebanyak 0,25 gram dan H₂SO₄ pekat sebanyak 3 mL. Kemudian sampel didestruksi selama 1 jam hingga larutan berubah menjadi jernih lalu sampel didinginkan. Selanjutnya sampel ditambahkan aquades sebanyak 50 mL dan NaOH 40% sebanyak 20 mL lalu dilakukan proses destilasi. Kemudian hasil destilasi ditampung ke dalam erlenmeyer yang berisi campuran H₃BO₃ 2% dan indikator *Brom Cresol Green-Menthyl Red* yang berwarna merah muda sebanyak 2 tetes. Setelah volumenya mencapai 10 mL dan sampel berwarna hijau kebiruan, maka proses destilasi dihentikan dan hasilnya dititrasi dengan menggunakan HCl 0,0235 hingga berubah warna menjadi merah muda. Perlakuan yang sama juga dilakukan pada sampel blanko. Kadar protein dihitung menggunakan rumus

$$\% \text{ Kadar Protein} = \frac{(\text{Va}-\text{Vb}) \text{ HCl} \times \text{N HCl} \times 14,007 \times 6,25}{\text{W} \times 1000} \times 100\% \quad (8)$$

Keterangan

Va = mL HCl untuk titrasi sampel

Vb = mL HCl untuk titrasi blanko

N = Normalitas HCl

W = Berat sampel (gram)

6,25 = Faktor konversi protein

14,007 = Berat atom nitrogen

4. Kadar Lemak (AOAC, 2005)

Penentuan kadar lemak dilakukan berdasarkan metode *soxhlet*. Labu alas bulat kosong ditimbang. Kemudian sampel yang telah dilumatkan ditimbang sebanyak 2 gram dan dibungkus dalam selongsong lemak. Selanjutnya pelarut kloroform sebanyak 150 mL dimasukkan ke dalam labu alas bulat sedangkan selongsong lemak dimasukkan ke dalam *extractor soxhlet* dan rangkaian *soxhlet* dipasang dengan benar. Kemudian sampel diekstrak pada suhu 60°C selama 8 jam. Setelah itu, campuran lemak dan kloroform dievaporasi dalam labu alas bulat hingga kering. Selanjutnya labu alas bulat yang berisi dengan lemak dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam untuk menghilangkan sisa kloroform dan uap air. Setelah itu, sampel didinginkan dalam desikator selama 30 menit lalu labu alas bulat yang berisi lemak ditimbang hingga mencapai berat konstan. Kadar lemak dihitung menggunakan rumus

$$\% \text{ Kadar Lemak} = \frac{\text{Berat labu dan hasil ekstraksi(g)} - \text{Berat labu kosong(g)}}{\text{Berat sampel(g)}} \times 100\% \quad (9)$$

5. Kadar Karbohidrat (AOAC, 2005)

Penentuan kadar karbohidrat dilakukan berdasarkan metode perhitungan *by differents* yang dihitung menggunakan rumus

$$\% \text{ Kadar Karbohidrat (b/b)} = 100\% - (\text{Kadar air} + \text{abu} + \text{protein} + \text{lemak}) \quad (10)$$

6. Kadar Serat Kasar (AOAC, 2005)

Sampel dalam bentuk halus ditimbang sebanyak 1 gram dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Setelah itu, ditambahkan asam sulfat 0,325 N sebanyak 100 mL. Kemudian sampel tersebut direfluks selama 30 menit. Selanjutnya sampel disaring menggunakan kertas

saring Whatmann dan larutan yang telah disaring tersebut ditambahkan aquades hingga sampel mencapai kondisi pH netral. Setelah itu, sampel ditambahkan NaOH. 1,25 N sebanyak 50 mL dan direfluks kembali selama 30 menit. Selanjutnya sampel yang telah direfluks didinginkan lalu disaring kembali menggunakan kertas saring Whatman yang telah diketahui bobotnya. Kemudian residu yang tertinggal dicuci dengan aquades sebanyak 25 mL, etanol 95% sebanyak 20 mL dan K₂SO₄ 10% sebanyak 25 mL secara berurutan. Setelah itu, residu yang telah dicuci dalam kertas saring dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105°C selama 2 jam lalu didiamkan di dalam desikator selama 15 menit. Nilai kadar serat kasar dihitung menggunakan rumus

$$\% \text{ Kadar Serat Kasar} = \frac{\text{Bobot residu kering (g)}}{\text{Bobot sampel (g)}} \times 100\% \quad (11)$$

3.5.4 Uji Indeks Glikemik

Pengujian indeks glikemik menggunakan 7 orang relawan yang telah diseleksi sebelumnya dengan kriteria inklusi yaitu sehat jasmani dan rohani, memiliki status gizi normal dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) 18,5-25 kg/m², berusia 18-30 tahun, kadar gula darah puasa normal 60-120 mg/dL, tidak memiliki riwayat penderita diabetes mellitus ataupun gangguan toleransi glukosa dan bersedia menjadi relawan. Sebelum dilakukan pengujian, beras analog dipreparasi terlebih dahulu dengan cara dimasak. Kemudian pengukuran nilai IG pangan mengacu kepada metode penelitian Jenkins *et al.* (1981) dengan modifikasi yaitu memberikan beras analog dengan jumlah yang setara dengan 25 gram karbohidrat. Pengujian yang dilakukan dimulai dari relawan diminta untuk melakukan puasa selama minimal 10 jam kecuali air putih pada malam harinya. Kemudian pagi harinya, darah relawan diambil sebanyak ± 5 µL melalui ujung jari dengan menggunakan alat glukometer untuk diukur kadar glukosa darahnya. Selanjutnya relawan diminta untuk mengkonsumsi satu porsi dari beras analog lalu kadar gula darahnya diukur pada menit 30, 60 dan 120 setelah makan. Jumlah nasi analog yang dikonsumsi setara dengan 25 gram karbohidrat glukosa murni. Kesetaraan tersebut dihitung dari total karbohidrat *by difference* yang diperoleh dari uji proksimat sampel. Jumlah nasi yang dikonsumsi oleh relawan dihitung menggunakan rumus

$$\text{Jumlah Nasi} = \frac{25 \text{ g karbohidrat}}{\text{Kadar karbohidrat sampel}} \times 100 \text{ g} \quad (12)$$

Kemudian pengambilan darah untuk nilai IG pangan standar dilakukan pada hari berbeda dengan rentang waktu 3 hari. Pengambilan darah untuk pangan standar dilakukan dengan prosedur yang sama dengan pangan uji. Nilai IG dihitung menggunakan rumus

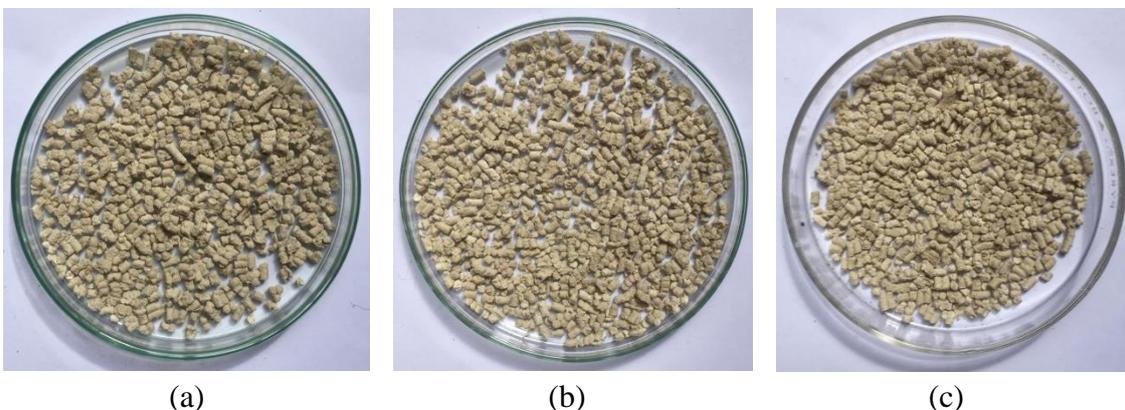
$$\text{Nilai IG} = \frac{\text{Luas area di bawah kurva respon glikemik sampel pangan uji}}{\text{Luas area di bawah kurva respon glikemik sampel pangan standar}} \times 100\% \quad (13)$$

3.6 Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari hasil masing-masing parameter uji analisa sifat fisik, sensori dan kimia dengan tiga kali pengulangan diolah menggunakan analisis ANOVA menggunakan SPSS 16.0. Pengolahan data untuk pengujian indeks glikemik adalah rata-rata dari nilai IG relawan yang dihitung menggunakan rumus perhitungan nilai IG.

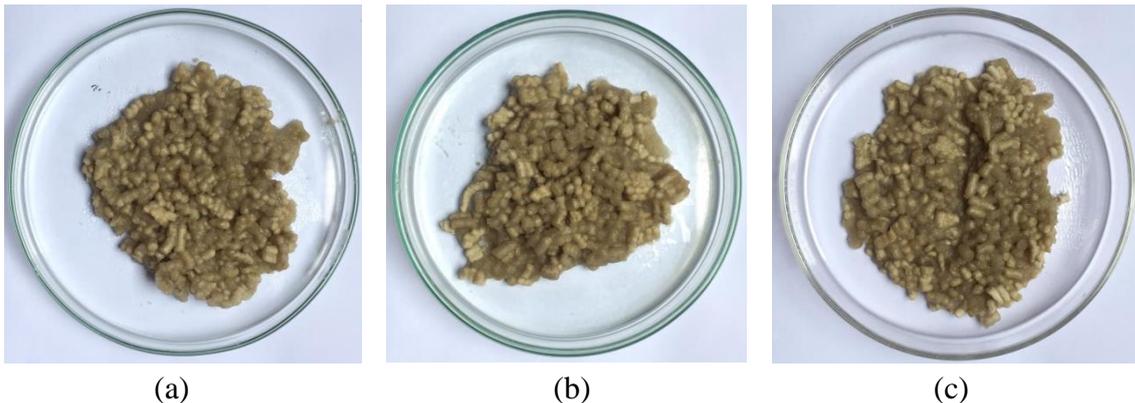
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beras analog merupakan suatu pangan alternatif yang mirip dengan beras, namun berasal dari sumber karbohidrat selain padi. Beras analog dapat dibuat dari berbagai macam bahan baku menggunakan teknologi ekstrusi. 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). Proses pembuatan beras analog pada penelitian ini terdiri dari pencampuran bahan baku, pengukusan adonan, ekstrusi dan pengeringan. Proses pencampuran bahan baku dilakukan dengan cara mencampurkan bahan kering terlebih dahulu yaitu diantaranya tepung umbi garut, tepung mocaf, karagenan dan konjak sesuai dengan formulasi pada Tabel 5. Setelah pencampuran bahan kering, masing-masing adonan ditambahkan air sebanyak 17% dan dihomogenkan sebelum dilakukan pengukusan. Tahapan pengukusan dapat juga disebut dengan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) karena menggunakan kombinasi kadar air dan pemanasan di atas suhu gelatinisasi bahan baku. Hal ini sejalan dengan pernyataan Santosa *et al.* (2018), bahwa perlakuan HMT dapat didefinisikan sebagai proses modifikasi pati secara fisika yang dilakukan pada granula pati dengan kadar air <35% (kondisi lembab) selama 15 menit sampai dengan 16 jam dan pada suhu 80°C-120°C sehingga tidak menyebabkan pati mengalami proses gelatinisasi. Metode pengukusan dilakukan sebagai suatu tahapan pemasakan awal. Hal tersebut disebabkan karena mengikuti desain alat ekstruder yang digunakan yaitu bahan baku dikukus secara *batch* terlebih dahulu lalu diekstruksi hingga berbentuk bulir beras. Hal ini juga bertujuan untuk membuat adonan mudah dibentuk menjadi beras analog. Kemudian adonan dicetak menggunakan alat *Twin Screw Extruder* (Tipe BRS-50A) dengan kecepatan aug er 18 Hz, *screw* 15 Hz dan *cutter* 50 Hz. Namun beras analog yang dihasilkan dengan menggunakan alat tersebut kurang menyerupai bentuk beras konvensional disebabkan karena cetakan yang berada pada bagian ujung ekstruder tidak berbentuk seperti bulir beras konvensional. Setelah itu, pengeringan hasil ekstrudat yang dihasilkan dimasukkan ke dalam oven *blower* pada suhu 60°C selama 3 jam dengan tujuan untuk menurunkan kadar air beras analog hingga <14% serta memperpanjang masa simpan produk. Beras analog yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 11.



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%.

Proses pemasakan beras analog tidak jauh berbeda apabila dibandingkan dengan cara memasak nasi. Beras analog dapat dimasak dengan *rice cooker* (Noviasari *et al.*, 2017), maupun dengan cara ditanak atau dikukus (Jannah *et al.*, 2015). Nasi analog yang telah matang ditandai dengan adanya perubahan tekstur menjadi lebih lunak. Waktu pemasakan beras analog yang dihasilkan cukup baik yaitu berkisar 9-10 menit. Hal ini didukung oleh pernyataan Mamuja dan Lamaega (2015), bahwa waktu pemasakan yang diharapkan pada beras analog yaitu sekitar 5-10 menit karena akan lebih cepat apabila dibandingkan dengan beras konvensional yang berkisar 15-20 menit. Nasi analog yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 12.

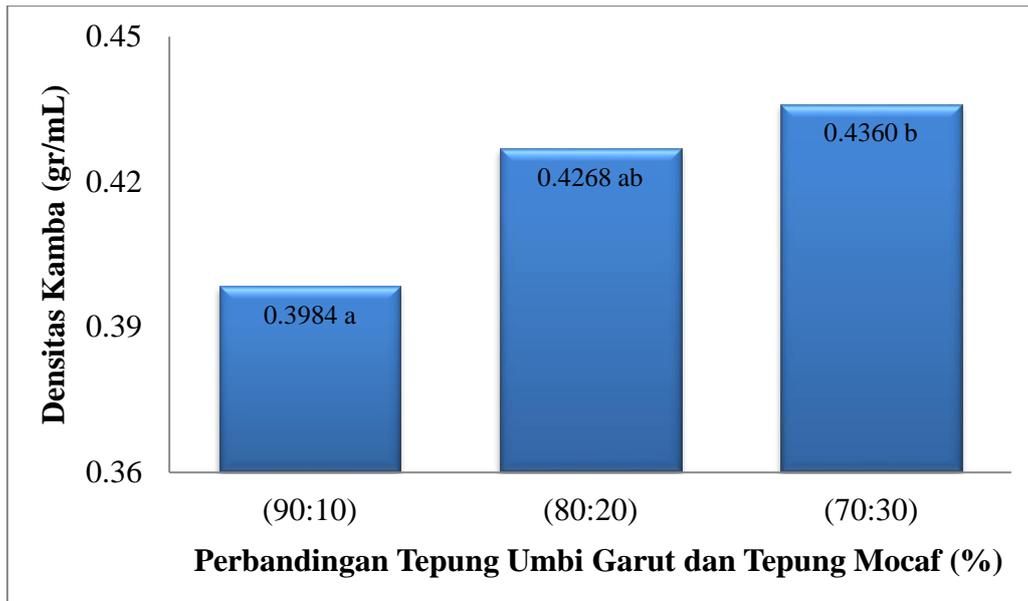


Gambar 12. Nasi Analog (a) Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%, (b) Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 80:20%, (c) Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 70:30%.

4.1 Analisis Sifat Fisik

4.1.1 Densitas Kamba

Densitas kamba merupakan sifat fisik bahan pangan khususnya pada biji-bijian atau tepung-tepungan yang dapat menyatakan ukuran jumlah massa bahan per volume termasuk ruang kosong yang berada diantara bahan (Rusmono dan Nazution, 2014). Pengujian nilai densitas kamba merupakan parameter yang digunakan untuk merencanakan pengemasan, penyimpanan dan transportasi saat suatu produk ingin didistribusikan lebih lanjut. Suatu bahan dapat dinyatakan kamba apabila mempunyai nilai densitas kamba yang rendah. Menurut Handayani *et al.* (2014), semakin rendah nilai densitas kamba, maka suatu bahan pangan akan cenderung lebih cepat menimbulkan rasa kenyang, namun asupan gizi yang dihasilkan belum tentu dapat terpenuhi. Hal tersebut dikarenakan densitas kamba yang rendah menunjukkan bahwa bahan pangan dalam volume yang sama, produk yang tersedia dalam massa yang lebih sedikit akan menimbulkan kepadatan gizi yang rendah pula. Hasil analisis nilai densitas kamba beras analog dapat dilihat pada Gambar 13. Berdasarkan Gambar 13, hasil analisis menunjukkan bahwa formulasi beras analog yang dihasilkan memberikan pengaruh berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap densitas kamba beras analog (Lampiran 6c).

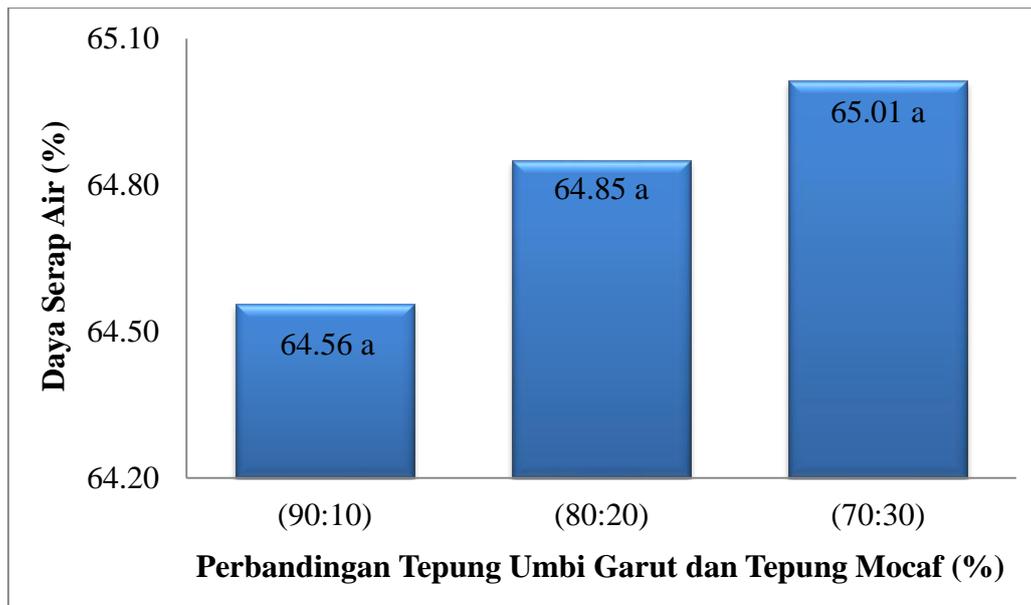


Gambar 13. Hubungan Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Densitas Kamba Beras Analog.

Hasil yang diperoleh pada densitas kamba beras analog perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10%, 80:20% dan 70:30% secara berturut-turut yaitu 0,3984 g/mL, 0,4268 g/mL dan 0,4360 g/mL. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan tepung mocaf pada beras analog, maka semakin tinggi pula nilai densitas kamba yang dihasilkan. Densitas kamba beras analog yang rendah menunjukkan bahwa beras analog tersebut memiliki porositas yang tinggi. Porositas dari beras analog diduga dipengaruhi oleh kandungan gizi beras, salah satunya yaitu kandungan pati. Hal ini sejalan dengan pernyataan Diniyah *et al.* (2018), bahwa penambahan tepung mocaf yang semakin tinggi membuat kandungan pati yang terdapat di dalam beras analog juga semakin meningkat. Widara (2012) juga menyatakan bahwa porositas yang tinggi dapat dipengaruhi oleh kandungan gizi beras analog serta proses pengeringan setelah ekstruksi. Proses pengeringan menyebabkan kandungan air yang terikat semakin berkurang dan menghasilkan rongga-rongga di dalam butiran beras analog semakin besar sehingga nilai densitas kamba dapat menurun (Kurniasari *et al.*, 2020).

4.1.2 Daya Serap Air

Daya serap air merupakan kemampuan suatu bahan pangan untuk dapat menahan adanya air yang ditambahkan ataupun air yang berasal dari bahan pangan itu sendiri selama adanya perlakuan yang diberikan pada bahan pangan tersebut (Septiana, 2013). Menurut Santosa *et al.* (2006), daya serap air produk hasil ekstruksi merupakan salah satu faktor fungsional yang dapat mempengaruhi sifat tekstur, warna dan sensori ekstrudat. Hasil analisis nilai daya serap air beras analog dapat dilihat pada Gambar 14. Berdasarkan Gambar 14, hasil analisis menunjukkan bahwa formulasi beras analog yang dihasilkan memberikan pengaruh yang tidak nyata ($P < 0,05$) terhadap daya serap air beras analog (Lampiran 7c).

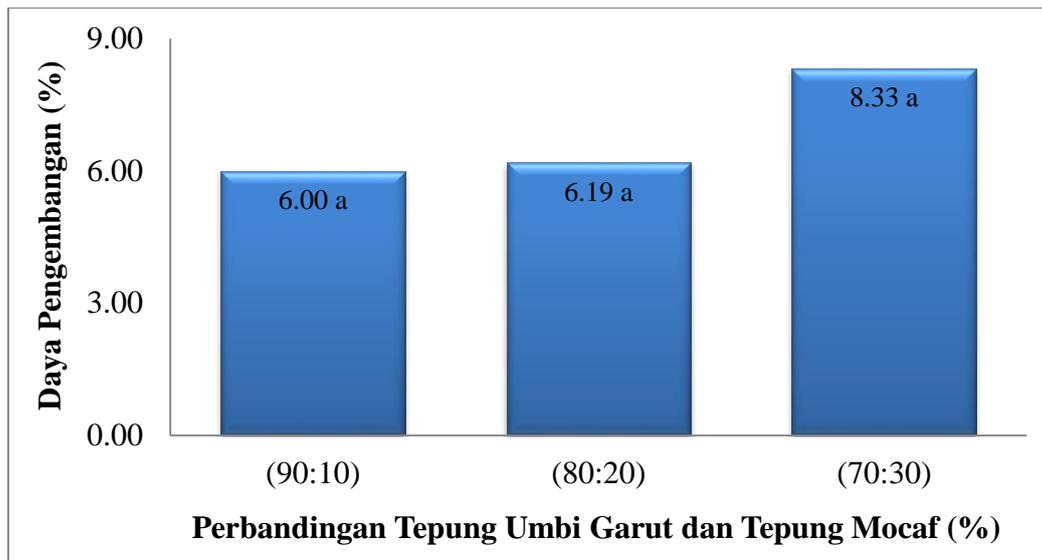


Gambar 14. Hubungan Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Daya Serap Air Beras Analog.

Hasil yang diperoleh pada daya serap air beras analog perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10%, 80:20% dan 70:30% secara berturut-turut yaitu 64,56%, 64,85% dan 65,01%. Penambahan tepung mocaf yang semakin tinggi menunjukkan bahwa daya serap air beras analog juga semakin besar. Hal tersebut diduga disebabkan karena daya serap air dapat dipengaruhi oleh adanya kandungan pati dalam suatu bahan pangan sehingga semakin besar kandungan pati pada produk tersebut, maka semakin besar pula nilai daya serap airnya. Hal ini didukung oleh pernyataan Herawati dan Widowati (2016), bahwa daya serap air dapat dipengaruhi oleh komposisi pati pada suatu bahan pangan sehingga semakin besar kadar pati yang terkandung di dalamnya maka semakin besar nilai daya serap airnya. Pengaruh peningkatan kadar pati terhadap nilai daya serap air tidak lepas dari peran amilosa dan amilopektinnya (Ratnaduhita, 2019). Kandungan amilosa dalam pati dapat meningkatkan daya serap air bahan pangan. Mamuja dan Lamaega (2015) juga menyatakan bahwa bahan pangan yang memiliki kadar pati yang tinggi akan semakin mudah untuk menyerap air karena adanya molekul amilopektin yang bersifat reaktif terhadap molekul air sehingga jumlah air yang terserap ke dalam bahan pangan semakin banyak.

4.1.3 Daya Pengembangan

Daya pengembangan merupakan suatu perubahan daya kembang pada bahan pangan saat menyerap air hingga tidak dapat kembali ke bentuk semula (Yudanti *et al.*, 2015). Penambahan air pada beras analog mengakibatkan perubahan diameter pada bulir beras. Hal tersebut disebabkan karena masuknya air ke dalam granula beras. Hasil analisis daya pengembangan beras analog dapat dilihat pada Gambar 15. Berdasarkan Gambar 15, hasil analisis menunjukkan bahwa formulasi beras analog yang dihasilkan memberikan pengaruh yang tidak nyata ($P < 0,05$) terhadap daya pengembangan beras analog (Lampiran 8c).

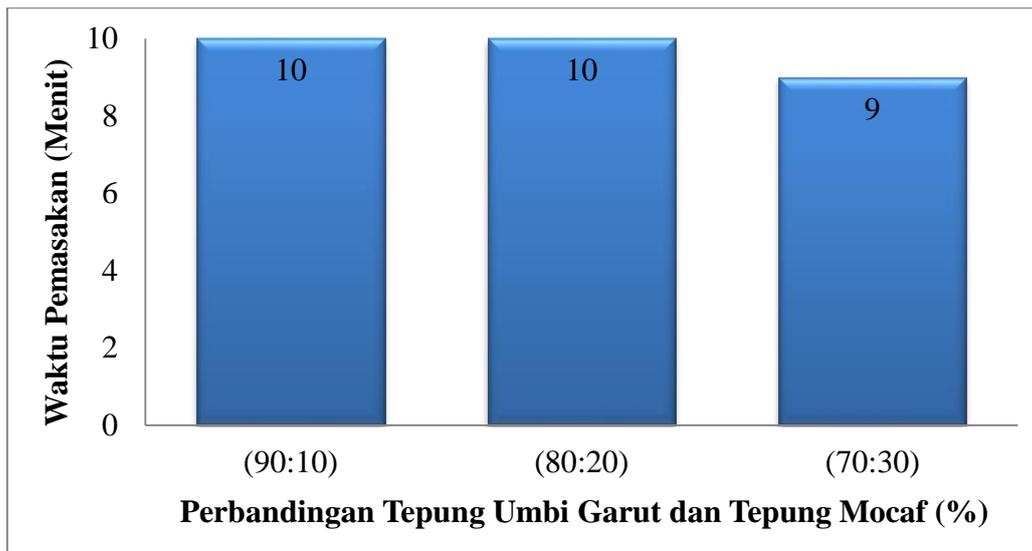


Gambar 15. Hubungan Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Daya Pengembangan Beras Analog.

Hasil yang diperoleh pada daya pengembangan beras analog perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10%, 80:20% dan 70:30% secara berturut-turut yaitu 6,00%, 6,19% dan 8,33%. Penambahan tepung mocaf yang semakin tinggi diduga menyebabkan daya pengembangan beras analog semakin besar. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Winarti *et al.* (2018), bahwa semakin tinggi substitusi mocaf, maka semakin tinggi volume pengembangan dari beras analog yang dihasilkan. Penambahan tepung mocaf dapat meningkatkan kadar amilosa pada beras analog sehingga molekul polisakarida yang mempunyai kadar amilosa tinggi akan lebih awal menyerap air dan mengembang dibandingkan dengan molekul polisakarida yang memiliki kadar amilopektin tinggi. Selain itu, Budiyanto dan Yulianti (2012) menyebutkan bahwa volume pengembangan pada beras analog dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu bahan penyusun, kadar pati dan kadar amilosa. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi daya gelatinisasi produk saat menyerap air sehingga dapat meningkatkan volume pengembangan produk.

4.1.4 Waktu Pemasakan

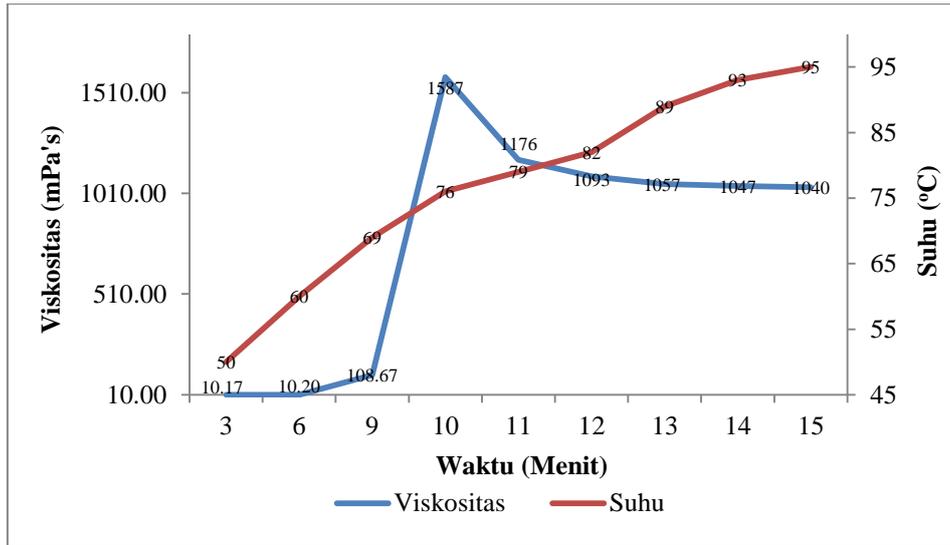
Waktu pemasakan merupakan salah satu parameter sifat fisik dari beras analog. Proses pemasakan pada beras analog tidak jauh berbeda apabila dibandingkan dengan beras konvensional. Beras analog dapat dimasak dengan *rice cooker* (Noviasari *et al.*, 2017), maupun dengan cara ditanak atau dikukus (Jannah *et al.*, 2015). Noviasari *et al.* (2017) menyatakan bahwa proses gelatinisasi pada beras analog akan lebih cepat berlangsung apabila dibandingkan dengan beras konvensional. Hal tersebut disebabkan karena adanya pengaruh dari bahan baku yang digunakan dalam formulasi beras analog. Hasil analisis waktu pemasakan beras analog dapat dilihat pada Gambar 16.



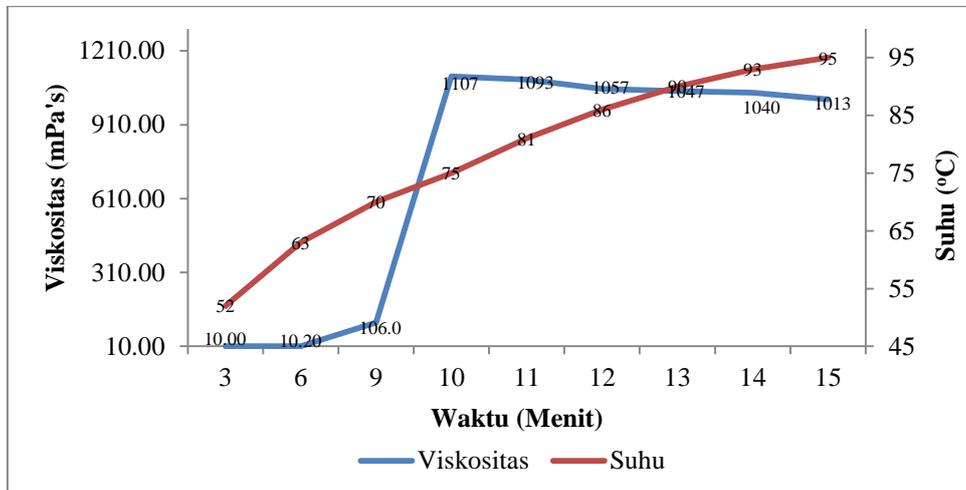
Gambar 16. Hubungan Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Waktu Pemasakan Beras Analog.

Hasil yang diperoleh pada pengujian waktu pemasakan beras analog perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10%, 80:20% dan 70:30% secara berturut-turut yaitu 10 menit, 10 menit dan 9 menit. Waktu pemasakan beras analog yang dihasilkan cukup baik karena berkisar 9-10 menit. Hal ini didukung oleh pernyataan Mamuja dan Lamaega (2015), bahwa waktu pemasakan yang diharapkan pada beras analog yaitu sekitar 5-10 menit karena akan lebih cepat apabila dibandingkan dengan beras konvensional yang berkisar 15-20 menit. Menurut Kurniasari *et al.* (2020), penambahan karagenan dan konjak dalam formulasi beras analog juga dapat menyebabkan waktu pemasakan semakin cepat dikarenakan banyaknya gugus-gugus hidrofilik yang dapat meningkatkan penyerapan air saat proses pemasakan berlangsung. Selain itu, struktur butiran beras analog yang berpori juga berperan dalam proses masuknya air ke dalam butiran sehingga waktu pemasakan dapat berlangsung lebih cepat (Bui *et al.*, 2018).

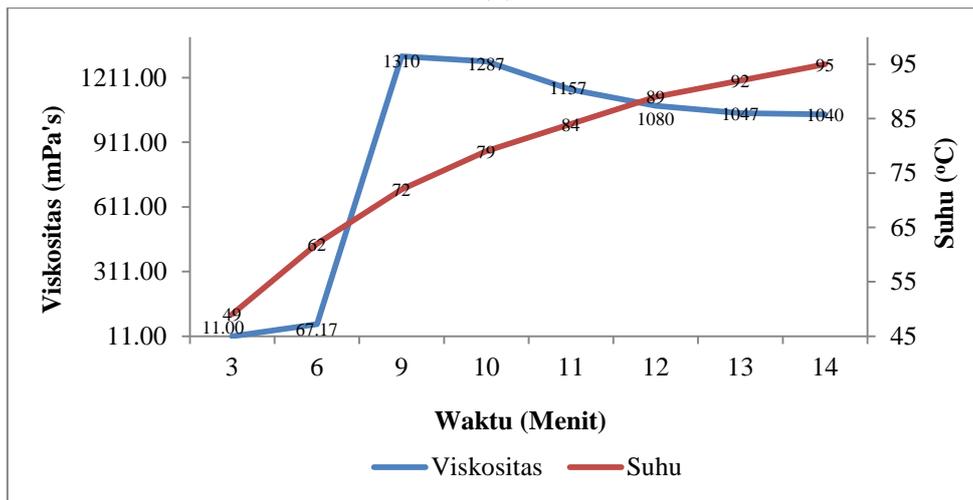
Kemudian hasil analisis waktu pemasakan dapat juga dipengaruhi oleh konsentrasi pati yang diberikan (Lumba, 2013). Oleh karena itu, lama gelatinisasi beras analog dapat diamati sebagai waktu pemasakan yang diukur menggunakan alat viscometer. Pengukuran menggunakan alat viscometer dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan hingga beras analog mencapai titik viskositas maksimum. Viskositas maksimum merupakan titik maksimum viskositas bahan pangan yang dihasilkan selama proses pemanasan berlangsung. Menurut Karneta *et al.* (2014), proses pemanasan akan mengakibatkan terjadinya peningkatan viskositas yang disebabkan oleh pembengkakan granula pati yang *irreversible* di dalam air. Energi kinetik molekul air akan lebih kuat dibandingkan daya tarik molekul pati sehingga air dapat masuk ke dalam granula. Suhu viskositas maksimum dapat disebut dengan suhu akhir gelatinisasi sehingga pada suhu tersebut granula pati akan kehilangan sifat *birefringencernya* (sifat merefleksikan cahaya yang terpolarisasi pada saat proses gelatinisasi berlangsung) dan granula akan kehilangan sifat kristalin (Kusnandar, 2010). Berdasarkan hal tersebut, hasil pengukurannya dapat dilihat pada Gambar 17.



(a)



(b)

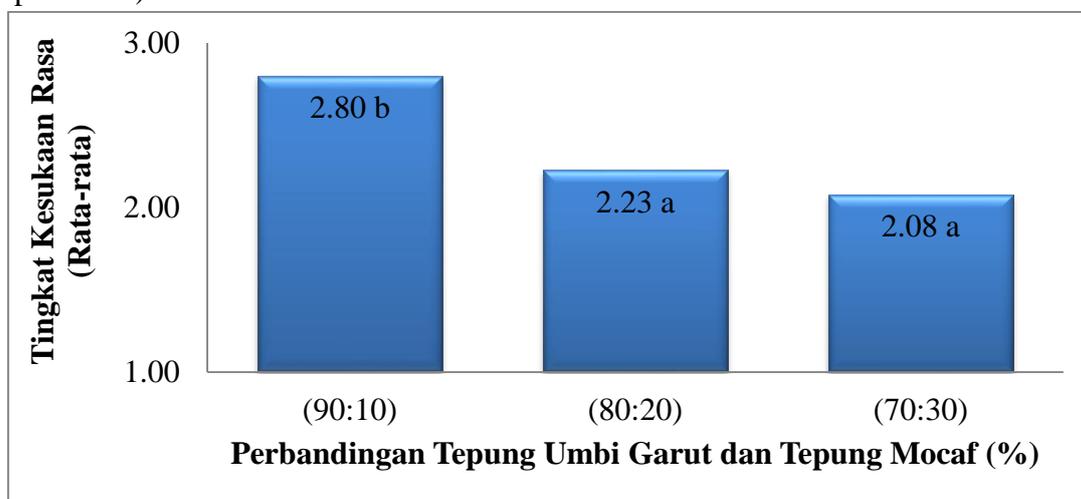


(c)

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%.

4.2 Analisis Sensori

Analisis sensori atau yang dikenal dengan istilah pengujian organoleptik merupakan suatu pengujian dengan menggunakan panca indera manusia untuk mengukur daya terima suatu produk. Metode pengujian organoleptik yang digunakan pada penelitian ini adalah metode hedonik. Metode hedonik merupakan uji kesukaan yang ditentukan berdasarkan skala hedonik yang dikehendaki. Skala hedonik adalah suatu tingkatan kesukaan yang dapat dinyatakan dalam skala numerik (Gusman, 2013). Analisis sensori dilakukan dengan menggunakan 25 panelis konsumen dengan parameter tingkat kesukaan rasa. Rasa merupakan parameter kunci yang mempengaruhi daya terima dari produk pangan yang dihasilkan. Hasil analisis tingkat kesukaan rasa nasi analog dapat dilihat pada Gambar 18. Berdasarkan Gambar 18, hasil analisis data menunjukkan bahwa formulasi beras analog yang dihasilkan memberikan pengaruh berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap tingkat kesukaan rasa nasi analog (Lampiran 10c).



Gambar 18. Hubungan Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Tingkat Kesukaan Rasa Nasi Analog.

Hasil yang diperoleh pada tingkat kesukaan rasa perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf nasi analog 90:10%, 80:20% dan 70:30% secara berturut-turut yaitu 2,80 (biasa saja), 2,23 (biasa saja) dan 2,08 (biasa saja). Hal tersebut menunjukkan bahwa formulasi beras analog perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10% memiliki tingkat kesukaan rasa yang paling tinggi yaitu sebesar 2,80 walaupun masih tergolong ke dalam kriteria biasa saja. Semakin tinggi penambahan tepung mocaf yang diberikan menyebabkan tingkat kesukaan panelis semakin menurun. Hal tersebut diduga disebabkan karena penambahan tepung mocaf yang semakin besar dapat mempengaruhi tekstur dari nasi analog dengan rasa nasi yang lebih lengket sehingga panelis kurang menyukainya. Menurut Loebis *et al.* (2017), kadar amilosa dan amilopektin dapat menentukan sifat fisik dari beras analog sehingga perbandingan tersebut dapat mempengaruhi tekstur pera atau tidak, cepat atau tidaknya mengeras serta lengket atau tidaknya nasi yang dihasilkan. Tingkat kesukaan rasa dari nasi analog dapat menyatakan bahwa beras analog yang dihasilkan dapat diterima oleh konsumen serta layak untuk dikembangkan. Oleh karena itu, formulasi terbaik dari beras analog yang dihasilkan ditentukan berdasarkan tingkat kesukaan rasa dari nasi analog yang paling tinggi yaitu pada perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10%.

4.3 Analisis Sifat Kimia

Analisis sifat kimia berupa uji proksimat dan kadar serat kasar dilakukan pada sampel formulasi terbaik beras analog hasil pengujian analisis sensori. Formulasi terbaik beras analog ditentukan berdasarkan tingkat kesukaan rasa tertinggi yang diberikan oleh panelis. Perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10% merupakan sampel terbaik dari beras analog yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut, hasil analisis sifat kimia beras analog terbaik perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10% dapat dilihat pada Tabel 6. Tabel 6. Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog Terbaik Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%.

Karakteristik Sifat Kimia	Kandungan
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

4.3.1 Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam suatu produk pangan dan dapat dinyatakan berdasarkan berat basah atau berat kering. Kadar air adalah salah satu parameter yang penting dalam menentukan mutu suatu produk pangan, baik dari segi organoleptik ataupun masa simpannya. Berdasarkan Tabel 6, hasil yang diperoleh dari analisis kadar air beras analog terbaik dengan perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10% yaitu sebesar 7,89%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar air beras analog yang diperoleh telah memenuhi syarat kadar air yang aman untuk beras karena tidak melebihi batas kadar air beras yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-6128-2015 yaitu <14%. Kadar air <14% dapat mencegah adanya pertumbuhan kapang yang sering hidup pada saat penyimpanan produk pangan, seperti nasi, sereal atau biji-bijian (Spiraliga *et al.*, 2017). Mishra *et al.* (2012), menyebutkan bahwa beras analog harus dikeringkan hingga kadar air 4-15% agar dapat mencapai kadar air yang optimal untuk meningkatkan umur simpan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Santosa *et al.* (2006), bahwa kadar air yang terlalu tinggi dapat memberikan pengaruh terhadap umur simpan serta menyebabkan penurunan kualitas sehingga produk ekstrudat akan cepat mengalami kerusakan selama penyimpanan.

Menurut Budi *et al.* (2013), kandungan air yang ditambahkan ke dalam adonan pembuatan beras analog dapat memberikan pengaruh terhadap sifat akhir produk yang dihasilkan. Hal tersebut disebabkan karena adanya air di dalam adonan yang berfungsi sebagai *plasticizer agent* untuk bahan pati sehingga mampu menurunkan viskositas dan energi mekanik untuk menghasilkan produk yang lebih padat serta mempermudah jalannya adonan di dalam *barrel*. Kadar air pada suatu produk pangan juga dapat dipengaruhi oleh suhu dan waktu pemanasan (Ratnadhita, 2019). Proses pemanasan yang diberikan dalam pembuatan beras analog meliputi pengukusan selama 30 menit dan pengeringan selama 3 jam dengan suhu 60°C. Proses pemanasan akan menyebabkan air yang terdapat di dalam produk pangan menguap sehingga semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu pemanasan, maka semakin banyak jumlah air yang mengalami penguapan (Pinasthi, 2017). Selain itu, Zahro dan Nisa

(2015) juga menyatakan bahwa penggunaan bahan penstabil atau pengikat dalam suatu produk pangan dapat mempengaruhi nilai kadar air yang dihasilkan. Hal tersebut disebabkan karena air dapat diikat dan ditahan oleh bahan penstabil seperti karagenan dan konjak. Gugus hidrofilik dari karagenan dan konjak yang berada dalam butir beras analog mampu mengikat air saat proses pemanasan berlangsung (Kurniasari *et al.*, 2020).

4.3.2 Kadar Abu

Kadar abu merupakan suatu campuran yang berasal dari komponen organik atau mineral dan terdapat dalam suatu bahan pangan. Pengukuran kadar abu bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kandungan mineral yang terdapat dalam bahan pangan. Menurut Maulana (2016), abu merupakan suatu residu anorganik dari hasil pembakaran atau hasil oksidasi komponen organik dalam bahan pangan. Berdasarkan Tabel 6, hasil yang diperoleh dari analisis kadar abu beras analog terbaik dengan perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10% yaitu sebesar 1,87%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar abu beras analog yang diperoleh cukup tinggi apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Widara (2012) sebesar 0,52% dan Kharisma *et al.* (2014) sebesar 0,73%. Namun hasil kadar abu yang diperoleh lebih rendah apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Kurniawati (2013) sebesar 2,07% dan Mamuja dan Lamaega (2015) sebesar 2,62%. Kadar abu yang cukup tinggi tersebut diduga disebabkan karena banyaknya komponen mineral yang terdapat pada tepung umbi garut. Hal ini didukung oleh pernyataan Spiraliga *et al.* (2017), bahwa kadar abu dalam suatu pangan juga dikaitkan dengan kandungan mineral yang terdapat dalam bahan pangan tersebut. Menurut Ratnaningsih *et al.* (2010), tepung umbi garut memiliki komponen mineral yang penting bagi tubuh diantaranya yaitu kalium 454 mg, kalsium 28 mg, fosfor 22 mg dan zat besi 1,7 mg per 100 gram. Selain untuk mengetahui kandungan mineral yang terdapat dalam bahan pangan, kadar abu juga dapat digunakan untuk mengetahui kualitas dari bahan pangan yang dihasilkan. Menurut Damat *et al.* (2020), kadar abu dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kemurnian dari tepung yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Ginting *et al.* (2011), bahwa semakin tinggi kadar abu pada tepung, maka warna dari tepung yang dihasilkan semakin gelap. Berdasarkan hal tersebut, karakteristik warna yang lebih gelap dari beras analog yang dihasilkan diduga juga dipengaruhi oleh kandungan mineral yang terdapat pada bahan baku yang digunakan. Namun menurut Loebis *et al.* (2017), terkadang kadar abu tidak selalu ekuivalen dengan bahan mineral dikarenakan terdapat beberapa mineral yang hilang selama proses volatinisasi atau pada saat adanya interaksi antar konstituen. Lopulalan (2016) juga menyatakan bahwa nilai kadar abu yang tinggi dapat mempengaruhi tingkat kestabilan adonan.

4.3.3 Kadar Protein

Protein merupakan senyawa organik kompleks berbobot molekul tinggi dan terdiri dari monomer-monomer asam amino yang mengandung unsur C, H, O dan N. Protein berfungsi sebagai zat penting dalam pembentukan biomolekul, zat pembangun tubuh dan sumber energi. Proses ekstrusi pada pengolahan beras analog dapat menyebabkan komponen protein dalam bahan baku akan terdenaturasi dan mengalami pemutusan ikatan hidrogen sehingga jumlah protein yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penurunan rasio pengembangan ekstrudat yang dihasilkan (Hartono, 2018). Selain itu, protein pada beras analog juga mudah terdenaturasi pada proses pengeringan dengan suhu tinggi sehingga

menurut Ratnadhita (2019), penggunaan suhu 60°C merupakan suhu optimum yang dapat digunakan agar tidak menyebabkan protein terdenaturasi dalam jumlah banyak. Berdasarkan Tabel 6, hasil yang diperoleh dari analisis kadar protein beras analog terbaik dengan perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10% yaitu sebesar 6,19%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar protein beras analog yang diperoleh tergolong rendah apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Noviasari *et al.* (2015) sebesar 10,48% dan Rumitasari (2020) sebesar 13,6%. Namun hasil kadar protein yang diperoleh lebih tinggi apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Kharisma *et al.* (2014) sebesar 0,61% dan Mamuja dan Lamaega (2015) sebesar 3,49%.

Arif *et al.* (2013) menyatakan bahwa kandungan protein yang tinggi dapat memberikan pengaruh terhadap respon insulin sehingga kadar gula darah tidak berlebihan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Noviasari *et al.* (2013), bahwa kadar protein dapat mempengaruhi kadar glukosa darah karena protein dapat memperpanjang laju pengosongan lambung sehingga laju pencernaan dan proses absorpsi di dalam usus halus juga lebih lambat. Namun menurut Chen *et al.* (2010), protein yang dikonsumsi umumnya tidak memberikan pengaruh terhadap respon glikemik sehingga pengaruh kadar protein terhadap nilai indeks glikemik sering kali diabaikan. Selain itu, kandungan protein pada bahan pangan juga erat kaitannya dengan gluten. Kandungan gluten pada suatu bahan pangan akan mempengaruhi karakteristik bahan pangan yang dihasilkan karena zat tersebut memiliki sifat yang mampu membentuk tekstur dengan baik. Hanya saja penggunaan tepung umbi garut dan tepung mocaf dalam pembuatan beras analog menyebabkan produk yang dihasilkan tidak memiliki kandungan protein gluten seperti tepung terigu sehingga tekstur beras analog yang dihasilkan lebih dipengaruhi oleh bahan pengikat yang digunakan. Namun kadar protein yang dihasilkan tidak dipengaruhi oleh adanya bahan pengikat tersebut. Hal ini didukung oleh pernyataan Ratnadhita (2019), bahwa penambahan bahan pengikat atau bahan penstabil tidak akan mempengaruhi kadar protein dalam bahan pangan.

4.3.4 Kadar Lemak

Lemak merupakan salah satu komponen makro yang sangat diperlukan oleh tubuh karena berfungsi sebagai penghasil energi selain karbohidrat dan protein, pelindung tubuh dari temperatur rendah, bahan penyusun vitamin dan hormon serta menjadi bahan penyusun dalam membran sel (Santika, 2016). Lemak adalah molekul yang terdiri dari komponen C, H, O dan terkadang terdapat N dan P. Berdasarkan Tabel 6, hasil yang diperoleh dari analisis kadar lemak beras analog terbaik dengan perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10% yaitu sebesar 1,93%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar lemak beras analog yang diperoleh cukup tinggi apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Budijanto dan Yulianti (2012) sebesar 0,66% dan Rumitasari (2020) sebesar 1,3%. Namun hasil kadar lemak yang diperoleh lebih rendah apabila dibandingkan hasil penelitian Kurniawati (2013) sebesar 5,36% dan Noviasari *et al.* (2015) sebesar 5,73%. Menurut Astawan (2014), pangan yang memiliki kandungan lemak yang tinggi apabila dikonsumsi cenderung lambat meninggalkan lambung sehingga proses pencernaan makanan di usus halus juga lambat. Hal ini sejalan dengan pernyataan Alsaffar (2011), bahwa kandungan lemak pada suatu pangan dapat membentuk matriks dengan amilosa serta cenderung memperlambat laju pengosongan lambung sehingga dapat menurunkan daya cerna produk. Selain itu, kandungan lemak yang

terdapat pada bahan baku pembuatan beras analog juga dapat berfungsi sebagai suatu komponen yang dapat memperbaiki struktur fisik dari produk ekstrudat seperti daya pengembangan dan pelembut tekstur serta mempermudah proses pencetakan adonan di dalam mesin (Setiawati *et al.*, 2014). Hal ini sejalan dengan pernyataan Santosa *et al.* (2006), bahwa kandungan lemak dapat mempengaruhi derajat pengembangan produk ekstrudat akibat adanya interaksi antara asam oleat dan fraksi amilosa. Budi *et al.* (2013) juga mengemukakan bahwa lemak dapat berperan sebagai bahan pelumas karena mampu mengurangi gaya friksi antar partikel di dalam adonan, antar permukaan *screw* dan antar adonan dengan *barrel* dalam proses ekstrusi.

4.3.5 Kadar Karbohidrat

Karbohidrat merupakan senyawa makromolekul yang terdapat pada bahan pangan dan terdiri dari C, H dan O. Karbohidrat memiliki fungsi sebagai sumber utama bagi tubuh, membantu melancarkan sistem kerja pencernaan, mengatur metabolisme lemak dan mengoptimalkan penyerapan protein. Menurut Siregar (2014), berdasarkan jumlah molekul gula penyusunnya, karbohidrat terdiri dari karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks. Karbohidrat sederhana merupakan karbohidrat yang tersusun dari satu atau dua jenis molekul gula diantaranya yaitu monosakarida, disakarida dan oligosakarida. Karbohidrat kompleks merupakan karbohidrat yang terdiri atas molekul gula atau rantai yang panjang dan kompleks, seperti polisakarida. Berdasarkan Tabel 6, hasil yang diperoleh dari analisis kadar karbohidrat *by different* beras analog terbaik perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10% yaitu sebesar 82,10%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar karbohidrat beras analog yang diperoleh cukup tinggi apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Rumitasari (2020) sebesar 75,1% dan hampir setara apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Mamuja dan Lamaega (2015) dengan kadar karbohidrat sebesar 83,44%. Selain itu, apabila dibandingkan dengan kadar karbohidrat beras konvensional, maka kandungan karbohidrat yang terdapat pada beras analog yang dihasilkan lebih tinggi. Berdasarkan hasil penelitian Rumitasari (2020), beras konvensional mempunyai kadar karbohidrat sebesar 79%. Hal tersebut menunjukkan bahwa beras analog yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pangan fungsional sumber karbohidrat yang setara dengan beras konvensional. Kandungan karbohidrat yang tinggi tersebut diduga disebabkan karena bahan baku yang digunakan yaitu umbi garut. Hal ini didukung oleh pernyataan Ardhyatama (2019), bahwa umbi garut mempunyai kandungan zat pati yang dapat berguna sebagai sumber karbohidrat. Kandungan karbohidrat yang terdapat pada tepung umbi garut sebesar 79,5%. Kemudian Santosa *et al.* (2006) juga menyatakan bahwa keberhasilan pengolahan produk ekstrudat dari bahan baku sumber karbohidrat diharapkan dapat mengurangi preferensi konsumen beras sehingga kebutuhan mengkomsumsi beras sebagai sumber karbohidrat akan berkurang, terutama untuk pemenuhan bahan pangan lokal.

4.3.6 Kadar Serat Kasar

Serat pangan merupakan suatu zat tanaman yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan manusia. Serat pangan terdiri dari hemiselulosa, selulosa, lignin, oligosakarida, pektin, gum dan lapisan lilin. Pengertian dari serat pangan dapat didefinisikan berbeda dengan serat kasar. Menurut Ratnadhita (2019), serat kasar merupakan zat sisa tanaman yang masih tertinggal setelah diekstraksi secara berturut-turut dengan zat pelarut, alkali dan asam encer.

Serat kasar hanya terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin yang tidak bisa dicerna. Menurut Yurni dan Sinaga (2017), nilai serat kasar biasanya lebih rendah apabila dibandingkan dengan serat pangan, bahkan kurang lebih hanya seperlima dari total keseluruhan serat pangan. Analisis kadar serat kasar merupakan berat sampel yang hilang setelah diabukan. Berdasarkan Tabel 6, hasil yang diperoleh dari analisis kadar serat kasar beras analog terbaik dengan perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10% yaitu sebesar 2,91%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar serat kasar yang diperoleh cukup tinggi apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Mamuja dan Lamaega (2015) sebesar 0,09% dan Sutanto (2015) sebesar 0,30%. Kandungan serat kasar yang tinggi dapat memperlambat proses pencernaan nutrisi, memberikan rasa kenyang yang lebih lama dan memperlambat kemunculan glukosa darah (Noviasari *et al.* 2013).

Serat pangan dapat pula dikategorikan sebagai serat pangan larut dan serat pangan tidak larut. Sumber serat dari beras analog yang dihasilkan diduga diperoleh dari tepung umbi garut. Hal ini didukung oleh pernyataan Wijayanti (2007), bahwa tepung umbi garut memiliki kandungan serat tinggi yang terdiri dari serat tidak larut air sebesar 4,61% dan serat larut air sebesar 2,08%. Menurut Sadek *et al.* (2016), serat memiliki peran terhadap produk hasil ekstrusi karena dapat menyebabkan adanya perubahan karakteristik hasil akhir ekstrudat. Semakin tinggi kadar serat bahan baku yang digunakan, maka semakin rendah daya pengembangan ekstrudat. Proses ekstrusi pada beras analog juga akan melibatkan energi mekanis dan termal sehingga mengakibatkan solubilitas serat tidak larut menjadi serat larut disebabkan karena putusannya ikatan kovalen dan non kovalen antar karbohidrat (Robin *et al.*, 2012). Namun peran dari energi mekanis pada proses ekstrusi beras analog dilaporkan lebih besar dibandingkan dengan energi termal. Hal ini sejalan dengan pernyataan Zaragoza *et al.* (2010), bahwa adanya peningkatan kelarutan serat pangan dalam air yang signifikan terjadi akibat peningkatan energi mekanik selama proses ekstrusi berlangsung.

Berdasarkan hal tersebut, adanya proses pengolahan dalam pembuatan beras analog dapat mencegah beberapa penyakit degeneratif yang disebabkan karena adanya perubahan karakteristik serat pangan tidak larut menjadi serat pangan larut. Serat pangan tidak larut berfungsi untuk mencegah timbulnya berbagai penyakit terutama yang berhubungan dengan sistem pencernaan, seperti wasir, divertikulosis dan kanker usus besar sedangkan serat pangan larut erat kaitannya dengan penurunan respon glikemik karena dapat memperlambat waktu pengosongan lambung. Foster-Powell *et al.* (2002), menjelaskan bahwa beras yang memiliki kandungan serat pangan yang tinggi dapat menurunkan respon glikemik dan indeks glikemik yang dihasilkan akan cenderung rendah. Selain itu, Mamuja dan Lamaega (2015) menyatakan bahwa serat pangan memiliki karakteristik yang diperlukan dan dianggap cukup penting dalam formulasi pangan fungsional.

4.4 Uji Indeks Glikemik

4.4.1 Karakteristik Relawan

Relawan yang digunakan berjumlah 7 orang dan berasal dari mahasiswa Universitas Hasanuddin, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian angkatan 2017 serta telah memenuhi syarat inklusi yang terdiri dari sehat jasmani dan rohani, memiliki status gizi normal dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) 18,5-25 kg/m², berusia 18-30 tahun, kadar gula darah puasa normal 60-120 mg/dL, tidak memiliki riwayat penderita diabetes mellitus

ataupun gangguan toleransi glukosa serta bersedia menandatangani formulir persetujuan (Lampiran 3). Hal ini didukung oleh pernyataan Handayani (2014), bahwa pengujian indeks glikemik membutuhkan minimal di atas 6 orang relawan. Karakteristik relawan tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Karakteristik Relawan Uji Indeks Glikemik Beras Analog Terbaik Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%.

Relawan	Jenis Kelamin (L/P)	Usia (Tahun)	Berat Badan (kg)	Tinggi Badan (m)	IMT (kg/m ²)	GDP I (mg/dL)	GDP II (mg/dL)
1	P	21	44	1,53	18,79	63	85
2	P	22	48	1,63	18,06	80	77
3	P	21	47	1,56	19,31	76	77
4	P	21	41	1,49	18,46	80	91
5	P	20	54	1,66	19,59	77	77
6	P	21	49	1,58	19,62	82	98
7	P	21	41	1,50	18,22	76	82
Rata-rata		21	46	1,56	18,86	76	84

Berdasarkan Tabel 7, hasil yang diperoleh yaitu usia rata-rata relawan memiliki usia 21 tahun, Indeks Massa Tubuh (IMT) 18,86 kg/m², Glukosa Darah Puasa (GDP) I untuk pengujian pangan uji 76 mg/dL dan Glukosa Darah Puasa (GDP) II untuk pengujian pangan acuan 84 mg/dL. Hal ini telah sesuai dengan kriteria inklusi relawan.

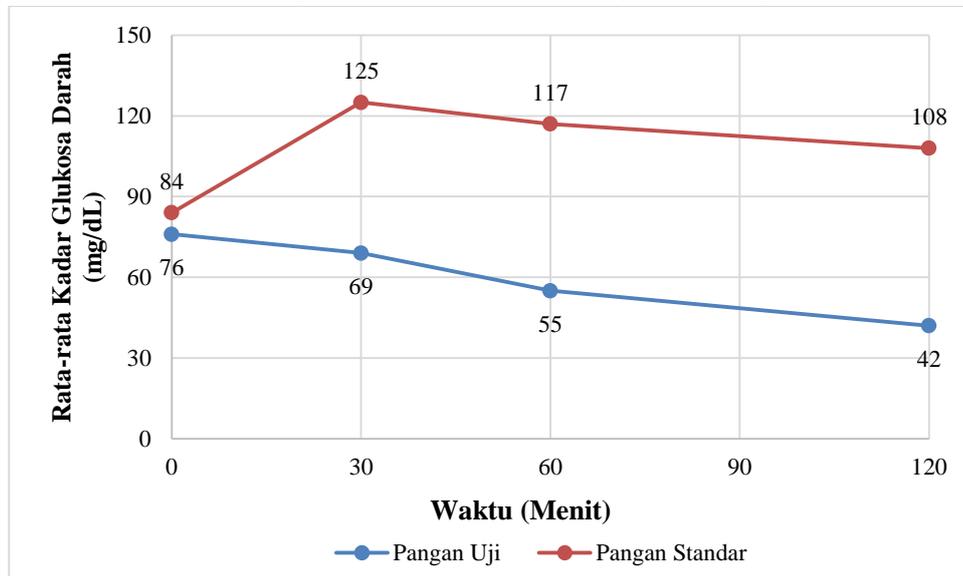
4.4.2 Penentuan Jumlah Pangan Uji dan Pangan Standar

Bahan pangan yang diujikan yaitu beras analog terbaik berdasarkan hasil analisis sensori. Berdasarkan hal tersebut, formulasi beras analog terbaik yaitu perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10%. Menurut Hoeruddin (2012), 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. Hal ini sejalan dengan pernyataan Budijanto *et al.* (2017), bahwa penggunaan kesetaraan 25 gram merupakan modifikasi dari jumlah pangan uji yang akan diberikan pada relawan, berupa setengah dari jumlah pangan uji yang disarankan (50 gram karbohidrat). Venn dan Green (2007) juga menyatakan bahwa penggunaan kesetaraan 25 gram karbohidrat tidak akan mempengaruhi respon indeks glikemik pangan apabila pangan standar yang digunakan mengandung karbohidrat yang jumlahnya setara dengan kandungan karbohidrat pangan uji. Berdasarkan hal tersebut, hasil perhitungan jumlah nasi yang dikonsumsi dari beras analog terbaik perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10% yaitu sebanyak 30,45 gram sedangkan hasil perhitungan jumlah pangan standar yang dikonsumsi dari roti tawar yaitu sebanyak 58,82 gram (Lampiran 12a).

4.4.3 Respon Glukosa Darah

Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan pada menit 0, 30, 60 dan 120. Hal tersebut disebabkan karena respon kenaikan glukosa darah terhadap karbohidrat umumnya signifikan dalam kisaran waktu 30 menit sampai 1 jam setelah mengkonsumsi makanan (Ro'fah, 2013).

Kadar gula darah puasa normal adalah sekitar 60-120 mg/dL. Namun menurut Syahrul (2017), setelah mengkonsumsi makanan yang mengandung karbohidrat, kadar glukosa darah meningkat hingga mencapai 120-140 mg/dL pada 1 jam pertama dan akan kembali normal dalam waktu 2 jam setelah absorpsi karbohidrat. Pengambilan darah untuk pengukuran kadar glukosa dilakukan pada darah kapiler ujung jari tangan dan diukur menggunakan alat glukometer. Hasil rata-rata kadar glukosa darah relawan dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Kurva Rata-rata Respon Glukosa Darah

Berdasarkan Gambar 19, hasil rata-rata pengukuran kadar glukosa darah yang diperoleh yaitu terjadi penurunan kadar glukosa darah setelah mengkonsumsi pangan uji berupa beras analog perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10% dari menit 30 hingga 120 sedangkan terjadi kenaikan kadar glukosa darah setelah mengkonsumsi pangan standar berupa roti tawar hingga mencapai titik puncak pada menit 30. Penurunan kadar glukosa darah setelah mengkonsumsi pangan uji berupa beras analog perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10% menunjukkan bahwa area di bawah kurva kadar glukosa darah lebih rendah apabila dibandingkan mengkonsumsi pangan standar berupa roti tawar. Hal ini diduga karena kandungan karbohidrat yang terdapat pada pangan uji dipecah dan diabsorpsi lebih lambat. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Budijanto *et al.* (2017), bahwa peningkatan kadar glukosa darah secara lambat dan bertahap disebabkan karena makanan yang dikonsumsi memiliki kandungan karbohidrat dengan IG rendah sehingga karbohidrat tersebut akan dipecah dan diabsorpsi dengan lambat.

4.4.4 Indeks Glikemik

Uji indeks glikemik yang dilakukan pada beras analog terbaik perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10% 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 (Lampiran 1). Indeks glikemik merupakan nilai yang diperoleh dari area di bawah kurva respon glukosa terhadap makanan yang mengandung karbohidrat dan dibandingkan dengan kadar glukosa standar dalam jumlah tertentu (Hallfrisch dan Behall, 2013). Perhitungan luas area di bawah kurva respon glukosa dihitung menggunakan metode trapezoid (Lampiran 12c). Hal ini sejalan dengan penelitian

Ro'fah (2013), bahwa luas area di bawah kurva respon glukosa dihitung menggunakan metode trapezoid secara manual dan menggunakan program Microsoft Excel. Hasil pengujian rata-rata indeks glikemik dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Rata-rata Indeks Glikemik Beras Analog Terbaik Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%.

Nilai IG	Kategori
51,56	Rendah

Berdasarkan Tabel 8, hasil yang diperoleh pada nilai rata-rata IG beras analog terbaik perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10% yaitu sebesar 51,56 dengan kisaran IG rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai IG beras analog yang diperoleh lebih rendah apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Wahjuningsih (2019) sebesar 74 yang menggunakan bahan baku tepung mocaf, tepung umbi garut dan tepung kacang merah dan Kurniawati *et al.* (2015) sebesar 54 yang menggunakan bahan baku tepung jagung, tepung kedelai dan sagu serta hampir setara dengan hasil penelitian Noviasari *et al.* (2015) sebesar 50 dengan penggunaan bahan baku tepung jagung putih dan tepung kedelai. Menurut Atkinson *et al.* (2008), berdasarkan respon glikemiknya, bahan pangan dikelompokkan menjadi IG rendah yang memiliki rentang nilai <55, IG sedang yang memiliki rentang nilai 55-70 dan IG tinggi yang memiliki rentang nilai >70. Rendahnya nilai IG dari beras analog yang dihasilkan diduga disebabkan karena penggunaan bahan baku yang digunakan memiliki nilai IG yang relatif rendah. Hal ini sejalan dengan pernyataan Lestari *et al.* (2017), bahwa umbi garut merupakan salah satu tanaman sumber karbohidrat dan serat yang cukup tinggi dengan nilai IG yang rendah (14). Selain itu, menurut Rimbawan dan Siagian (2004), singkong juga memiliki nilai IG yang rendah yaitu 46, begitupun dengan produk turunannya seperti tepung mocaf.

Kategori pangan dengan IG rendah ditandai dengan proses pencernaan, laju pengosongan lambung serta penyerapan glukosa pada usus kecil yang lebih lambat sehingga mengakibatkan fluktuasi kadar glukosa darah relatif rendah. Berdasarkan hal tersebut, terdapat beberapa faktor yang dapat mengakibatkan proses pencernaan karbohidrat menjadi lebih lambat sehingga mampu menghasilkan kategori pangan dengan IG rendah diantaranya yaitu kandungan protein dan lemak, perbandingan amilosa dan amilopektin, kandungan serat serta proses pengolahan. Menurut Alsaffar (2011), kandungan protein dan lemak mampu membentuk matriks dengan amilosa sehingga menyebabkan laju pengosongan lambung lebih lambat dan daya cerna bahan pangan menurun. Hal ini disebabkan karena amilosa merupakan polimer glukosa yang memiliki struktur tidak bercabang sehingga mudah berikatan membentuk struktur yang lebih kompak melalui ikatan hidrogen. Struktur tersebut mengakibatkan amilosa menjadi lebih sulit dihidrolisis oleh enzim pencernaan sehingga daya cerna pati menjadi rendah. Selain itu, serat pangan juga dapat membentuk matriks yang berada di luar granula sehingga mampu menghambat proses pencernaan karbohidrat. Serat pangan terutama serat pangan larut dapat menurunkan respon glukosa darah disebabkan karena adanya peningkatan viskositas di dalam lambung sehingga laju pengosongan lambung maupun usus mengalami penurunan jumlah karbohidrat yang dapat dicerna dan gula sederhana yang dapat diserap. Hal ini didukung oleh pernyataan Sadek *et al.* (2016), bahwa selain memberikan rasa kenyang yang lebih lama dan memperlambat proses pencernaan di

dalam usus, serat pangan larut juga mampu memperlambat laju peningkatan kadar glukosa darah.

Proses pengolahan dalam pembuatan beras analog hingga menjadi nasi analog terdiri dari pencampuran bahan baku, pengukusan adonan, ekstrusi dan pengeringan serta pemasakan beras ekstrudat. Proses pengolahan tersebut juga akan mempengaruhi karakteristik fisik maupun kimia beras analog yang dihasilkan sehingga proses pengolahan harus dilakukan dengan baik dan cermat karena dapat menentukan kandungan gizi, kualitas tanak maupun sensori dari nasi analog. Menurut Herawati (2011), proses produksi yang optimal dapat membentuk kompleks amilosa dan lemak sehingga dapat meningkatkan pati tahan cerna atau yang dikenal dengan istilah pati resisten pada produk ekstrusi. Noviasari *et al.* (2017), menyatakan bahwa pati resisten memiliki daya cerna yang lambat sehingga pelepasan glukosa yang terjadi juga berlangsung lambat. Pati resisten juga termasuk ke dalam serat pangan tidak larut, tetapi mempunyai sifat seperti halnya serat pangan larut. Pati resisten akan melepaskan energi pada usus halus dalam bentuk glukosa yang kemudian difermentasi di dalam usus besar. Selain itu, pati resisten menghasilkan energi dengan proses yang cukup lambat sehingga tidak segera diserap dalam bentuk glukosa. Pati resisten merupakan pati yang tahan terhadap hidrolisis enzim pencernaan karena mempunyai struktur molekul yang kompak dan granula pati yang mampu mencegah kerusakan struktur pati sehingga peningkatan kadar glukosa di dalam darah menjadi lambat (Fatturrizqiah dan Panunggal, 2015). Selain itu, faktor lain yang dapat mempengaruhi proses pencernaan kadar glukosa juga dapat disebabkan oleh pembentukan kristalin saat bahan pangan yang dikonsumsi telah mengalami proses retrogradasi sehingga membuat proses pencernaan pati akan lebih sulit dicerna.

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

1. 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).
2. Karakteristik sifat fisik beras analog dari tepung umbi garut dan tepung mocaf terdiri dari nilai densitas kamba yaitu sebesar 0,3984-0,4360 g/mL, daya serap air yaitu sebesar 64,56-65,01%, daya pengembangan yaitu sebesar 6,00-8,33% dan waktu pemasakan yaitu 9-10 menit. Karakteristik sifat kimia formulasi beras analog terbaik pada perbandingan tepung umbi garut dan tepung mocaf 90:10% yang ditentukan berdasarkan tingkat kesukaan rasa tertinggi dari analisis sensori terdiri dari kadar air 7,89%, kadar abu 1,87%, kadar protein 6,19%, kadar lemak 1,93%, kadar karbohidrat 82,10% dan kadar serat kasar 2,91%.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu sebaiknya pengujian analisis proksimat dilakukan juga pada sampel nasi analog dan menggunakan cetakan pada mesin ekstruder yang lebih menyerupai bentuk bulir beras konvensional serta sebaiknya dilakukan proses *blanching* agar warna beras analog yang dihasilkan juga lebih menyerupai beras konvensional.

Daftar Pustaka

- Adelina, F., T. Estiasih, T. D. Widyaningsih dan Harijono. 2019. Beras Tiruan Berbasis Ubi Kayu : Studi Kepustakaan. *Jurnal Teknologi Pertanian* 20(1): 11-24.
- Afandi, F. A., C. H. Wijaya, D. N. Faridah dan N. E. Suyatma. 2019. Hubungan Antara Kandungan Karbohidrat dan Indeks Glikemik pada Pangan Tinggi Karbohidrat. *Artikel Ilmiah*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Alsaffar, A. A. 2011. Effect of Food Processing on the Resistant Starch Content of Cereals and Cereal Products – A Review. *International Journal of Food Science Technology* 46(3): 455-462. [https://doi.org/10.1111.j.1365-2621.2010.02529.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02529.x)
- Amaliyah, A. 2015. Uji Indeks Glikemik Umbi Talas Ungu (*Colocasia esculenta* L.) dan Umbi Talas Jepang (*Colocasia esculenta* Var *Antiquorum*) pada Mencit Jantan (*Mus musculus*). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Makassar.
- Ardhyatama, V. W. 2019. Pengaruh Penambahan Tepung Porang dan Substitusi Tepung Garut terhadap Karakteristik Fisik, Kimia dan Tingkat Kesukaan Mi Basah. *Skripsi*. Universitas Mercu Buana Yogyakarta. Yogyakarta.
- Arif, A. B., A. Budiyanto dan Hoeruddin. 2013. Nilai Indeks Glikemik Produk Pangan dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya. *Jurnal Litbag Pert* 32(3): 91-99.
- Arifin, M. 2011. Pengeringan Keripik Umbi Iles-iles secara Mekanik untuk Meningkatkan Mutu Keripik Iles-iles. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist*. The Association of Official Analytical Chemist : Arlington, Virginia, USA.
- Astawan, M. 2014. *Evaluasi Nilai Gizi Pangan*. Universitas Terbuka : Jakarta. pp 1-44.
- Atkinson, F. S., K. Foster-Powell and J. C. Rand-Miller. 2008. International Table of Glycemic Indeks and Glycemic Load Values. *Journal Diabetes Car* 31: 2281-2283. <https://doi.org/10.2337/dc08-1239>
- Atmaka, W., E. Nurhartadi dan M. M. Karim. 2013. Pengaruh Penggunaan Campuran Karagenan dan Konjak terhadap Karakteristik Permen Jelly Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Jurnal Teknosains Pangan* 2(2): 66-74.
- Bendri, P. D. 2019. Pengaruh Komposisi Tepung Mocaf dan Labu Kuning Terhadap Karakteristik Nugget Mocaf Labu Kuning. *Skripsi*. Poltekkes Kemenkes Denpasar. Denpasar.
- Budi, F. S., P. Hariyadi, S. Budijanto dan D. Syah. 2013. Teknologi Proses Ekstrusi untuk Membuat Beras Analog. *Jurnal Pangan* 22(3): 263-274.
- Budijanto, S. 2014. Beras Analog sebagai Vehicle Penganekaragaman Pangan. *Orasi Ilmiah*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Budijanto, S., Y. I. Andri, D. N. Faridah dan S. Noviasari. 2017. Karakteristik Kimia dan Efek Hipoglikemik Beras Analog Berbahan Dasar Jagung, Sorgum dan Sagu Aren. *Jurnal Agritech* 17(4): 402-409.

- Budiyanto, S. dan Yulianti. 2012. Studi Persiapan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) dan Aplikasinya pada Pembuatan Beras Analog. *Jurnal Teknologi Pertanian* 13(3): 177-186.
- Bui, L. T. T., R. A. Coad and R. A. Stanley. 2018. Properties of Rehydrated Freeze Dried Rice as a Function of Processing Treatments. *Journal LWT – Food Science and Technology* 91: 143-150. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.039>
- Boediono, M. P. A. D. R. 2012. Pemisahan dan Pencirian Amilosa dan Amilopektin Dari Pati Jagung dan Pati Kentang pada Berbagai Suhu. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Chen, Y. J., F. H. Sun, S. H. Wong and H. J. Huang. 2010. Glycemic Indeks and Glycemic Load of Selected Chinese Traditional Foods. *World Journal Gastroentology* 16(12): 1512-1517. <https://dx.doi.org/10.3748/wjg.v16.i12.1512>
- Chua, M., K. Chan, T. J. Hocking, P. A. Williams, C. J. Perry and T. C. Baldwin. 2012. Methodologies for The Extraction and Analysis of Konjac Glucomannan from Corms of *Amorphophallus Konjac* K. Koch. *Journal Carbohydr Polym* 87(2): 202-210. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.10.053>
- Damat, R. A. Natazza dan V. A. Wahyudi. 2020. Kajian Pembuatan Beras Analog Berbasis Tepung Komposit dengan Penambahan Konsentrasi Bubur Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) dan Gliserol Monostearat. *Research Artikel* : 174-187. <https://doi.org/10.22219/fths.v3i2>
- Damayanti, D. A. (2014). Kajian Kadar Serat, Kalsium, Protein, dan Sifat Organoleptik Chiffon Cake Berbahan Mocaf Sebagai Alternatif Pengganti Terigu. *Jurnal Teknologi dan Kejuruan* 37(1): 73-82.
- Darmanto, Y. S., P. H. Riyadi dan S. Susanti. 2017. *Beras Analog Super*. Undip Press Semarang : Semarang.
- Diniyah, N., A. Subagio, R. N. L. Sari dan N. Yuwana. 2018. Sifat Fisikokimia dan Fungsional Pati dari Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Varietas Kaspro dan Cimanggu. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian* 15(2): 80-90.
- Diyah, N. W., A. Ambarwati, G. M. Warsito, G. Niken, E. T. Heriwiyan, R. Windysari, D. Prismawan, R. F. Hartasari dan Purwanto. 2016. Evaluasi Kandungan Glukosa dan Indeks Glikemik Beberapa Sumber Karbohidrat dalam Upaya Penggalan Pangan Berindeks Glikemik Rendah. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia* 3(2): 67-73.
- Ega, L., C. G. C. Lopulalan dan F. Meiyasa. 2016. Kajian Mutu Karaginan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Berdasarkan Sifat Fisiko-Kimia pada Tingkat Konsentrasi Kalium Hidroksida (KOH) yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 5(2): 38-44.
- Eni, L. 2018. Hubungan Tingkat Pengetahuan, Nilai Indeks Glikemik Makanan dan Aktifitas Fisik dengan Kadar Gula Darah Puasa pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 di Puskesmas Kedungmundu Kota Semarang. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang.
- Fatturizqiah, R. dan B. Panunggal. 2015. Kandungan Pati Resisten, Amilosa dan Amilopektin Snack Bar Sorgum sebagai Alternatif Makanan Selingan Bagi Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2. *Journal of Nutrition College* 4(2): 562-569.

- Fransicka, C. Y. 2015. Pembuatan dan Uji Karakteristik Fisik Beras Analog dengan Bahan Baku Tepung Cassava yang Diperkaya dengan Protein Ikan Tuna. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung.
- Foster-Powell, K. F., S. H. A. Holt and J. C. B. Miller. 2002. International Table of Glycemic Index and Glycemic Load Values. *Journal Am J Clin Nutr* 76(1): 5-58. <https://doi.org/10.1093/ajcn/76.1.5>
- Ginting, E., J. Utomo, R. Yulifianti dan M. Jusuf. 2011. Potensi Ubi Jalar Ungu sebagai Pangan Fungsional. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan* 6(1): 116-138.
- Gusman. 2013. *Modul Penanganan Mutu Fisis (Pengujian Organoleptik)*. Universitas Muhammadiyah Semarang: Semarang.
- Hallfrisch, J. and K. M. Behall. 2013. Mechanisms of The Effects of Grains in Insulin and Glucose Responses. *Journal of The American College of Nutrition* 19(3): 320S-325SS. <https://doi.org/10.1080/07315724.2000.10718967>
- Hamidah, N., Riyanto dan E. T. Uji. 2019. Kualitas Sensori, Ukuran Pori, Indeks Glikemik dan Beban Glikemik Roti Tawar Substitusi Tepung Singkong (*Manihot esculenta*) dan Tepung Tempe. *Jurnal Media Gizi Indonesia* 14(2): 154-163.
- Handayani, L. 2014. Indeks Glikemik dan Beban Glikemik *Vegetable Leather Brokoli* (*Brassica oleracea* var. *Italica*) dengan Substitusi Inulin. Artikel Penelitian. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Handayani, N. A., H. Santoso dan H. Kusumayanti. 2014. Fortifikasi Inorganik Zink pada Tepung Ubi Jalar Ungu sebagai Bahan Baku Bubur Bayi Instan. *Jurnal Reaktor* 15(2): 111-116.
- Haliza, W., E. Y. Purwani dan S. Yuliani. 2006. Evaluasi Kadar Pati Tahan Cerna dan Nilai Indeks Glikemik Mi Sagu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan XVII*(2): 149-152.
- Hayatri, T. E. 2019. Pengaruh Rasio Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) dan Bubuk Ampas Kelapa (*Cocos nucifera* L.) terhadap Beberapa Karakteristik *Puffed Snack*. *Skripsi*. Universitas Padjajaran. Jatinangor.
- Hartono, T. R. E. 2018. Pengaruh Penambahan Daun Singkong Kering terhadap Karakteristik Fisikokimia Ekstrudat Berbasis Beras Merah. *Skripsi*. Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang.
- Herawati, H. 2015. Optimasi Proses, Profil Isotermis Sorpsi Air dan Analisis Termal Beras Tiruan Instan. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Herawati, H. 2011. Potensi Pengembangan Produk Pati Tahan Cerna sebagai Pangan Fungsional. *Jurnal Litbang Pertanian* 30(1): 31-39.
- Herawati, H. dan S, Widowati. 2016. Karakteristik Beras Mutiara dari Ubi Jalar (*Ipomea batatas*). *Jurnal Buletin Teknologi Pasca Panen* 5(1): 37- 44.
- Hidayat, B., S. Akmal dan B. Sahada. 2016. Penambahan Tapioka untuk Memperbaik Kualitas Tanak Beras Analog Metode Granulasi dalam Rangka Pengembangan Pangan Fungsional Berbasis Bahan Lokal. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung*. 241-249.
- Hoeruddin. 2012. Indeks Glikemik Buah dan Implikasinya dalam Pengendalian Kadar Glukosa Darah. *Jurnal Buletin Teknologi Pertanian* 8(2): 80-98.
- Imeson, A. 2010. *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agent*. Wiley Blackwell. India. pp: 73-79.

- Indrasari, S. D. 2019. Faktor yang Mempengaruhi Indeks Glikemik Rendah pada Beras dan Potensi Pengembangannya Di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian* 38(2): 105-113.
- Indrastati, N dan G. Anjani. 2016. *Snack Bar* Kacang Merah dan Tepung Umbi Garut sebagai Alternatif Makanan Selingan dengan Indeks Glikemik Rendah. *Journal of Nutrition College* 5(4): 546-554.
- Irmawati, F. M., D. Ishartani dan D. R. Affandi. 2014. Pemanfaatan Tepung Umbi Garut (*Maranta Arundinaceae* L.) sebagai Pengganti Terigu dalam Pembuatan Biskuit Tinggi Energi Protein dengan Penambahan Tepung Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Jurnal Teknosains Pangan* 3(1): 3-14.
- Jannah, M., Tamrin, C. Sugianti dan Warji. 2015. Pembuatan dan Uji Karakteristik Fisik Beras Analog Berbahan Baku Tepung Singkong yang Diperkaya dengan Protein Udang. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* 4(1): 51-56.
- Jenkins, D. J. A., T. M. S. Wolever, R. H. Taylor, H. Barker, H. Fielden, J. M. Baldwin, A. C. Bowling, H. C. Newman, A. L. Jenkins and D. V. Goff. 1981. Glycemic Indeks of Foods: A Physiological Basis for Carbohydrate Exchange. *Journal Clin Nutr* 34: 362-366. <https://doi.org/10.1093/ajcn/34.3.362>
- Juwita, Z. 2012. Formulasi dan Nilai Indeks Glikemik Cookies Ganyong (*Canna edulis Kerr.*). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Karneta, R., A. Rejo, G. Priyanto dan R. Pambayun. 2014. Profil Gelatinisasi Formula Pempek “Lenjer”. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 25(1): 13-22.
- Kaya, A. O., A. Suryani, J. Santoso dan S. M. Rusli. 2015. Karakteristik dan Struktur Mikro Gel Campuran *Semirefined Carrageenan* dan Glukomanan. *Jurnal Kimia dan Kemasan* 37(1): 19-28.
- Kementan. 2019. *Data dan Informasi Profil Konsumsi Padi-Padian Kapita Per Tahun*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia : Jakarta.
- Kharisma, T., N. D. Yuliana and S. Budijanto. 2014. The Effect of Coconut Pulp (*Cocos nucifera* L.) Addition to Cassava Based Analogue Rice Characteristics. *The 16th Food Innovation Asia Conference* : Thailand.
- Khasanah, U. 2016. Karakteristik Fisiko-Kimia Bolu Kukus Tepung Umbi Garut yang Diperkaya Protein Tepung Kacang Gude (*Cajanus cajan*). *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- Kurniasari, I., F. Kusnandar dan S. Budijanto. 2020. Karakteristik Fisik Beras Analog Instan Berbasis Tepung Jagung dengan Penambahan k-Karagenan dan Konjak. *Jurnal Agritech* 40(1): 64-73.
- Kusnandar, F. 2010. *Kimia Pangan Komponen Makro*. Dian Rakyat: Jakarta.
- Kurniawan, A., Estiasih dan N. I. P. Nurgrahini. 2015. Mie dari Umbi Garut (*Maranta arundinacea* L.) Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(3): 847-854.
- Kurniawati, M. 2013. Stabilitas Bekatul dan Penerapannya pada Beras Analog. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kurniawati, M., S. Budijanto dan N. D. Yuliana. 2015. Karakterisasi dan Indeks Glikemik Beras Analog Berbahan Dasar Tepung Jagung. *Jurnal Gizi Pangan* 11(3): 169-174.
- Lestari, L. A., E. Huriyati and Y. Marsono. 2017. The Development of Low Glycemic Indeks Cookie Bars From Foxtail Millet (*Setaria italica*), Arrowroot (*Maranta arundinacea*)

- Flour and Kidney Beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Food Science and Technology* 54: 1406-1413. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2552-5>
- Lumba, R. 2013. Kajian Pembuatan Beras Analog Berbasis Tepung Umbi Daluga (*Cyrtosperma merkusii* (Hassk) Schott). *Skripsi*. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Loebis, E. H., L. Junaidi dan I. Susanti. 2017. Karakteristik Mutu dan Nilai Gizi Nasi Mocaf dari Beras Analog. *Jurnal Bioproporal Industri* 8(1): 33-46.
- Lopulalan, C. G. C. 2016. Pengaruh Tepung Ketan terhadap Sifat Kimia Dodol Tepung Biji Durian (*Durio zibethinus* Murr.). *Jurnal Agroforesti* 11(3): 195-204.
- Mamuaja, C. F. dan J. C. E. Lamaega. 2015. Pembuatan Beras Analog dari Ubi Kayu, Pisang Goroho dan Sagu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* 3(2): 8-14.
- Marsh, K., A. Barclay and S. Colagiuri. 2011. Glycemic Indeks and Glycemic Load of Carbohydrates in the Diabetes Diet. *Journal Cuarr Diab Rep* 11: 20-27. <https://doi.org/10.1007/s11892-010-0173-8>
- Marthur, N. K. 2012. *Industrial Galactomannan Polysaccharides*. Boca Raton: CRC Press.
- Maulana, A. 2016. Analisis Parameter Mutu dan Kadar Flavonoid pada Produk Teh Hitam Celup. *Skripsi*. Universitas Pasundan. Bandung.
- Mishra, A., H. N. Mishra and P. S. Rao. 2012. Preparation of Rice Analogue Using Extrusion Technology. *International Journal of Food Science and Technology* 47: 1789-1797. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03035.x>
- Nanta, A. M. 2017. Pengaruh *Humidity* dan Waktu Pengeringan terhadap Laju Pengeringan dan Kualitas Karagenan dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) dengan Media Pengering Oven. *Thesis*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Naligar, A. P. 2016. Formulasi dan Karakterisasi Puding Instan dengan Perbandingan Bahan Pembentuk Gel Kappa Karagenan dan Glukomanan. *Skripsi*. Universitas Pakuan. Bogor.
- Nazhifah, M. 2018. Karakteristik Sifat Fisikokimia dan Fungsional Beras Analog Berbahan Baku Tepung Komposit dari Jagung, Sagu, Sorgum dan Ubi Kayu. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Normasari, R. Y. 2010. Kajian Penggunaan Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) sebagai Substitusi Terigu yang Difortifikasi dengan Tepung Kacang Hijau dan Prediksi Umur Simpan Cookies. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Nurhayati, A., R. Rimbawan, F. Anwar dan A. Winarto. 2019. Potensi Penggunaan Metode in Vitro dalam Memperkirakan Peningkatan Indeks Glikemik in Vivo pada Beberapa Varietas Beras yang Dimasak. *Indonesian Journal of Human Nutrition* 6(2): 119-138.
- Noviasari, S., F. Kusnandar, A. Setiyono dan S. Budijanto. 2017. Karakteristik Fisik, Kimia dan Sensori Beras Analog Berbasis Bahan Pangan Non Beras. *Artikel Ilmiah*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Noviasari, S., F. Kusnandar, A. Setiyono dan S. Budijanto. 2015. Beras Analog sebagai Pangan Fungsional dengan Indeks Glikemik Rendah. *Jurnal Gizi Pangan* 10(3) : 225-232.
- Noviasari, S., F. Kusnandar, A. Setiyono dan S. Budijanto. 2013. Pengembangan Beras Analog dengan Memanfaatkan Jagung Putih. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan* 24(2): 194-200.

- Oku, Tsuneyuki, N. Mariko and N. Sadako. 2010. Consideration of The Validity of Glycemic Indeks Using Blood Glucose and Insulin Levels and Breath Hydrogen. *Journal Diabetes Melitus* (2): 88-94. <https://doi.org/10.1016/j.ijdm.2010.05.004>
- Olva, R. 2016. Pengukuran Indeks Glikemik Bubur Campuran Jagung Manis (*Zea Mays saccharata*) dengan Kacang Hijau (*Vigna radiata*). *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Philips, G. O. and P. A. Williams. 2009. *Handbook of Hydrocolloids (Second Edition)*. Woodhead Publishing Limited. Washington. pp: 77-80. <https://doi.org/10.1533/9781845695873.1>
- Pinasthi, S. T. 2017. Pengaruh Komposisi Gula Semut Kelapa dan Gula Tebu terhadap Karakter Fisik, Kimiawi dan Organoleptik *Hard Candy*. *Skripsi*. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- Pratiwi, M. S. 2019. Karakteristik Fisikokimia Pati Garut (*Maranta Arundinacea* L.) yang Dimodifikasi dengan Metode Ozonisasi. *Skripsi*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Prihastuti, D. dan M. Abdassah. 2019. Karagenan dan Aplikasinya di Bidang Farmasi. *Majalah Farmasetika* 4(5): 146-154.
- Putri, N. A., H. Herlina dan A. Subagio. 2018. Karakteristik Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Berdasarkan Metode Penggilingan dan Lama Fermentasi. *Jurnal Agroteknologi* 12(01): 79-89.
- Ramadhan, A. G. 2019. Pengaruh Perbandingan Tepung Iles-iles (*Amorphopallus muelleri Blume*) dengan Tepung Kacang Hijau (*Phaseolus radhiatus* L) dan Konsentrasi Kuning Telur terhadap Karakteristik Cookies. *Skripsi*. Universitas Pasundan. Bandung.
- Ramadhani, L. S. 2017. Pengaruh Penambahan Ekstrak Kulit Nanas (*Ananas comosus* Merr.) dan Lama Fermentasi terhadap Karakteristik Tepung Mocaf. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Ratnaduhita, A. 2019. Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Beras Analog “Gatot Kaca” dari Gatot dan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) dengan Variasi Konsentrasi CMC (*Carboxymethyl Cellulose*). *Skripsi*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ratnaningsih, N., M. Nugraheni, T. H. W. Handayani dan I. Chayati. 2010. Teknologi Pengolahan Pati Garut dan Diversifikasi Produk Olahannya dalam Rangka Peningkatan Ketahanan Pangan. *Jurnal Inotek* 14(2): 192-207.
- Rauf, R. dan D. Sarbini. 2015. Daya Serap Air sebagai Acuan untuk Menentukan Volume Air dalam Pembuatan Adonan Roti Dari Campuran Tepung Terigu dan Tepung Singkong. *Jurnal Agritech* 35(1): 324-330.
- Rimbawan. 2007. *Pengembangan Teknologi Pengolahan Beras Rendah Indeks Glikemik*. Rublik Teknologi Edisi 48 IPB : Bogor.
- Rimbawan dan R. Nurbayani. 2013. Nilai Indeks Glikemik Produk Olahan Gembili (*Dioscorea esculenta*). *Jurnal Gizi dan Pangan* 8(2): 145-150.
- Rimbawan dan Siagian. 2004. *Indeks Glikemik Pangan, Cara Mudah Memilih Pangan yang Menyehatkan*. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Robin, F., H. P. Schuchmann dan S. Palzer. 2012. Djetary Fiber in Extruded Cereals: Limitations and Opportunities. *Journal Trends in Food Science & Technology* 28: 23-32. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.06.008>

- Ro'fah, S. 2013. Indeks Glikemik Donat dengan Beberapa Jenis *Topping*. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Rohmah, S., Y. S. Darmanto, L. Rianingsih. 2019. Penambahan Nanokalsium Dari Jenis Tulang Ikan yang Berbeda terhadap Karakteristik Beras Analog dari Tepung Umbi Garut (*Maranta arundinacea*) dan Tepung *Gracilaria verrucosa*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian* 1(2): 1-11.
- Rosady, D. A. 2016. Kestabilan Emulsi, Kadar Gula, Kadar Protein dan Aktivitas Antioksidan Yogurt Bubuk Berperisa Buah Nangka dengan Jumlah Karagenan yang Berbeda. *Skripsi*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Rumitasari, A. 2020. Formulasi Beras Analog Berbasis Jagung Putih (*Zea mays ceratina*) dan Kacang Hijau (*Vigna radiate* L.) sebagai Makanan Pokok Alternatif dalam Menunjang Penyediaan Gizi Lengkap. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Rusmono M. dan Z. Nasution. 2014. *Modul 1 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku Industri*. Universitas Terbuka. Tangerang Selatan.
- Sadek, N. F., N. D. Yuliana, E. Prangdimurt, B. P. Priyosoeryanto dan S. Budijanto. 2016. Potensi Beras Analog sebagai Alternatif Makanan Pokok untuk Mencegah Penyakit Degeneratif. *Jurnal Pangan* 25(1): 61-70.
- Santika, I. G. P. N. A. 2016. Pengukuran Tingkat Kadar Lemak Tubuh Melalui *Jogging* Selama 30 Menit Mahasiswa Putra Semester IV FPOK IKIP PGRI Bali Tahun 2016. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi* 1(1): 89-98.
- Santosa, H., N. A. Handayani, A. D. Fauzi dan A. Trisanto. 2018. Pembuatan Beras Analog Berbahan Dasar Tepung Sukun Termodifikasi *Heat Moisture Treatment*. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia* 3(1): 37-45.
- Santosa, B. A. S., Sudaryono dan S. Widowati. 2006. Karakteristik Ekstrudat Beberapa Varietas Jagung dengan Penambahan Akuades. *Jurnal Pascapanen* 3(2): 96-107.
- Septianingrum, E., Liyanan dan B. Kusbiantoro. 2016. Review Indeks Glikemik Beras: Faktor-faktor yang Mempengaruhi dan Keterkaitannya terhadap Kesehatan Tubuh. *Jurnal Kesehatan* 1(1): 1-9.
- Setiawati, N. P., J. Santoso dan S. Purwaningsih. 2014. Karakteristik Beras Tiruan dengan Penambahan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) sebagai Sumber Serat Pangan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 6(1): 197-208.
- Shadiq, R. K. 2010. Karakteristik Sifat Fisikokimia Produk Ekstrusi Berbasis Jewawut. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Siregar, N. S. 2014. Karbohidrat. *Jurnal Ilmu Keolahragaan* 13(2): 38-44.
- SNI. Standar Nasional Indonesia. 2011. *Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) SNI 01-7622-2011*. Badan Standarisasi Nasional Indonesia: Jakarta.
- SNI. Standar Nasional Indonesia. 2008. *Beras SNI 01-6128-2008*. Badan Standarisasi Nasional Indonesia: Jakarta.
- Spiraliga, R. R., Y. S. Darmanto dan U. Amalia. 2017. Karakteristik Nasi Analog Tepung Mocaf dengan Penambahan Tepung Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* dan Tiga Jenis Kolagen Tulang Ikan. *Jurnal Peng dan Biotek* 6(1): 1-10.
- Subagio, A. 2007. *Industrialisasi Modified Cassava Flour (MOCAF) sebagai Bahan Baku Industri Pangan untuk Menunjang Diversifikasi Pangan Pokok Nasional*. Majalah Trubus Edisi Agustus 2009.

- Subarna, T. Muhandri, B. Nurtama dan A. S. Firlieyanti. 2012. Peningkatan Mutu Mi Kering Jagung Dengan Penerapan Kondisi Optimum Proses dan Penambahan Monogliserida. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan XXIII*(2): 146-152.
- Supriyantini, E., G. W. Santosa dan A. Dermawan. 2017. Kualitas Ekstrak Karaginan dari Rumput Laut “*Kappaphycus alvarezii*” Hasil Budidaya Di Perairan Pantai Kartini dan Pulau Kemojan Karimunjawa Kabupaten Jepara. *Jurnal Buletin Oseanografi Marina* 6(2): 88-93.
- Sutanto, A. K. 2015. Pembuatan Bulir Beras Tiruan dari Tepung Sagu dengan Penambahan Tepung Rosella. *Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Syaharul, N. F. 2017. Pengaruh Peningkatan Jumlah Protein dalam Mixed Meal terhadap Indeks Glikemik dengan Alat Ukur Menggunakan Glukometer. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Trinidad, T., A. C. Mallillin, R. S. Sagum and R. R. Encabo. 2010. Glycemic Indeks of Commonly Consumed Carbohydrate Foods in The Philippines. *Journal Functional Foods* 2: 271-274. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2010.10.002>
- USDA. United States Department of Agriculture. 2019. *National Nutrient Data Base for Standard Reference Arrowroot (Maranta arundinacea)*. <https://www.nutrition-and-you.com/arrowroot.html>
- Venn, B. J. and T. J. Green. 2007. Glycemic Index and Glycemic Load: Measurement Issues and Their Effect on Diet-disease Relationships. *European Journal Clinical Nutrition* 61(1): 121-131. <https://doi:10.1038/sj.ejcn.1602942>
- Venugopal, V. 2016. *Marine Polysaccharides: Food Applications*. CRC Press. New York. pp: 111-115.
- Wahjuningsih, S. B. 2019. Kajian Indeks Glikemik Beras Analog Berbasis Tepung Mocaf, Tepung Garut dan Tepung Kacang Merah. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 3(2): 152-158.
- Wahjuningsih, S. B. and S. Susanti. 2018. Chemical, physical and sensory characteristics of analog rice developed from the mocaf, arrowroot and red bean flour. *Journal IOP Conf. Series Earth and Environmental Science* 102: 1–10. <https://doi.org/doi:10.1088/1755-1315/102/1/012015>
- Widara, S. S. 2012. Studi Pembuatan Beras Analog dari Berbagai Sumber Karbohidrat Menggunakan Teknologi *Hot Extrusion*. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wijayanti. 2007. Substitusi Tepung Gandum (*Triticum aestivum*) dengan Tepung Garut (*Maranta arundinaceae* L.) pada Pembuatan Roti Tawar. *Skripsi*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Winarti, S., S. Djajati, R. Hidayat dan L. Jilian. 2018. Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan Beras Analog dari Tepung Komposit (Gadung, Jagung, Mocaf) dengan Penambahan Pewarna Angkak. *Jurnal Reka Pangan* 12(1): 27-40.
- Wulandari, E., F. S. P. Sihombing, E. Sukarminah dan M. Sunyoto. 2019. Karakterisasi Sifat Fungsional Isolat Protein Biji Sorgum Merah (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Varietas Lokal Bandung. *Jurnal Chimica et Natura Acta* 7(1): 14-19.
- Wulandari, A. S. 2017. Pengaruh Yogurt Konjac terhadap Kadar LDL pada *Rattus norvegicus* Diabetes. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.

- Yanuartono, H. Purnamaningsih, A. Nururrozi dan S. Indarjulianto. 2017. Saponin : Dampak terhadap Ternak (Ulasan). *Jurnal Peternakan Sriwijaya* 6(2): 79-90.
- Yudanti, Y. R., S. Waluyo dan Tamrin. 2015. Pembuatan Beras Analog Berbahan Dasar Tepung Pisang (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* 4(2): 117-126.
- Yurni, A. F. dan T. Sinaga. 2014. Pengaruh Pendidikan Gizi terhadap Pengetahuan dan Praktik Membawa Bekal Menu Seimbang Anak Sekolah Dasar. *Jurnal Media Gizi Indonesia* 11(2): 183-190.
- Zahro, C. dan F. C. Nisa. 2015. Pengaruh Penambahan Sari Anggur dan Penstabil terhadap Karakteristik Fisik, Kimia dan Organoleptik Es Krim. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 4(3): 1481-1491.
- Zarazoga, E. F., M. J. Navarrete, E. S. Zapata dan J. A. Alvarez. 2010. Resistent Starch as Functional Ingredient: A Review. *Food Research International* 43(4): 931-941. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.02.004>

Lampiran

Lampiran 1. Lembar Surat Rekomendasi Persetujuan Etik.



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
KOMITE ETIK PENELITIAN KESEHATAN**

Sekretariat :

Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Makassar 90245, Telp. (0411) 585658, 516-005,
Fax (0411) 586013E-mail : kepckfmuh@gmail.com, website : www.fkm.unhas.ac.id

REKOMENDASI PERSETUJUAN ETIK
Nomor **9213/UN4.14.1/TP.01.02/2020**

Tanggal : 23 November 2020

Dengan ini Menyatakan bahwa Protokol dan Dokumen yang Berhubungan dengan Protokol berikut ini telah mendapatkan Persetujuan Etik :

No.Protokol	91120091079	No. Sponsor Protokol	
Peneliti Utama	Lu'ul UI Marjan	Sponsor	Pribadi
Judul Peneliti	Pembuatan dan Karakterisasi Beras Analog Berindeks Glikemik Rendah dari Umbi Garut (<i>Maranta arundinacea L.</i>) sebagai Alternatif Pangan Fungsional		
No.Versi Protokol	1	Tanggal Versi	9 November 2020
No.Versi PSP	1	Tanggal Versi	9 November 2020
Tempat Penelitian	Universitas Hasanuddin		
Judul Review	<input checked="" type="checkbox"/> Exempted <input type="checkbox"/> Expedited <input type="checkbox"/> Fullboard	Masa Berlaku 23 November 2020 sampai 23 November 2021	Frekuensi review lanjutan
Ketua Komisi Etik Penelitian	Nama : Prof.dr.Veni Hadju,M.Sc,Ph.D	Tanda tangan 	Tanggal 23 November 2020
Sekretaris komisi Etik Penelitian	Nama : Nur Arifah,SKM,MA	Tanda tangan 	Tanggal 23 November 2020

Kewajiban Peneliti Utama :

1. Menyerahkan Amendemen Protokol untuk persetujuan sebelum di implementasikan
2. Menyerahkan Laporan SAE ke Komisi Etik dalam 24 Jam dan dilengkapi dalam 7 hari dan Laporan SUSAR dalam 72 Jam setelah Peneliti Utama menerima laporan
3. Menyerahkan Laporan Kemajuan (progress report) setiap 6 bulan untuk penelitian resiko tinggi dan setiap setahun untuk penelitian resiko rendah
4. Menyerahkan laporan akhir setelah Penelitian berakhir
5. Melaporakn penyimpangan dari protocol yang disetujui (protocol deviation/violation)
6. Mematuhi semua peraturan yang ditentukan

Lampiran 2. Lembar Penjelasan Penelitian.

LEMBAR PENJELASAN PENELITIAN

Perkenalkan saya **Lu'lu UI Marjan**, Mahasiswa (S1) Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Hasanuddin, Makassar bermaksud untuk meminta ketersediaan Bapak/Ibu dalam membantu memberikan data/informasi terkait dengan penelitian saya yang berjudul **“Pembuatan dan Karakterisasi Beras Analog Berindeks Glikemik Rendah dari Umbi Garut (*Maranta arundinaceae* L.) sebagai Alternatif Pangan Fungsional”**

Tujuan penelitian ini terdiri dari tujuan umum yaitu untuk menghasilkan sumber pangan alternatif berupa beras analog berindeks glikemik rendah dari umbi garut yang dapat dimanfaatkan sebagai produk pangan fungsional serta tujuan khusus dari penelitian ini yaitu untuk memperoleh karakteristik fisikokimia dari beras analog umbi garut. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pelaku industri/produsen pangan dan masyarakat untuk dapat memanfaatkan beras analog berindeks glikemik rendah dari umbi garut sebagai alternatif pangan fungsional sekaligus sebagai salah satu bentuk diversifikasi pangan yang dapat mendukung program ketahanan pangan nasional.

Produk yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu beras analog. Beras analog merupakan beras tiruan yang memiliki bentuk menyerupai beras namun tidak diproses secara alami dan terbuat dari tepung lokal non beras sehingga dapat dijadikan salah satu bentuk solusi dalam mengatasi ketersediaan pangan. Beras analog yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah beras analog yang berindeks glikemik rendah dan hal tersebut dapat diketahui melalui suatu pengujian klinik. Indeks glikemik (IG) merupakan suatu tingkatan yang dapat dinyatakan dalam skala numerik berdasarkan efektifitas peningkatan kadar gula darah. Pangan yang memiliki IG rendah akan mengalami proses pencernaan yang lambat sehingga membuat laju pengosongan perut (*gastric emptying rate*) juga akan berlangsung lambat. Oleh karena itu, saya selaku peneliti membutuhkan responden (manusia) dalam melakukan pengujian indeks glikemik tersebut.

Dengan demikian, saya sangat berharap Bapak/Ibu bersedia secara sukarela menjadi salah satu responden yang dapat membantu menyelesaikan penelitian ini. Apabila selama penelitian ini berlangsung responden yang telah bersedia ingin mengundurkan diri karena suatu hal seperti kesehatan yang sedang terganggu, maka diharapkan responden yang bersangkutan dapat mengungkapkannya kepada peneliti. Hal-hal yang kurang jelas terkait penelitian ini dapat ditanyakan kepada peneliti dengan menghubungi *contact person* di bawah ini:

No. Hp (WhatsApp) : 081262986316

Email : marjanluluul@yahoo.co.id

Makassar, 4 November 2020

Peneliti,



Lu'lu UI Marjan
G031171510

Lampiran 3. Lembar Formulir Persetujuan Relawan.

FORMULIR PERSETUJUAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :

Tanggal lahir :

Usia :

Jenis Kelamin :

Alamat :

No. Hp :

Setelah mendengar/membaca dan mengerti penjelasan yang diberikan mengenai apa yang dilakukan pada penelitian dengan judul “**Pembuatan dan Karakterisasi Beras Analog Berindeks Glikemik Rendah dari Umbi Garut (*Maranta arundinaceae* L.) sebagai Alternatif Pangan Fungsional**”, maka saya bersedia berpartisipasi dalam penelitian ini.

Saya menjadi responden bukan karena adanya paksaan dari pihak lain, tetapi karena keinginan saya sendiri dan tidak ada biaya yang akan ditanggungkan kepada saya sesuai dengan penjelasan yang sudah dijelaskan oleh peneliti.

Saya percaya bahwa keamanan saya menjadi salah satu responden dalam penelitian ini akan terjamin dan saya dengan ini menyetujui semua persyaratan pada penelitian ini, termasuk hasil olahan data yang nantinya akan dipublikasikan dalam bentuk lisan maupun tulisan dengan tidak mencantumkan nama. Bila terjadi kendala atau masalah dikemudian hari, kami akan menyelesaikannya secara kekeluargaan.

Makassar, 2020

Responden

()

Penanggung Jawab Penelitian :

Nama : Lu’lu Ul Marjan

Alamat : Jl. Baji Pangai No.5 Makassar

No.Telp (WhatsApp) : 081262986316

Email : marjanluluul@yahoo.co.id

Lampiran 4. Lembar Anamnesis Status Kesehatan Relawan.

LEMBAR ANAMNESIS STATUS KESEHATAN RELAWAN

Nama :
Berat Badan (kg) :
Tinggi Badan (cm) :
IMT (kg/m²) : $\frac{\text{Berat badan}}{(\text{Tinggi badan})^2}$
:
:

Jawablah pertanyaan berikut ini :

1. Apakah anda memiliki riwayat penderita diabetes mellitus ?

Jawab :

2. Apakah anda memiliki alergi pada suatu makanan ? (Jika ya, sebutkan!)

Jawab :

Lampiran 5. Lembar Kuesioner Uji Hedonik Analisis Sensori.

Uji Hedonik

Nama :
Usia :
Tanggal :
TTD :

Produk yang disajikan adalah beras analog berindeks glikemik rendah. Beras analog merupakan beras tiruan yang memiliki bentuk dan fungsi menyerupai beras namun tidak diproses secara alami. Berdasarkan hal tersebut, anda diminta untuk memberikan penilaian terhadap atribut rasa produk beras analog. Berikanlah penilaian dengan kriteria berikut :

1 = Tidak suka
2 = Biasa saja
3 = Suka

529	329	762
.....
615	427	376
.....
323	519	364
.....

Lampiran 6. Data Hasil Analisis Sifat Fisik Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Densitas Kamba.

Lampiran 6a. Hasil Pengujian Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Densitas Kamba.

Sampel	Densitas Kamba			
	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Rata-rata
	(gram/mL)			
Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%	0,4068	0,3748	0,4136	0,3984
Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 80:20%	0,4084	0,4344	0,4376	0,4268
Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 70:30%	0,4408	0,4332	0,4340	0,4360

Lampiran 6b. Hasil Analisis Sidik Ragam Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Densitas Kamba.

ANOVA					
Densitas Kamba					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.003	2	.001	5.587	.043
Within Groups	.001	6	.000		
Total	.004	8			

Lampiran 6c. Hasil Analisis Uji Lanjut Duncan Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Densitas Kamba.

Densitas Kamba			
Duncan			
Sampel	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
A1	3	.398400	
A2	3	.426800	.426800
A3	3		.439333
Sig.		.064	.356

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Lampiran 7. Data Hasil Analisis Sifat Fisik Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Daya Serap Air.

Lampiran 7a. Hasil Pengujian Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Daya Serap Air.

Sampel	Daya Serap Air			
	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Rata-rata
	(%)			
Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%	64,28	65,63	63,76	64,56
Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 80:20%	64,64	65,27	64,64	64,85
Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 70:30%	64,02	65,51	65,51	65,01

Lampiran 7b. Hasil Analisis Sidik Ragam Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Daya Serap Air.

ANOVA					
Daya Serap Air					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.321	2	.161	.267	.774
Within Groups	3.608	6	.601		
Total	3.929	8			

Lampiran 7c. Hasil Analisis Uji Lanjut Duncan Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Daya Serap Air.

Daya Serap Air		
Duncan		
Sampel	N	Subset for alpha = 0.05
		1
A1	3	64.5567
A2	3	64.8500
A3	3	65.0133
Sig.		.511
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.		

Lampiran 8. Data Hasil Analisis Sifat Fisik Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Daya Pengembangan.

Lampiran 8a. Hasil Pengujian Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Daya Pengembangan.

Sampel	Daya Pengembangan			
	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Rata-rata
	(%)			
Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%	6,06	5,88	6,06	6,00
Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 80:20%	6,06	6,25	6,25	6,19
Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 70:30%	7,14	10,71	7,14	8,33

Lampiran 8b. Hasil Analisis Sidik Ragam Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Daya Pengembangan.

ANOVA					
Daya Pengembangan					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10.058	2	5.029	3.532	.097
Within Groups	8.542	6	1.424		
Total	18.600	8			

Lampiran 8c. Hasil Analisis Uji Lanjut Duncan Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Daya Pengembangan.

Daya Pengembangan		
Duncan		
Sampel	N	Subset for alpha = 0.05
		1
A1	3	6.0000
A2	3	6.1867
A3	3	8.3300
Sig.		.060
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.		

Lampiran 9. Data Hasil Analisis Sifat Fisik Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Waktu Pemasakan.

Sampel	Waktu (Menit)	Suhu (°C)	Viskositas			Rata-rata	
			Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III		
Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%	3	50	10,20	10,30	10,00	10,17	
	6	60	10,50	10,10	10,00	10,20	
	9	69	109,0	107,0	110,0	108,67	
	10	76	1020	1900	1840	1587	
	11	79	1170	1139	1220	1176	
	12	82	1090	1090	1100	1093	
	13	89	1090	1040	1040	1057	
	14	93	1070	1040	1030	1047	
	15	95	1030	1070	1020	1040	
	Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 80:20%	3	52	10,00	10,10	9,90	10,00
		6	63	10,10	10,30	10,20	10,20
		9	70	108,0	109,0	101,0	106,0
		10	75	1090	1100	1130	1107
		11	81	1090	1080	1110	1093
		12	86	1080	1080	1010	1057
13		90	1080	1060	1000	1047	
14		93	1070	1020	1030	1040	
15		95	1000	1010	1030	1013	
Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 70:30%		3	49	10,90	11,00	11,10	11,00
		6	62	65,50	67,50	68,50	67,17
		9	72	1260	1330	1340	1310
		10	79	1260	1300	1300	1287
		11	84	1090	1100	1280	1157
		12	89	1200	1030	1010	1080
	13	92	1020	1020	1100	1047	
	14	95	1020	1000	1100	1040	

Lampiran 10. Data Hasil Analisis Sensori Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Tingkat Kesukaan Rasa.

Lampiran 10a. Hasil Penilaian Uji Organoleptik Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Tingkat Kesukaan Rasa.

Panelis	Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%			Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 80:20%			Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 70:30%		
	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3
1	3	3	3	2	3	2	2	3	3
2	3	3	3	3	1	2	3	2	2
3	3	1	3	2	2	3	2	2	2
4	3	3	3	2	3	3	1	2	2
5	3	3	3	2	3	2	1	3	2
6	3	3	3	3	2	3	2	3	2
7	3	3	3	1	3	2	3	1	2
8	3	2	3	2	1	3	3	3	3
9	3	3	3	3	2	2	3	3	2
10	3	3	2	2	1	3	3	2	1
11	2	3	3	3	3	3	1	3	2
12	3	3	2	2	1	3	2	2	2
13	3	3	2	3	2	3	3	3	1
14	1	3	3	3	3	1	3	2	3
15	3	3	3	3	2	3	2	2	1
16	3	3	3	2	1	1	1	1	3
17	3	3	1	3	2	3	2	2	1
18	3	3	3	2	1	2	2	2	2
19	3	3	3	2	2	1	2	1	1
20	3	3	3	3	2	3	2	2	2
21	3	3	3	2	3	2	1	2	3
22	3	2	3	3	1	2	3	2	3
23	2	3	3	2	3	2	2	1	2
24	3	1	3	3	2	1	1	2	2
25	3	3	3	2	1	2	2	3	1

Lampiran 10b. Hasil Analisis Sidik Ragam Uji Organoleptik Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Tingkat Kesukaan Rasa.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable:Rasa					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10.255 ^a	26	.394	2.895	.001
Intercept	420.888	1	420.888	3.089E3	.000
Sampel	7.238	2	3.619	26.561	.000
Panelis	3.017	24	.126	.922	.574
Error	6.540	48	.136		
Total	437.683	75			
Corrected Total	16.795	74			
a. R Squared = .611 (Adjusted R Squared = .400)					

Lampiran 10c. Hasil Analisis Uji Lanjut Duncan Uji Organoleptik Beras Analog dari Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf terhadap Tingkat Kesukaan Rasa.

Rasa			
Duncan			
Sampel	N	Subset	
		1	2
A3	25	2.08008	
A2	25	2.22668	
A1	25		2.80004
Sig.		.167	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = .136.

Lampiran 11. Data Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog Terbaik Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%.

Karakteristik Sifat Kimia	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III	Rata-rata
Kadar Air (%)	7,38	8,26	8,04	7,89
Kadar Abu (%)	2,20	1,71	1,71	1,87
Kadar Protein (%)	6,19	6,17	6,22	6,19
Kadar Lemak (%)	1,91	1,95	1,95	1,93
Kadar Karbohidrat (%)	82,32	81,91	82,08	82,10
Kadar Serat Kasar (%)	2,32	3,32	3,09	2,91

Lampiran 12. Data Hasil Uji Indeks Glikemik Beras Analog Terbaik Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%.

Lampiran 12a. Hasil Perhitungan Jumlah Pangan Uji dan Pangan Standar.

1. Pangan Uji Nasi Analog Terbaik Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah nasi} &= \frac{25 \text{ g karbohidrat}}{\text{Kadar karbohidrat sampel}} \times 100 \text{ g} \\ &= \frac{25}{82,10} \times 100 \\ &= 30,45 \text{ gram} \end{aligned}$$

2. Pangan Standar Roti Tawar.

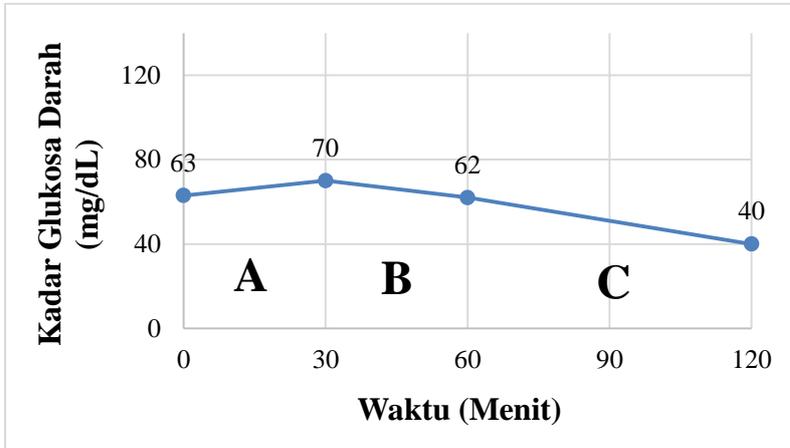
Pangan standar yang digunakan yaitu roti tawar. Berdasarkan informasi gizi yang terdapat pada kemasan yaitu setiap 80 gram roti tawar putih mengandung 34 gram karbohidrat sehingga untuk memperoleh pangan standar yang mengandung 25 gram karbohidrat, maka dibutuhkan :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah roti} &= \frac{25 \text{ g karbohidrat}}{\text{Kadar karbohidrat sampel}} \times 80 \text{ g} \\ &= \frac{25}{34} \times 80 \\ &= 58,82 \text{ gram} \end{aligned}$$

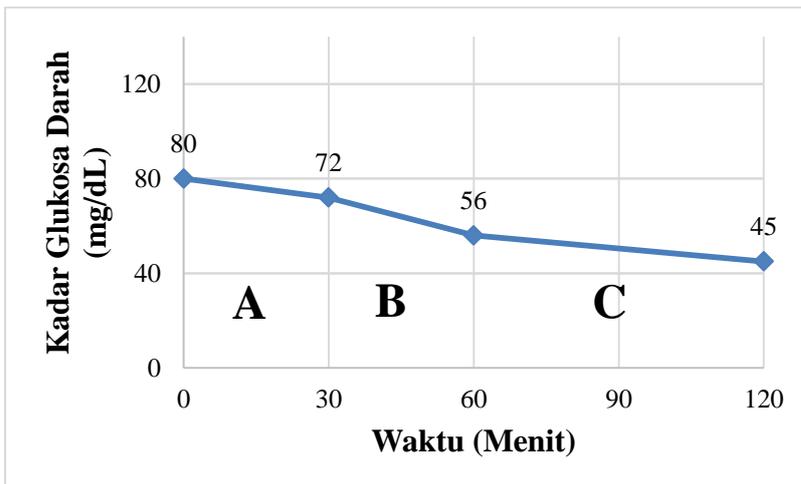
Lampiran 12b. Kurva Respon Kadar Glukosa Darah.

1. Pangan Uji Nasi Analog Terbaik Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%.

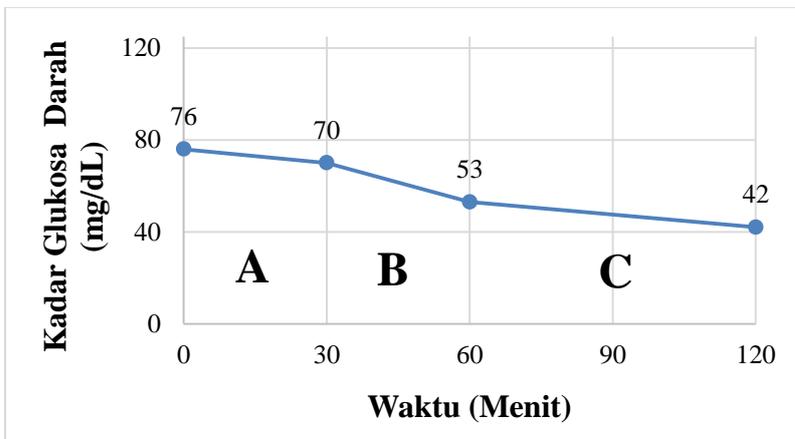
Relawan 1



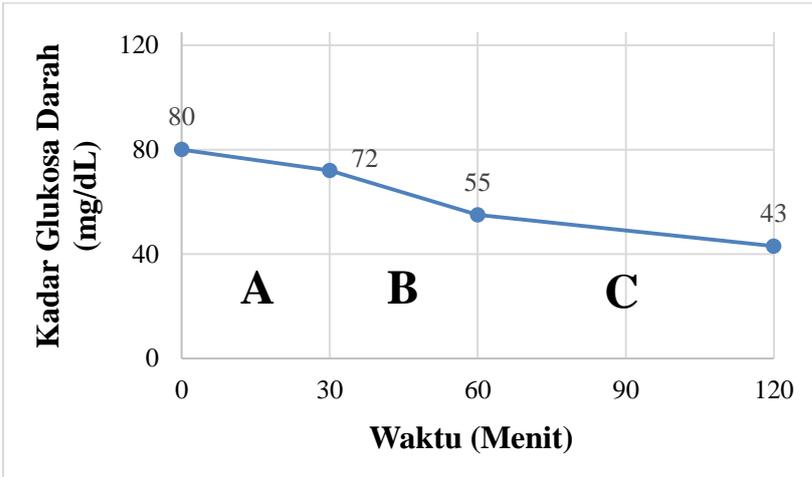
Relawan 2



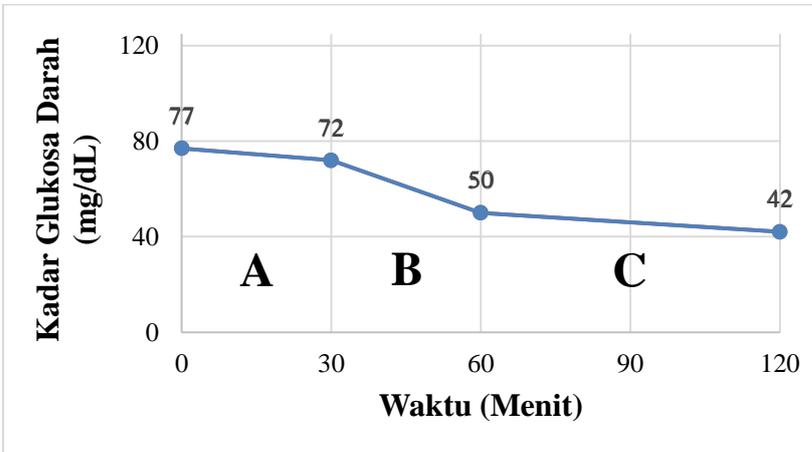
Relawan 3



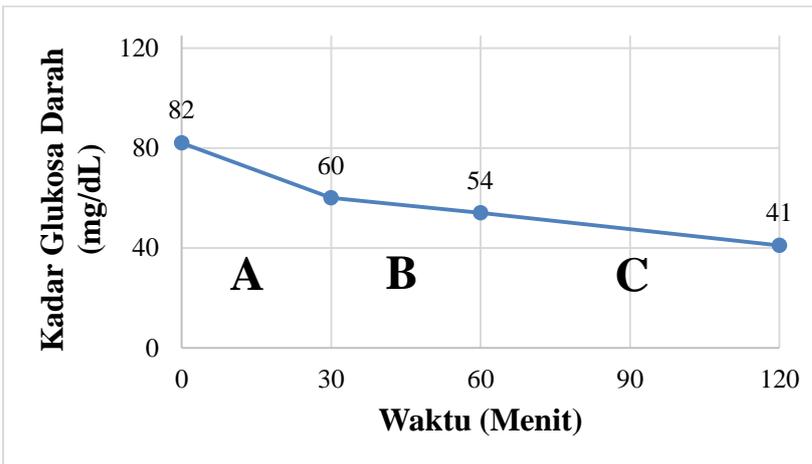
Relawan 4



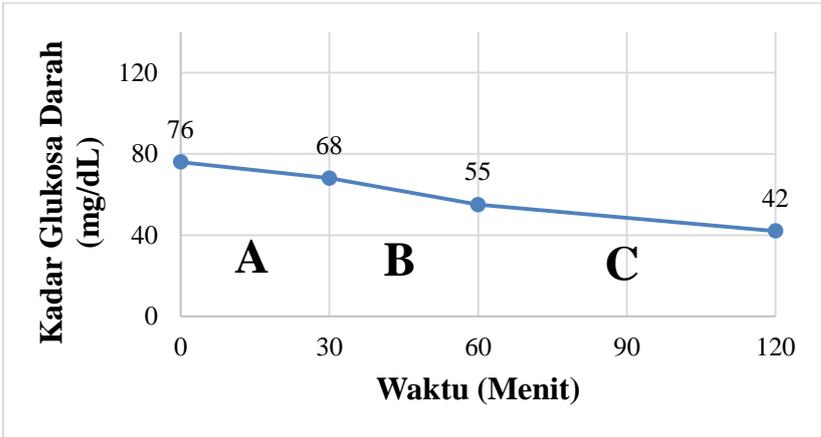
Relawan 5



Relawan 6

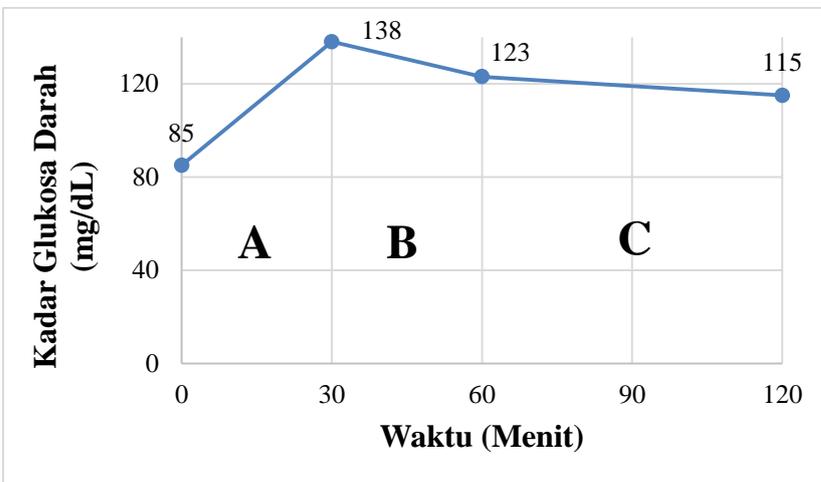


Relawan 7

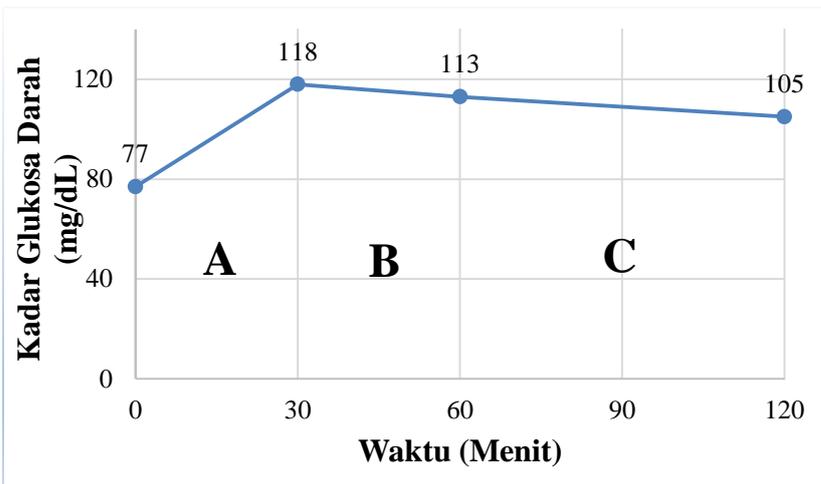


2. Pangan Standar Roti Tawar.

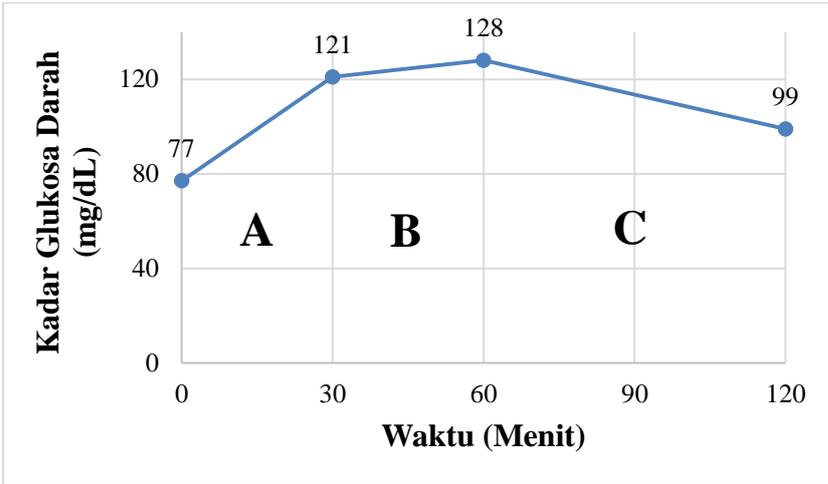
Relawan 1



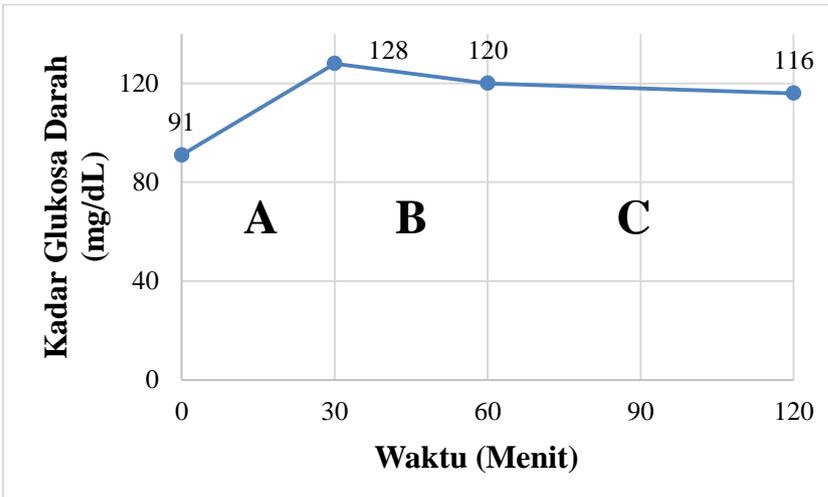
Relawan 2



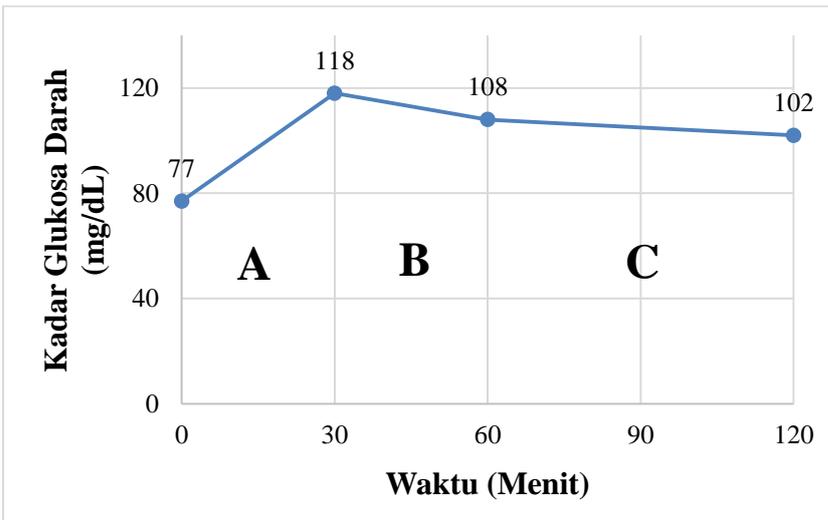
Relawan 3



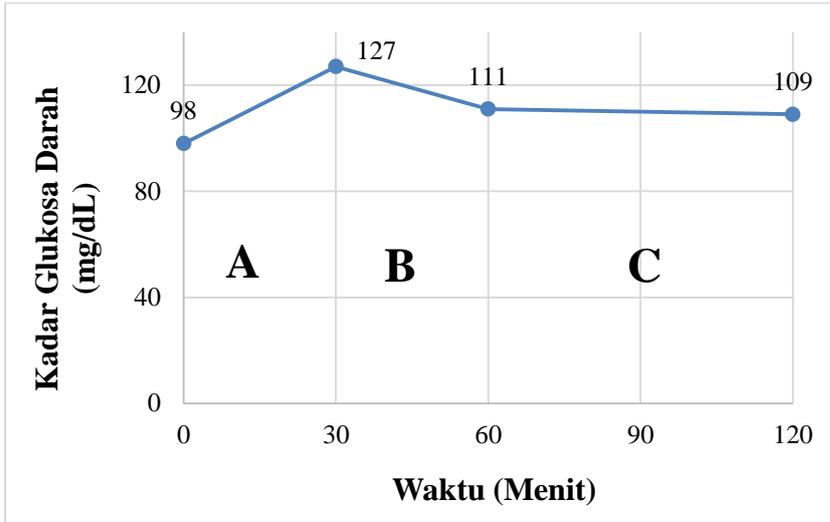
Relawan 4



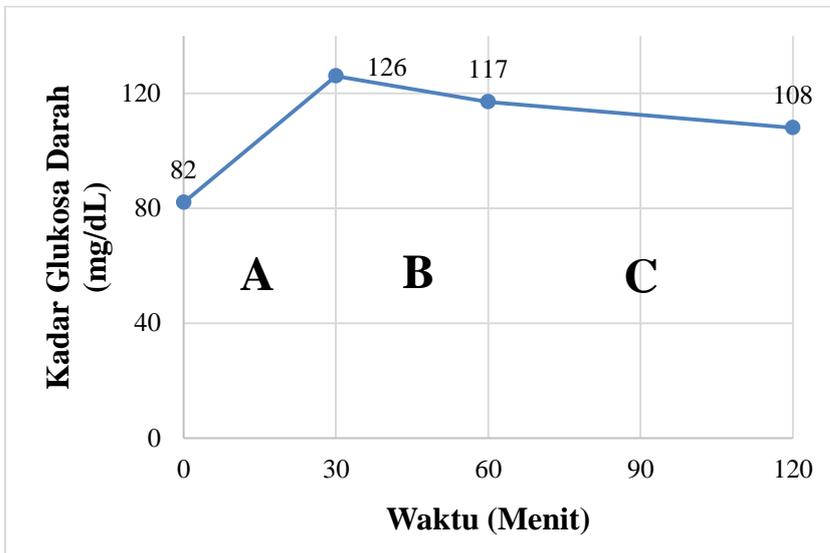
Relawan 5



Relawan 6



Relawan 7



Lampiran 12c. Contoh Perhitungan Luas Area Di Bawah Kurva dan Nilai Indeks Glikemik. Perhitungan luas area di bawah kurva kadar glukosa darah dihitung menggunakan metode trapezoid. Metode trapezoid dilakukan dengan cara menghitung luas semua bangunan trapezium dalam kurva kenaikan glukosa darah yang dihitung dengan rumus :

$$\text{Luas trapezium} = \frac{\text{Jumlah sisi sejajar}}{2} \times \text{tinggi}$$

1. Perhitungan Luas Area Di Bawah Kurva Pangan Uji Nasi Analog Terbaik Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10% (Relawan 1).

$$\text{Luas bangun A} = \frac{63+70}{2} \times 30 = 1995$$

$$\text{Luas bangun B} = \frac{70+62}{2} \times 30 = 1980$$

$$\text{Luas bangun C} = \frac{62+40}{2} \times 60 = 3060$$

$$\text{Total Luas Area Di Bawah Kurva Pangan Uji} = 1995 + 1980 + 3060 = 7035$$

2. Perhitungan Luas Area Di Bawah Kurva Pangan Standar Roti Tawar (Relawan 1).

$$\text{Luas bangun A} = \frac{85+138}{2} \times 30 = 3345$$

$$\text{Luas bangun B} = \frac{138+123}{2} \times 30 = 3915$$

$$\text{Luas bangun C} = \frac{123+115}{2} \times 60 = 7140$$

$$\text{Total Luas Area di Bawah Kurva Pangan Standar} = 3345 + 3915 + 7140 = 14400$$

3. Perhitungan Nilai Indeks Glikemik (Relawan 1).

$$\begin{aligned} \text{Nilai IG} &= \frac{\text{Luas area di bawah kurva respon glikemik sampel pangan uji}}{\text{Luas area di bawah kurva respon glikemik sampel pangan standar}} \times 100\% \\ &= \frac{7035}{14400} \\ &= 48,85 \end{aligned}$$

Lampiran 12d. Hasil Perhitungan Luas Area Di Bawah Kurva dan Nilai Indeks Glikemik.

Relawan	Luas Area Di Bawah Kurva Respon Glikemik		Nilai IG
	Pangan Uji Nasi Analog Perbandingan Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf 90:10%	Pangan Standar Roti Tawar	
1	7035	14400	48,85
2	7230	12930	55,91
3	6885	13515	50,94
4	7125	14085	50,58
5	6825	12615	54,10
6	6690	13545	49,39
7	6915	13515	51,16
Rata-rata			51,56

Lampiran 13. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.

Lampiran 13a. Proses Pembuatan Tepung Umbi Garut.



Lampiran 13b. Proses Pembuatan Beras Analog.



Lampiran 13c. Pengujian Karakteristik Sifat Fisik Beras Analog Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf.



Lampiran 13d. Pengujian Analisis Sensori Beras Analog Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf.



Lampiran 13e. Pengujian Karakteristik Sifat Kimia Beras Analog Terbaik Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf.



Lampiran 13f. Pengujian Indeks Glikemik Beras Analog Terbaik Tepung Umbi Garut dan Tepung Mocaf.

