

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara global, tahun 2019 terdapat sekitar 463 juta atau sekitar 9,3% penduduk yang berusia 20-79 tahun di dunia yang menderita diabetes. Jumlah tersebut meningkat dibandingkan data tahun 1980 yang hanya berjumlah 108 juta orang atau sekitar 4,7% (Diabetes UK, 2019). Pada Asia Tenggara termasuk Indonesia, wilayah ini menempati peringkat ketiga dengan prevalensi diabetes sebesar 11,3%. *Federasi Diabetes Internasional* (IDF) telah mengidentifikasi 10 negara dengan jumlah penderita diabetes tertinggi, dimana Indonesia berada di urutan ketujuh dengan 10,7 juta kasus. Indonesia menjadi satu-satunya negara Asia Tenggara dalam daftar tersebut, menunjukkan kontribusi signifikan Indonesia terhadap kejadian diabetes di Asia Tenggara (Andopa & Susilawati, 2022). Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018, didapatkan prevalensi diabetes mellitus di Indonesia berdasarkan diagnosis dokter pada umur sekitar 15 tahun sebesar 2%. Angka tersebut menunjukkan peningkatan dibandingkan prevalensi diabetes mellitus pada penduduk ≥ 15 tahun pada hasil Riset Kesehatan Dasar Tahun 2013 (Riskesdas, 2018). Berdasarkan Laporan Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 dari kementerian kesehatan menunjukkan bahwa prevalensi diabetes mellitus pada semua usia penduduk Indonesia mencapai 1,7%, 2% untuk penduduk perempuan dan 1,3% untuk penduduk laki-laki, 11,7% untuk penduduk berusia 15 tahun ke atas berdasarkan pemeriksaan kadar gula darah (SKI, 2023).

Diabetes merupakan penyakit tidak menular yang dapat dikatakan sebagai penyakit yang mematikan (Habib & Kusumayanti, 2024). Diabetes tidak hanya menjadi penyebab utama kematian dini, tetapi juga memicu kebutaan, penyakit jantung, dan gagal ginjal (Iskandar dkk, 2021). Diabetes mellitus (DM) merupakan gangguan metabolisme kronis yang terjadi ketika pankreas tidak mampu menghasilkan insulin yang cukup atau tubuh tidak dapat menghasilkan insulin dengan efektif (Mahdudzoh dkk, 2019). Insulin berperan sebagai hormon yang mengatur keseimbangan gula darah, dan ketidakmampuan tubuh dalam mengelola insulin ini menyebabkan peningkatan kadar gula darah (Setiyorini dkk, 2018).

Faktor risiko pada penderita diabetes mellitus adalah tidak menerapkan pola makan yang sehat, tidak menjaga asupan makanan, dan tidak meningkatkan aktifitas fisik. Selain itu, perubahan pola makan tradisional ke pola makan modern merupakan faktor yang memberikan kontribusi besar dalam peningkatan prevalensi diabetes mellitus. Perkembangan teknologi serta maraknya sosial



segala hal tampak menarik dan mudah didapatkan, begitu juga dengan pola makan. Semakin banyak individu yang mengikuti pola makan modern, semakin banyak yang mengabaikan unsur kesehatan. Peningkatan glukosa darah terjadi karena pola asupan makanan yang tinggi karbohidrat, gula, dan lemak serta kurangnya aktivitas fisik. Makanan tinggi gula merupakan makanan dengan indeks glikemik (IG) tinggi. Tingginya kandungan indeks glikemik (IG) dapat

meningkatkan kadar gula darah dengan cepat, sedangkan makanan dengan IG yang rendah akan lebih lama dalam menaikkan kadar gula darah, sehingga pemilihan asupan makan dengan IG rendah terbukti sebagai proteksi terhadap timbulnya DM (Aristia & Intan, 2024).

Beras (*Oryza Sativa*) adalah makanan pokok utama bagi sebagian besar masyarakat Indonesia bahkan bagi sebagian besar penduduk dunia karena mudah disiapkan dan memiliki kandungan energi yang tinggi sehingga berdampak pada sistem pencernaan melalui aktivitas dan kesehatan tubuh (Tando, 2019). Konsumsi Beras di Indonesia dapat dikatakan sangat tinggi, terdapat 114,6 kg beras yang dikonsumsi perkapita di tahun 2017 (Septiadi & Joka, 2019). Beras merupakan sumber karbohidrat utama bagi masyarakat Indonesia karena menyumbang 55% kalori yang dikonsumsi. Hal tersebut karena beras yang tinggi dengan indeks glikemik (IG) moderat sekitar 64 (Marlina dkk, 2019). Salah satu cara mencegah diabetes mellitus adalah dengan mengatur pola makan yang tepat, seperti memilih makanan yang memiliki indeks glikemik rendah. Oleh karena itu, penerapan konsep indeks glikemik rendah dalam kehidupan sehari-hari sangat diperlukan sebagai panduan untuk menentukan jenis dan jumlah sumber karbohidrat yang tepat agar kesehatan dapat terjaga dan ditingkatkan dalam konsumsi makanan (Olva dkk, 2016). Salah satu cara untuk menurunkan glukosa darah pada penderita DM yaitu beras coklat. Beras coklat merupakan beras yang belum mengalami proses pengikisan lapisan kulit luar dan *aleurone* sehingga beras coklat memiliki kandungan zat gizi potensial yang lebih tinggi dibandingkan dengan beras putih. Beras coklat tinggi kandungan serat dan mikronutrien seperti magnesium dan diduga memiliki efek amelioratif terhadap resiko DM tipe 2 karena tingginya kandungan berbagai zat gizi seperti serat, vitamin, dan mineral yang hilang selama proses penggilingan dan penyosohan beras putih (Kusumastuty dkk., 2021).

Karbohidrat utama dalam beras yang telah dimasak menjadi nasi berbentuk glukosa, sehingga para peneliti terus mengembangkan inovasi agar penderita diabetes atau yang ingin mencegah diabetes tetap bisa mengonsumsi karbohidrat utama dari beras namun tanpa membahayakan kondisi kesehatan (Septiwi, 2021). Kebanyakan masyarakat Indonesia beranggapan bahwa sumber karbohidrat hanya berasal dari beras. Pemikiran dan pandangan tersebutlah yang harus diubah agar masyarakat tidak ketergantungan pada beras padi. Saat ini, pemerintah juga sedang melakukan berbagai upaya untuk mengurangi jumlah konsumsi beras dengan cara mendukung produksi beras analog (Winarti *et al.*, 2018).



g adalah jenis beras tiruan yang dibuat dari tepung dan memiliki komposisi gizi yang mirip dengan beras asli (Nisa dkk, 2020). itif karbohidrat non padi dan non terigu yang menyerupai beras ini ras analog atau dikenal juga sebagai berat tiruan atau beras analog dirancang sehingga memiliki kandungan gizi hampir sama hi beras padi dan juga memiliki sifat fungsional sesuai dengan

bahan baku yang digunakan (Hiola dkk., 2023). Sebuah penelitian tentang berbagai jenis bahan pangan menjadi beras analog diantaranya kombinasi tepung mocaf (*Modified cassava flour*) (*manihot esculenta*) dan tepung porang (*amorphophallus oncophyllus*) sebagai beras analog (Andini, 2024), Beras Analog dari limbah rumput laut terfortifikasi isolat kedelai sebagai diversifikasi pangan penderita diabetes mellitus (Oktavian dkk., 2024), karakteristik sensoris dan kandungan gizi beras analog berbahan mocaf dan sagu yang disuplementasi protein tempe dan ikan kembung (Hizni dkk., 2024).

Beras analog adalah produk diversifikasi pangan yang menggunakan berbagai sumber karbohidrat non beras yang diolah dan dibentuk menyerupai beras melalui teknologi ekstruder. Beras analog ini menjadi alternatif untuk memenuhi kebutuhan pangan rendah karbohidrat. Keunggulannya, tidak hanya pada bentuk yang mirip butiran beras, tetapi juga pada kandungan gizi yang dapat disesuaikan menggunakan berbagai bahan baku sehingga memiliki sifat fungsional seperti indeks glikemik rendah dan serat tinggi. Bentuk yang mirip dengan beras disesuaikan dengan persepsi masyarakat yang menganggap makanan harus dengan nasi. Selain itu, beras analog memiliki proses dan waktu pemasakan yang sama dengan nasi, sehingga mudah diterapkan oleh masyarakat. Penyakit yang dianjurkan mengonsumsi beras analog itu DM karena biasanya beras analog memiliki indeks glikemik lebih rendah dibandingkan beras putih biasa, yang dapat membantu mengontrol kadar gula darah lebih stabil. Keberadaan serat pangan dapat mempengaruhi kadar glukosa darah. Fungsi serat pangan larut terutama adalah memperlambat pencernaan di dalam usus, memberikan rasa kenyang lebih lama, dan memperlambat laju peningkatan glukosa darah sehingga insulin yang dibutuhkan untuk mentransfer glukosa ke dalam sel-sel tubuh dan mengubahnya menjadi energi semakin sedikit (Rahmah & Handayani, 2024). Tingginya kandungan serat juga memperlambat penyerapan glukosa. Beras analog dapat diproduksi dari berbagai sumber karbohidrat lokal yang tersedia di Indonesia dan dibentuk menyerupai butiran beras melalui proses ekstrusi (Sulastris dkk, 2023).

Selain beras, Indonesia kaya sumber karbohidrat lain seperti serelia dan umbi-umbian. Salah satu umbi-umbian yang berpotensi digunakan adalah singkong. Sedangkan serelia yang memiliki karbohidrat tinggi adalah jagung. Singkong dan jagung adalah dua diantara sumber daya pangan yang dapat tumbuh subur dengan produksi berlimpah di sebagian besar wilayah Indonesia. Singkong atau ubi kayu merupakan salah satu sumber karbohidrat lokal Indonesia yang menduduki urutan ketiga terbesar setelah padi dan jagung. Hasil olahan dari singkong yang dapat digunakan sebagai bahan baku beras analog



Modified Cassava Flour) (Badan Penelitian dan Pengembangan 1).

yang dapat digunakan dalam pembuatan beras analog adalah tepung g mocaf (*Modified Cassava Flour*), dan rumput laut merah. akan salah satu produk samping dari proses pengolahan padi karena termasuk makanan yang bergizi dan telah banyak diteliti

tetapi pemanfaatan dan pengembangan sebagai makanan yang layak dan mudah diperoleh belum banyak dilakukan. Bekatul terdiri dari perikarp, aleuron, dan sub aleuron. Bekatul mengandung serat pangan yang tinggi yaitu sebesar 22,67 gram. Bahan pangan yang mengandung serat tinggi dapat menurunkan nilai IG (Kumalasari dkk., 2022). Kandungan zat gizi dalam 100 gram bekatul yaitu protein 13,11 – 17,19%, lemak 2,52 – 5,05%, karbohidrat 67,58 – 72,74% dan serat 37 – 38,3% serta kaya akan vitamin B terutama vitamin B1. Selama ini bekatul dianggap sebagai limbah karena kurang bermanfaat atau kualitasnya buruk dan nilai ekonomisnya kecil. Dengan melihat potensinya yang cukup besar maka pengolahan bekatul menjadi beras analog dapat dijadikan alternatif diversifikasi produk. Kandungan gizi dan karakteristik fungsional yang dimiliki bekatul merupakan potensi sebagai pangan fungsional dan *food ingredient* (Fauziyah dkk., 2024). Bekatul hitam kaya akan antioksidan dengan kandungan yang jauh lebih tinggi dibandingkan bekatul merah dan putih yaitu mencapai 98,84%. Bekatul beras hitam paling banyak mengandung antosianin jenis siadin 3-glukosida. Antosianin pada bekatul beras hitam lebih tinggi dibandingkan bekatul beras putih (Monikasari dkk., 2023). Mocaf (*Modified cassava flour*) adalah salah satu sumber daya lokal yang berasal dari tepung singkong yang difermentasi oleh bakteri asam laktat (BAL). Mocaf dapat digunakan sebagai bahan dalam pembuatan beras analog. Mocaf mengandung karbohidrat sebesar 80,05%, sedikit diatas beras (79,34%) dan terigu (77%). Kadar lemak mocaf sekitar 1% setara dengan kadar lemak pada beras (0,98%). Namun, menurut Sunarsi (2011), kandungan protein pada mocaf sangat rendah yaitu 1% artinya jauh lebih rendah dibandingkan dengan protein beras giling (6-7%). Oleh karena kandungan protein mocaf jauh di bawah beras, maka perlu ditambahkan bahan lain sebagai sumber protein.

Rumput laut *Eucheuma cottoni* yang termasuk dalam kelas *Rhodophyceae* (ganggang merah) adalah jenis rumput laut penghasil karaginan. Rumput laut *E. Cottonii* memiliki beberapa manfaat karena mengandung vitamin c, α -tokoferol, β -karoten, zinc, selenium, fenol, dan sterol yang berperan sebagai antioksidan dan antiinflamasi. Sejumlah penelitian juga mengungkapkan bahwa rumput laut mengandung komponen karagenan, alginat, agar, dan serat. Penambahan rumput laut sebagai sumber serat pada beras analog dapat memengaruhi daya cerna pati dan meningkatkan kadar serat pangan dalam produk. Serat pangan dapat menyerap air dan mengikat glukosa, sehingga menurunkan ketersediaan glukosa darah (Sajidah dkk., 2022). Berdasarkan hal tersebut, beras analog berbahan dasar mocaf memiliki kandungan serat yang rendah dan membutuhkan tambahan serat dari bahan lain. Oleh karena itu,



tujuan menambahkan rumput laut *E. Cottonii* dalam pembuatan bahan dasar mocaf sebagai pengikat sekaligus meningkatkan nilai gizi yang akan dianalisis daya terima konsumen.

Dari hal tersebut, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menguji formula beras analog dari tepung bekatul, tepung mocaf, dan rumput laut merah sebagai alternatif pangan sumber karbohidrat selain

beras bagi penderita diabetes mellitus. Kombinasi bahan-bahan ini tidak hanya memberikan manfaat dari segi kandungan karbohidrat dan serat pangan yang tinggi, tetapi juga berpotensi mengurangi indeks glikemik dan mendukung pengelolaan kadar gula darah.

1.2 Teori

1.2.1. Diabetes Mellitus

a. Definisi Diabetes Mellitus

Menurut *Internasional Diabetes Federation* (IDF) tahun 2015, Diabetes Mellitus (DM) adalah penyakit yang ditandai dengan kadar glukosa darah yang tinggi (hiperglikemia) yang mengakibatkan ketidakmampuan tubuh untuk memproduksi atau menggunakan insulin dengan baik (IDF, 2015). Kadar gula (glukosa) darah yang tinggi atau melebihi batas normal merupakan gejala utama diabetes, suatu penyakit kronis yang berlangsung jangka panjang. Glukosa yang tidak dapat diserap dengan baik oleh sel-sel tubuh akan menumpuk di dalam darah, sehingga dapat menyebabkan gangguan pada berbagai organ. Jika diabetes tidak dikelola dengan baik, kondisi ini dapat memicu berbagai komplikasi serius yang mengancam jiwa pasien (Ikhwan, 2020). DM terbagi menjadi empat jenis, yaitu tipe I, tipe II, diabetes mellitus gestasional dan tipe spesifik yang berkaitan dengan penyebab lain (PERKENI, 2021).

Tabel 1. 1 Kadar Tes Laboratorium Darah Untuk Diagnosis Diabetes dan Prediabetes

	HbA1c(%)	Glukosa darah puasa (mg/dL)	Glukosa plasma 2 jam TTGO (mg/dL)
Diabetes	≥ 6,5	≥ 126	≥ 200
Pre-diabetes	5,7 – 6,4	100 - 125	140 - 199
normal	<5,7	70 - 99	70 - 139

Sumber : PERKENI, 2021

b. Klasifikasi diabetes mellitus

Klasifikasi diabetes terbagi menjadi beberapa golongan DM berdasarkan sebab yang mendasari kemunculannya yaitu:

a. Diabetes mellitus Tipe I

DM tipe I adalah penyakit autoimun yang ditandai dengan kerusakan sel β pankreas yang dimediasi oleh sel T, sehingga menyebabkan gangguan sintesis dan sekresi insulin. Kondisi ini berpotensi menimbulkan komplikasi jangka panjang (Akil *et al*, 2021). Sebagai penyakit tidak menular, DM tipe I juga dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan (Hussein, *et al.*, 2023). DM tipe I ditandai dengan produksi insulin yang tidak mencukupi atau enurun. Kondisi ini disebabkan oleh kerusakan pada sel β pankreas, yaitu sel yang berfungsi memproduksi insulin. Proses



terjadinya DM tipe I melibatkan interaksi yang kompleks antara faktor genetik dan lingkungan (Del *et al.*, 2022).

b. Diabetes mellitus Tipe II

Secara genetik, risiko DM Tipe II meningkat pada individu dengan ekspresi antigen leukosit manusia (Human Leukosit Antigen) yang berlebihan. Selain itu, faktor lingkungan tertentu dapat memicu kesalahan pengenalan sel β pankreas sebagai autoantigen, sehingga memicu serangan autoimun terhadap sel sel tersebut (Giwa *et al.*, 2020). DM tipe II merupakan jumlah terbesar yaitu mencapai 90% yang dialami penduduk di Indonesia maupun dunia. DM tipe II terjadi karena kurang efektifnya insulin sehingga disebut juga non-insulin dependent. Kadar insulin sedikit menurun atau dalam rentang nilai normal, karena pankreas masih menghasilkan insulin dari sel beta. Terjadi gangguan pada fungsi insulin atau resistensi insulin. DM Tipe II disebut juga diabetes *lifestyle* dikarenakan penyebabnya berasal dari keturunan. DM tipe II juga disebabkan oleh gaya hidup penderita yang tidak sehat (Murtiningsih *et al.*, 2021).

c. Diabetes mellitus gestasional

Diabetes yang muncul hanya pada saat hamil disebut dengan diabetes tipe gestasional. Keadaan ini berkaitan erat dengan komplikasi selama kehamilan seperti meningkatnya kebutuhan seksio sesarea, meningkatnya risiko ketonemia, preeklampsia dan infeksi traktus urinaria, serta meningkatnya gangguan perinatal (makrosomia, hipoglikemia neonatus, dan ikterus neonatorum). Diabetes ini biasanya didiagnosis setelah usia kehamilan 20 minggu ketika hormon plasenta yang memiliki efek berlawanan dari insulin pada metabolisme glukosa meningkat secara substansial. Wanita dengan kapasitas mensekresi insulin yang memadai mengatasi resistensi insulin kehamilan ini dengan mensekresi lebih banyak insulin endogen untuk mempertahankan glukosa darah normal. Wanita dengan cadangan pankreas yang kurang memadai tidak dapat memproduksi insulin yang cukup untuk mengatasi peningkatan resistensi insulin, dan menyebabkan intoleransi glukosa (Adli, 2021).

d. Tipe lain

Diabetes tipe lain merupakan diabetes yang tidak termasuk dalam kelompok diatas yaitu diabetes sekunder atau akibat dari penyakit lain, yang mengganggu produksi insulin atau mempengaruhi kerja insulin. Penyebabnya yaitu radang pankreas (pankreatitis), gangguan kelenjar adrenal atau hipofisis, penggunaan hormon kortikosteroid, pemakaian beberapa obat untuk hipertensi atau antikolesterol, malnutrisi dan infeksi (Tandra, 2017).



c. Faktor Penyebab Diabetes Mellitus

Penyebab diabetes melibatkan kombinasi faktor genetik dan lingkungan. Faktor lain yang berkontribusi meliputi gangguan pada sekresi atau fungsi insulin, gangguan metabolik yang mempengaruhi produksi insulin, gangguan mitokondria, serta kondisi kondisi lainnya yang mempengaruhi toleransi glukosa. Diabetes mellitus juga dapat berkembang akibat penyakit eksokrin pankreas ketika terjadi kerusakan pada mayoritas islet dari pankreas. Selain itu, hormon yang berperan sebagai antagonis insulin juga dapat menyebabkan diabetes. Diabetes dapat mempengaruhi berbagai sistem organ tubuh manusia dalam jangka waktu tertentu yang disebut komplikasi. Komplikasi diabetes dapat dibagi menjadi pembuluh darah mikrovaskuler dan makrovaskuler. Komplikasi mikrovaskuler termasuk kerusakan sistem saraf (nefropati), kerusakan sistem ginjal (nefropati) dan kerusakan mata (retinopat) (Lestari & Zulkarnain, 2021).

d. Dampak Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus dapat menimbulkan berbagai dampak serius bagi kesehatan seperti komplikasi kardiovaskular, kerusakan ginjal, gangguan penglihatan hingga kebutaan, serta meningkatkan risiko kematian dini. Diabetes mellitus berhubungan erat dengan meningkatnya kemungkinan terkena stroke dan penyakit jantung. Seseorang yang mengalami diabetes mellitus memiliki risiko yang lebih tinggi untuk terkena infeksi (PERKENI, 2021). Infeksi pada pasien diabetes mellitus memiliki pengaruh yang besar terhadap pengendalian kadar glukosa darah. Infeksi dapat menghilangkan kontrol glukosa, dimana kadar gula darah yang tinggi meningkatkan kerentanan terhadap infeksi atau memperparah kondisi infeksi yang sudah ada. Penyakit komorbid seperti diabetes mellitus membuat pasien usia lanjut atau kelompok berisiko tinggi lebih rentan terhadap pneumonia yang merupakan penyakit yang sangat mengancam jiwa (Aurelia dkk, 2024). Berkurangnya sekresi insulin dan gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein mengakibatkan komplikasi DM. Pengontrolan kadar glukosa darah pada penderita diabetes dapat mencegah terjadinya komplikasi. Komplikasi diabetes akan meningkatkan morbiditas dan kematian. Beberapa komplikasi penyakit akibat DM diantaranya adalah penyakit kardiovaskular, gangguan ginjal, peradangan, dan obesitas (Hardianto, 2020).

e. Pencegahan Diabetes Mellitus



Di makan yang tidak sehat dan gaya hidup kurang tepat jika tidak di atasi dengan baik dapat menyebabkan berbagai komplikasi kronis dan akut pada penderita diabetes mellitus. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan atau penatalaksanaan yang efektif untuk mencegah komplikasi. Menurut konsensus pengelolaan diabetes

mellitus tipe II (2011), terdapat 4 pilar dalam tatalaksana diabetes mellitus yang harus dilakukan dengan tepat, diantaranya yaitu:

1) Edukasi

Edukasi merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan penderita diabetes mellitus dalam mengontrol metabolisme tubuh. Pengetahuan yang baik mengenai diet diabetes mellitus diharapkan dapat meningkatkan kesadaran dan kepedulian pasien terhadap pemeliharaan diet. Sehingga, penyakit dapat terkendali dan risiko komplikasi dapat dicegah (Putri, 2023).

2) Terapi gizi medis

Prinsip pengaturan pola makan pada penderita diabetes tanpa komplikasi serupa dengan pedoman gizi seimbang yang direkomendasikan untuk masyarakat umum. Pola makanan ini harus disesuaikan dengan kebutuhan gizi dan kalori masing-masing individu. Penderita diabetes perlu disiplin dalam menjaga jadwal makan, jenis, dan porsi makanan yang dikonsumsi terutama makanan yang menjadi sumber karbohidrat. Hal ini sangat penting bagi pasien yang menggunakan terapi insulin atau obat yang merangsang sekresi insulin (Efendi *et al.*, 2023).

3) Latihan jasmani

Olahraga teratur yang dilakukan 3-4 kali seminggu selama 30 menit serta aktivitas fisik sehari-hari merupakan salah satu komponen penting dalam pengelolaan diabetes mellitus tipe II. Aktivitas fisik seperti jogging, berenang, atau berjalan kaki dapat membantu menurunkan berat badan berlebih sekaligus meningkatkan kesehatan tubuh secara keseluruhan. Latihan ini harus disesuaikan dengan tingkat kebugaran fisik dan usia individu. Berdasarkan penelitian didapatkan bahwa berjalan kaki ringan selama 30 menit dapat membantu menurunkan kadar gula darah pada penderita diabetes mellitus (Yudha *et al.*, 2024).

4) Intervensi farmakologis

Terapi farmakologis diberikan bersamaan dengan pengaturan makan penderita diabetes mellitus dan latihan jasmani. Terapi farmakologis terdiri dari 2 bentuk yaitu obat oral dan bentuk suntikan (Djokohartono, 2022).

f. Pangan Rendah Indeks Glikemik (IG)



Indeks glikemik adalah perbandingan respon glukosa darah terhadap makanan dengan respon glukosa darah dalam tubuh ap glukosa murni. Indeks glikemik pangan adalah tingkatan 1 menurut efeknya terhadap kadar glukosa darah. IG dapat li indikator risiko suatu pangan terhadap penyakit diabetes. Jenis idrat memiliki riko yang berbeda dilihat dari nilai IG-nya. Makanan memiliki indeks glikemik rendah dapat meningkatkan rasa kenyang

dan menunda lapar, sedangkan makanan yang memiliki indeks glikemik tinggi mampu meningkatkan kadar glukosa darah dengan cepat (Mulmuliana & Rachmawati, 2022).

Pangan rendah glikemik memiliki rentang indeks glikemik <55 , indeks glikemik sedang memiliki rentang 55-70, dan indeks glikemik tinggi memiliki rentang >70 (Purbowati & Septiani, 2024). Pangan ber-IG rendah merupakan pangan yang jika dikonsumsi menyebabkan naiknya kadar gula darah secara lambat. Didalam tubuh, zat gizi karbohidrat yang terkandung dalam pangan tersebut dicerna namun tidak cepat diserap sebagai glukosa. Sehingga, konsumsi pangan ber-IG rendah tidak cepat berdampak pada kenaikan kadar gula darah. Pangan bernilai IG rendah dapat dikonsumsi oleh individu yang sedang mengendalikan kadar gula darah agar tidak meningkat secara cepat. Nilai IG pangan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kadar gula, kadar amilosa dan amilopektin, kadar serat pangan, proses pengolahan, daya osmotik pangan, kadar lemak, protein dan kadar anti gizi pangan. Hasil riset pada akhir abad 19 hingga awal abad 20 membuktikan bahwa pangan ber-IG rendah dapat memperbaiki respons glukosa darah dan *satiety score*, dapat menekan rasa lapar dan menurunkan jumlah asupan pangan (Tejasari, 2023).

1.2.2. Tepung Bekatul

a. Deskripsi Bekatul

Bekatul (*bran*) merupakan lapisan luar dari beras yang terlepas saat proses penggilingan gabah. Proses penggilingan beras dilakukan dua kali, hasil proses penggilingan yang pertama disebut sekam dan hasil dari proses penggilingan kedua disebut bekatul. Bekatul merupakan komoditi yang berasal dari kulit padi-padian merupakan hasil samping penggilingan padi yang telah disaring dan dipisahkan dari sekam (kulit luar gabah). Bekatul memiliki nilai gizi yang baik, diantaranya asam amino lisin, lemak, protein dan serat yang bermanfaat bagi tubuh (Luthfianto dkk, 2017).

b. Kandungan Gizi Bekatul

Bekatul mempunyai kandungan serat kasar yang tinggi mencapai 20,9%. Sesuai dengan penelitian Luthfianto dkk., 2017 hasil analisis serat pada berbagai varietas bekatul yaitu kandungan serat tertinggi pada varietas situbagendit (27,55%) disusul varietas IR 64 (27,51%) dan terendah pada varietas wainampu (16,24%). Kandungan serat pangan pada bekatul dapat mencapai empat kali t serat kasarnya. Serat pangan sebagai besar terdiri atas karbohidrat antara lain selulosa, hemiselulosa, pektin dan lignin. Serat ini tidak dapat dihidrolisa oleh enzim pencernaan. Bahan yang mengandung banyak serat akan mempercepat transit time sisa makanan di dalam usus sehingga menjadi lebih pendek. Selain itu, konsumsi pangan juga dapat menurunkan kolesterol dalam darah. Bahan



pangan yang mempunyai serat yang tinggi juga cenderung mempunyai indeks glikemik yang rendah. Indeks glikemik adalah tingkatan pangan menurut efeknya terhadap peningkatan kadar gula darah. Bahan pangan dengan indeks glikemik yang tinggi cepat menaikkan kadar gula darah. Serat berhubungan dengan indeks glikemik makanan, dimana semakin tinggi kadar serat dalam makanan akan menurunkan indeks glikemik makanan tersebut (Nurgajayanti, 2017)

Tabel 1. 2 Kandungan Gizi pada Bekatul

Zat gizi	Jumlah
Karbohidrat	36,9%
Protein	11,54%
Lemak	3,82%
Serat	9,89%
Vitamin B15	5,88 mg

Sumber: Hildayanti, 2017

c. Manfaat Bekatul dalam Penanganan Diabetes Mellitus

Peranan bekatul dalam peningkatan sumber pangan bergizi antara lain (Luthfianto dkk, 2019):

a. Aktivitas antioksidan

Senyawa antioksidan yang terkandung didalam bekatul dikelompokkan menjadi 8 yaitu asam fenolik, flavonoid, antosianin, proantosianin, tokoferol, tokoreienol, γ -oryzanol dan asam fitat. Aktivitas antioksidan juga dipengaruhi oleh varietas padi khususnya pada pigmen warna pada beras.

b. Aktivitas hipokolesterolemik

Suplementasi bekatul dalam diet terbukti ampuh menurunkan berat badan, konsentrasi total kolesterol serum dan hari, trigliserida, dan LDL, serta menaikkan konsentrasi HDL tanpa mengubah konsentrasi glukosa darah.

Pemanfaatan bekatul sebagai produk pangan di Indonesia, misalnya sebagai makanan tradisional bubur atau jenang bekatul dan bangket bekatul. Dengan perkembangan ilmu pengetahuan bahkan bekatul sudah di variasi menjadi bentuk-bentuk produk makan yang memiliki nilai gizi dan bermanfaat untuk menekan penyakit-penyakit tertentu seperti diabetes mellitus (Luthfianto dkk., 2019).

1.2.3. Tepung Mocaf

a. Deskripsi Mocaf



Mocaf (*Modified cassava flour*) adalah tepung singkong yang dimodifikasi melalui fermentasi menggunakan bakteri asam laktat, sehingga sifat fungsionalnya berubah dan dapat berfungsi sebagai pengganti tepung terigu dalam berbagai produk pangan berbahan dasar tepung (Nisa dkk, 2020). Mocaf memiliki kemiripan dengan tepung terigu dari segi warna, rasa, dan tekstur karena itu dapat

digunakan sebagai pengganti tepung terigu meskipun rasa dari tepung mocaf sedikit berbeda dari tepung terigu. Pengolahan tepung mocaf dilakukan melalui proses pengupasan, pemotongan, fermentasi, pengeringan dan penepungan demi diperolehnya tepung dengan kualitas baik tanpa adanya bau singkong agar mocaf dapat mensubstitusi terigu sehingga angka impor gandum dapat dikurangi (Achmad dkk., 2023). Pembuatan tepung mocaf telah dilakukan oleh Wahyuningsih sebagai *food ingredient* dengan penggunaan yang sangat luas seperti produk mie, produk bakery, kue tradisional, dan kue kering (Muna dkk., 2023).

b. Kandungan Gizi Mocaf

Tepung mocaf memiliki keunggulan antara lain kandungan serat terlarut lebih tinggi, kandungan kalsium lebih tinggi dan tidak menyebabkan kembung. Kelebihan tepung mocaf yang baik bagi penderita diabetes ini karena kandungan glikemiknya rendah serta bebas dari kandungan gluten (Jariyah, 2024).

Tabel 1. 3 Komposisi Zat Gizi Tepung Mocaf per 100 gram BDD

Zat gizi	Jumlah
Energi	350 kkal
Karbohidrat	85 g
Protein	1,2 g
Lemak	0,6 g
Serat	6 g
Abu	1,3 g
Kalsium	60 mg
Forfor	64 mg
Besi	15,8 mg

Sumber : TKPI, 2019

c. Manfaat Mocaf dalam Penanganan Diabetes Mellitus

Mocaf mempunyai beberapa aspek kesehatan yang cukup menonjol seperti bebas gluten, kaya serat dan mudah difortifikasi. Ketiadaan gluten menjadikan produk ini baik untuk penderita autis dna tidak menyebabkan alergi yang terkadang muncul sebagai akibat mengonsumsi gluten. Maka produk ini aman dikonsumsi oleh individu dengan penyakit celiac, penderita *irritable bowel syndrome*, penderita autisme, penderita diabetes mellitus, dan sebagian yang sensitif dengan bahan makanan yang mengandung gluten (Batubara dkk., 2024). Mocaf juga kaya akan serat sehingga mempunyai efek agai prebiotik yang membantu pertumbuhan mikroba menguntungkan dalam perut dan cocok untuk penderita diabetes. Itulah yang tepung dengan kandungan pati yang tinggi menjadikan mocaf mudah untuk difortifikasi dengan zat-zat gizi yang , sesuai dengan kebutuhan dari produk (Widayat dkk., 2021). ung mocaf digunakan sebagai pengganti tepung terigu dengan



persentase 5-75% bahkan hingga 100%. Kandungan IG pada tepung mocaf relatif lebih rendah dibandingkan tepung terigu dan dapat mencegah naiknya kadar gula darah. Penggunaan tepung mocaf jika dikonsumsi secara rutin selama kurang lebih 3 minggu dapat menurunkan kadar gula darah pada penderita diabetes hingga 24,2% (Kartikasari dkk., 2023).

1.2.4. Rumput Laut Merah

a. Deskripsi Rumput Laut Merah

Rumput laut (*seaweeds*) merupakan jenis makroalga, organisme multiseluler yang membentuk biomassa yang banyak dijumpai di daerah intertidal atau payau dengan cahaya matahari yang cukup dan melekat pada substrat di daerah *photic* atau merupakan bentik di laut. Rumput laut merupakan organisme eukariotik dan kompleks tetapi tidak memiliki spesialisasi struktur dan reproduksi seperti pada tanaman yang hidup di darat. Rumput laut merupakan bentuk primitif tanaman yang memiliki daun, batang, dan akar. Rumput laut dapat ditemukan melimpah di wilayah perairan Indonesia, terutama di daerah Sulawesi Selatan yang menghasilkan lebih dari sepertiga pasokan rumput laut nasional. Indonesia memiliki sekitar 782 jenis rumput laut, dimana 196 jenis termasuk dalam kategori rumput laut hijau, 134 jenis termasuk rumput laut cokelat, dan 452 jenis termasuk dalam kategori rumput laut merah.



Gambar 1. 1 Jenis Rumput Laut

Alga merah (*Rhodophyta*) mengandung pigment *percoerythrin* dan *phycobilin*. Pigmen ini bertanggung jawab pada penyerapan warna biru sehingga muncul dalam bentuk warna lain. Alga merah juga berperan penting pada pembentukan terumbu karang tropis. Karang yang dibentuk oleh alga merah ini disebut *alga* dan menghasilkan kerangka keras karbonat. Alga merah dimanfaatkan sebagai sumber makanan (*nori*) dan penghasil



b. Kandungan Gizi Rumput Laut Merah

Tabel 1. 4 Komposisi Nutrisi Rumput Laut Merah

Zat gizi	Jumlah
Karbohidrat	13,64% – 69,91%
Protein	10%-30%
Lemak kasar	0,9%-4%
Serat kasar	2,42%-4,94%
Abu	8,4-43,6%
Air	52,50%-94%

Sumber : Herliany dkk., 2023

c. Manfaat Rumput Laut Merah Dalam Penanganan Diabetes Mellitus

Rumput laut merupakan sumber alami yang kaya akan senyawa bioaktif seperti flavonoid, pelifenol, alkaloid, steroid, saponin, dan tanin. Selain itu, rumput laut juga kaya akan komponen esensial yang bermanfaat bagi kesehatan manusia seperti protein, vitamin, mineral dan karbohidrat. Adanya kandungan bioaktif tersebut menunjukkan bahwa rumput laut berpotensi sebagai sumber terapi antidiabetes melalui aktivitas penghambatan terhadap enzim α -amilase (Arguelles *et al.*, 2022). Banyak penelitian yang telah mengungkapkan bahwa senyawa yang diperoleh dari ekstrak rumput laut memiliki aktivitas antidiabetes (Vidyashree *et al.*, 2024).

Rumput laut merah (*Rhodophyceae*) mengandung berbagai senyawa diantaranya karotenoid, fenol dan turunannya, pigmen fikobilin, sulfat polisakarida, mineral dan vitamin. Kandungan tersebut berpotensi sebagai antioksidan, antitrombosit, antiinflamasi, antikanker, antibakteri, antimikroba, dan antivirus. Flavonoid merupakan senyawa fenol terbesar. Berdasarkan penelitian Shahriyari dan Yazdanparast (2009) pada ekstrak yang mengandung senyawa flavonoid terbukti memiliki aktivitas antitrombosit dengan cara menghambat metabolisme asam arakidonat oleh cyclooxygenase. Vitamin C sebagai antitrombosit mempengaruhi pembentukan trombosit dengan menstabilkan produksi sel megakarioblas dan megakariosit serta mencegah kerusakan jaringan akibat radikal bebas (Kartikasari dkk., 2020).

1.2.5. Beras Analog

a. Definisi Beras Analog

Beras analog merupakan beras yang diproduksi menyerupai bentuk dan tekstur beras. Beras analog terbuat dari bahan yang bukan seperti jagung, sorgum dan umbi-umbian, tetapi dapat ditanak dan dimasak seperti nasi. Beras analog adalah beras yang diproduksi menyerupai bentuk dan juga tekstur yang mirip dengan beras (Puspita, 2020). Beras analog memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai beras fungsional terutama dalam kandungan gizinya. Pangan fungsional adalah produk olahan yang mengandung satu atau lebih



komponen fungsional yang berdasarkan penelitian memiliki fungsi fisiologis tertentu, terbukti aman, dan memberikan manfaat bagi kesehatan. Pemilihan bahan baku harus dilakukan dengan sangat teliti karena akan mempengaruhi kandungan gizi dan karakteristik dari beras analog yang dihasilkan. Pada proses pembuatan beras analog ada beberapa karakteristik khusus yang perlu diperhatikan seperti karakteristik khusus yang perlu diperhatikan seperti karakteristik fisik dan kimia. Karakteristik fisik beras analog mencakup bentuk dan juga warna beras analog. Sementara untuk karakteristik kimia beras analog mencakup kandungan gizi yang terkandung di dalam beras analog. Perbedaan beras analog dengan beras pada umumnya yaitu berdasarkan bahan baku yang digunakan (Yolanda & Puspita, 2024).

b. Bahan Penunjang pembuatan beras analog

Bahan penunjang dalam pembuatan beras analog yaitu bahan pengikat. Bahan pengikat merupakan bahan yang harus ada pada pembuatan beras analog untuk membentuk struktur beras analog yang kompak. Tetapi penambahan bahan pengikat harus diperhatikan komposisinya agar tidak merusak struktur beras analog yang pada aplikasinya, biasanya komposisi bahan pengikat yang terlalu banyak akan membuat tekstur beras analog menjadi terlalu menggumpal. Terdapat bahan pengikat alami atau kimia. GMS merupakan surfaktan non-ionik yang banyak digunakans sebagai stabilizer dan emulsifier. Molekulnya terdiri dari dua bagian yaitu hidrofil dan lipofil. Penggunaan GMS berfungsi sebagai pelumas saat proses sehingga dapat mengurangi panas proses ekstrusi, membuat ekstrudat tidak lengket satu sama lain, mengurangi *expansion* (pengembangan produk) tetapi meningkatkan WAI (*water absorption index*) (Damat *et al.*, 2020). Selain GMS, adapun corboxymethyl cellulose yang merupakan bahan pengikat kimia yang terdiri dari molekul anionik yang memiliki sifat mencegah adanya pengendapan protein pada titik isoelektrik sehingga dapat meningkatkan viskositas pada produk pangan akibat dari penggabungan gugus karboksil corboxymethyl cellulose dengan gugus bermuatan positif dari protein. Corboxymethyl cellulose biasa diaplikasikan pada pembuatan beras analog sebagai bahan penambah yang memiliki fungsi untuk mengikat air pada campuran bahan baku sehingga akan membentuk tekstur tertentu pada beras analog. Corboxymethyl cellulose dapat mengembangkan beras analog karena Corboxymethyl cellulose adalah senyawa polisakarida yang dapat



ikat air. Hal itu dapat membuat beras analog juga memiliki tekstur kompak dan kurang berpori sehingga pengadaan Corboxymethyl ose yang terlalu banyak akan berdampak pada pemasakan beras g menjadi nasi. Saat beras analog akan dimasak menjadi nasi onen yang terikat oleh Corboxymethyl celluloseakan sulit untuk

terpisah sehingga menjadi tekstur nasi yang lengket (Putri & Kusumayanti, 2023).

Terdapat juga bahan pengikat alami yang dapat ditemui di Indonesia yaitu karagenan. Karagenan merupakan bahan pengikat alami yang terbuat dari rumput laut merah atau ganggang laut kelas Rhodophyta yang sebenarnya berfungsi sebagai struktur hidrofilik untuk mengakomodasi gerakan gelombang maupun tekanan arus di dalam air (Prihastuti & Abdassah, 2019). Karagenan dapat diekstraksi untuk menghasilkan produk penambah pada bahan pangan. Pada aplikasinya di bidang pangan, karagenan sering digunakan sebagai penstabil, pengikat air, atau pengental. Penambahan beras analog akan berperan sebagai pengikat atau binder. Jika komposisi yang digunakan tepat, nasi dari beras analog akan memiliki kemampuan rehidrasi dan tekstur yang baik (Kurniasari dkk., 2020).

c. Proses pembuatan beras analog

Penelitian mengenai beras analog sudah banyak dilakukan dengan berbagai metode. Ada dua metode pada pembuatan beras analog yaitu metode granulasi dan ekstrusi. Metode granulasi telah dipatenkan oleh Kurachi (1995) yaitu proses pencampuran tepung, air, dan hidrokoloid sebagai bahan pengikat pada suhu sekitar 30-80°C. Campuran adonan tersebut kemudian mengalami semigelatinisasi yang selanjutnya dengan pencetakan menggunakan granulator, mengukus (gelatinisasi) dan pengeringan. Selanjutnya metode granulasi menghasilkan beras analog dengan karakteristik fisik yang berbeda dengan beras seperti bentuk bulat, kepadatan yang rendah dan rapuh sehingga mudah pecah. Sedangkan metode ekstrusi merupakan proses pengolahan pangan yang mengkombinasikan beberapa proses termasuk pencampuran, pemasakan, pengadonan, *shear* dan pembentukan. Bahan pangan dipaksa mengalir melalui cetakan yang membentuk hasil ekstrusi dalam waktu cepat. Fungsi ekstruder (alat yang digunakan dalam proses ekstrusi) terdiri dari gelatinisasi, pemotongan molekuler, pencampuran, sterilisasi, pembentukan dan pengeringan. Berdasarkan suhu proses, teknologi ekstruksi panas menggunakan dua kategori, yaitu ekstrusi panas dan ekstrusi dingin. Teknologi ekstrusi panas menggunakan suhu $\geq 70^\circ\text{C}$ yang diperoleh dari pemanas kukus (*steam*) atau pemanas listrik (elemen) yang dipasang mengelilingi *barrel* dan friksi antara bahan an dengan permukaan *barrel* dan *screw*. Pemanasan dan gesekan ini menyebabkan terjadinya proses gelatinisasi baik secara parsial maupun total. Sedangkan ekstrusi dingin merupakan proses ekstrusi yang sama tetapi digunakan untuk membuat pasta tanpa menggunakan input energi panas tambahan dan hanya mengandalkan gesekan yang dihasilkan oleh proses friksi (menggunakan suhu 70°C).



Kedua teknologi tersebut digunakan untuk produksi beras ekstrusi berbasis tepung. Dalam ekstrusi panas, bahan diproses pada suhu tinggi. Suhu material yang tinggi dapat dicapai melalui pra pengondisian dan atau perpindahan panas selama proses ekstrusi (Rosalina, 2023).

Metode ekstrusi dikembangkan oleh Budijanto dkk (2011) dalam budi dkk (2013) yang menunjukkan sedikit perbedaan dari metode granulasi, khususnya tahap penyangraian dan ekstrusi. Tahap penyangraian bertujuan untuk membuat sebagian adonan mengalami semigelatinisasi atau mengkondisikan adonan sebelum ekstrusi. Tahap ekstrusi meliputi proses pencampuran, pemanasan (gelatinisasi) dan pencetakan melalui cetakan. Selanjutnya, ekstrudat dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 4 jam. Metode ini memiliki kelebihan seperti kapasitas besar dan terjadinya proses pengaliran, pencampuran, pengadonan, pemanasan dan pembentukan sehingga menghasilkan beras analog yang mirip dengan beras. Perbedaan antara beras analog yang dihasilkan melalui metode ekstrusi dan granulasi diuraikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. 5 Perbedaan Beras Analog yang Dihasilkan dengan Metode Ekstrusi dan Granulasi

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

Sumber: Budi dkk 2013

1.2.6. Analisis Organoleptik

Uji organoleptik adalah cara mengukur, menilai tau menguji mutu komoditas dengan menggunakan kepekaan alat indera manusia yaitu mata, ulut dan ujung jari tangan. Uji organoleptik juga disebut dengan an subjektif karena didasarkan pada respon subjektif manusia lat ukur. Uji organoleptik memiliki beberapa cara, salah satunya i hedonik atau uji kesukaan. Dalam uji ini panelis diminta kapkan tanggapan pribadinya tentang kesukaan atau kaan sekaligus tingkatannya. Tingkat kesukaan itu disebut skala



hedonik. Misal amat sangat suka, sangat suka, suka, agak suka, netral, agak tidak suka, tidak suka, sangat tidak suka dan amat tidak suka (Rahayu, 1998).

Pengujian menggunakan cara ini dianggap cepat, langsung, serta memiliki ketelitian melebihi alat yang paling sensitif. Pengujian menggunakan panca Indera ini terdiri dari beberapa tahap yakni menerima bahan, mengenali bahan, mengadakan klarifikasi sifat-sifat bahan, mengingat kembali bahan yang telah diamati, dan menguraikan kembali sifat indrawi produk tersebut. Adapun Indera yang digunakan yakni penglihatan (warna kilap, ukuran, bentuk, panjang lebar, diameter, dan viskositas), peraba (tekstur atau sensasi tekanan yang dirasakan atau diamati melalui mulut, perabaan jari), indra pembau (aroma dari produk yang dapat menunjukkan tanda kerusakan produk), indra pengecap (rasa manis pada ujung lidah, asin pada ujung dan pinggir lidah, asam pada pinggir lidah, dan pahit pada belakang lidah) (Tingginehe & Simanjuntak, 2022).

Dalam penilaian hedonik dibutuhkan panel. Panel dalam penilaian mutu organoleptik melakukan peran ganda yaitu sebagai objek analisis dan sekaligus sebagai instrumen penilaian organoleptik. Panel adalah orang atau sekelompok orang yang bertugas untuk menilai secara subjektif mutu organoleptik berdasarkan prosedur yang sudah ditetapkan. Anggota dari panel disebut panelis. Panelis dapat berasal dari orang dalam perusahaan produsen, orang luar (konsumen), maupun pihak ketiga (*outsourcing*). Seorang panelis harus dapat membuat keputusan secara objektif dan presisi, peka terhadap atribut yang diuji dan dipilih secara sistematis. Ada beberapa jenis panelis yaitu (Kusuma dkk., 2017):

a. Panel perorangan

Panel perorangan adalah seseorang yang sangat ahli karena mempunyai kepekaan spesifikasi tinggi. Panel ini menguasai metode uji organoleptik dengan baik, sangat mengenal sifat bahan yang akan dinilai, sehingga mampu mengenali penyimpangan yang kecil dan mengenal penyebabnya.

b. Panel terbatas

Panel terbatas adalah panelis yang terdiri dari 3-5 orang yang mempunyai kepekaan tinggi, namun lebih rendah dibandingkan panel perseorangan. Panel ini dibentuk untuk menghindari bias dari panel perseorangan. Semua panelisi mengenal faktor-faktor tertentu dalam sensori. Keputusan diambil berdasarkan hasil diskusi.



1. Panel terlatih

Panel terlatih adalah panelis yang terdiri dari 15-25 orang, panel bertugas menilai beberapa sifat rangsangan. Panel ini memiliki kepekaan tidak setinggi panel terbatas, sehingga perlu seleksi dan latihan dalam pemilihannya.

d. Panel agak terlatih

Panel agak terlatih adalah panelis yang terdiri dari 15-25, panel ini mengetahui sifat sensori setelah penjelasan dan latihan yang tidak rutin, sehingga jika ada data yang menyimpang maka tidak digunakan.

e. Panel tidak terlatih

Panel tidak terlatih adalah orang awam dengan jumlah lebih dari 25 orang panel ini dipilih berdasarkan suku, jenis kelamin, status sosial, pendidikan. Panel ini hanya dapat menilai sifat sensori yang sederhana seperti uji penerimaan atau kesukaan.

f. Panel konsumen

Panel konsumen adalah target pemasaran dari produk yang terdiri dari 30 – 100 orang. Panel ini harus bisa mewakili target pasar berdasarkan kelompok/daerah tertentu. Penilaian mutu organoleptik dapat dilakukan di pasar ataupun *door to door*

1.2.7. Analisis Proksimat

Analisis proksimat merupakan suatu metode analisis kimia untuk mengidentifikasi kandungan zat makanan dari suatu bahan. Tujuan analisis proksimat adalah untuk mengetahui secara kuantitatif komponen utama suatu bahan makanan. Analisis proksimat menggolongkan komponen yang ada bahan makanan berdasarkan komposisi kimia dan fungsinya yaitu air, abu, serat kasar, lemak, protein, dan karbohidrat (Yunisa dkk., 2023).

a. Kadar air

Nilai kadar air merupakan salah satu faktor penting sebagai penentu mutu umur simpan. Kadar air suatu bahan dapat dinyatakan dalam dua cara yaitu berdasarkan bahan kering (*dry basis*) dan berdasarkan bahan basah (*wet basis*). Kadar air secara *dry basis* adalah perbandingan antara berat air di dalam bahan tersebut dengan berat keringnya. Bahan kering adalah berat bahan asal setelah dikurangi dengan berat airnya sedangkan kadar air secara *wet basis* adalah perbandingan antara berat air di dalam bahan tersebut dengan berat bahan mentah (Harini dkk., 2019). Semakin banyak kadar air yang terkandung makan umur simpannya semakin sebentar karena jika suatu bahan banyak mengandung kadar air maka sangat memungkinkan adanya mikroba yang tumbuh (Nasria dkk., 2024).

b. Kadar abu

Dalam industri pangan untuk mengetahui kadar abu sangatlah perlu agar dapat mengetahui dan menentukan baik tidaknya suatu proses pengolahan. Abu merupakan zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu menunjukkan total mineral yang terkandung dalam bahan itu. Kadar abu total adalah bagian dari analisis proksimat yang digunakan untuk mengevaluasi nilai gizi suatu bahan/produk pangan. Tujuan juga merupakan tahap persiapan contoh yang harus dilakukan pada analisis mineral. Dalam penentuan kadar abu dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengabuan kering dan pengabuan



basah. Pengabuan dengan metode kering dilakukan dengan mendestruksi komponen organik contoh dengan suhu tinggi di dalam tanur dengan suhu sekitar 500-600°C. sedangkan metode pengabuan basah prinsipnya adalah memberikan reagen kimia tertentu ke dalam bahan sebelum pengabuan (Saputri & Purwayantie, 2022).

c. Kadar lemak

Analisis proksimat lemak didefinisikan sebagai analisis jumlah komponen yang ada di dalam suatu bahan uji yang sifat larutnya di dalam pelarut organik dan tidak larut di dalam pelarut air. Analisis proksimat lipid yang hanya menghitung banyaknya komponen di dalam suatu bahan uji yang sifatnya larut di dalam pelarut organik maka faktor ketidaklarutan suatu komponen lemak terhadap air menjadi kunci dalam analisis proksimat tersebut. Dalam suatu bahan pangan, ada terdapat beberapa jenis lipid dengan berbagai jenis kepolaran, akan tetapi ketika melakukan uji proksimat, semua jenis lipid akan dianggap sebagai lemak dan harus dapat diambil/diekstrak dari bahan uji hanya dengan satu jenis pelarut. Metode analisis lemak yang umum digunakan untuk bahan uji yang berbentuk dikenal dengan uji ekstraksi soxhlet, dimana lemak yang ada di dalam bahan uji akan di ekstrak dengan pelarut organik tertentu dengan menggunakan alat soxhlet (Syukri dkk., 2020).

d. Kadar protein

Protein memainkan peran penting dalam tubuh manusia. Secara umum, fungsi protein meliputi mendukung pertumbuhan, membentuk komponen struktural, dan menghasilkan antibodi (Rifada & Kurnia, 2024). Analisis protein merupakan salah satu analisis proksimat yang dapat menentukan karakteristik suatu bahan pangan. Informasi tentang kadar protein di dalam suatu produk pangan baik bahan baku maupun produk olahan jadi akan dapat mempengaruhi informasi nilai gizi dari bahan pangan tersebut. Beberapa teknik analisis kadar protein yang dikenal dan diterima luas oleh para peneliti antara lain teknik analisis Kjeldahl dan dumas yang dirilis oleh *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC Internasional) (Syukri dkk., 2020).

e. Kadar serat

Dalam makanan yang dikonsumsi terdapat bagian yang disebut sebagai serat pangan. Serat pangan adalah sisa sel tanaman setelah dihidrolisis enzim pencernaan. Hal ini termasuk dinding sel tanaman seperti selulosa, hemiselulosa, pektin dan lignin juga polisakarida intraseluler seperti gum dan musilago. Serat kasar adalah sisa asal

an yang biasa dimakan yang masih tertinggal setelah berturut-turut diekstraksi dengan zat pelarut asam encer dan alkali. Dengan an nilai zat serat kasar selalu lebih rendah dari serat pangan. Serat kasar sangat penting dalam penilaian kualitas bahan makanan. Angka ini merupakan indeks dan menentukan nilai gizi an tersebut. Selain itu, kandungan kadar serat dapat digunakan



untuk mengevaluasi suatu proses pengolahan, misalnya proses penggilingan atau proses pemisahan antara kulit dan kotiledon sehingga presentase serat kasar dapat dipakai untuk menentukan kemurnian bahan atau efisiensi suatu proses (Wijayanti, 2022).

f. Kadar karbohidrat

Karbohidrat merupakan kelompok komponen senyawa organik yang jumlahnya paling banyak dan jenisnya paling beragam di alam. Dalam bahan pangan, karbohidrat merupakan makromolekul yang terbagi atas tiga kelompok yaitu karbohidrat dengan berat molekul yang rendah seperti mono dan disakarida, karbohidrat dengan kelompok berat molekul sedang seperti oligosakarida dan karbohidrat dengan berat molekul besar seperti polisakarida. Karbohidrat juga bisa dibagi menjadi dua kelompok yaitu karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks. Secara umum, didalam analisis proksimat bahan pangan komponen karbohidrat dinyatakan sebagai total karbohidrat, dimana hasil uji dari analisis ini tidak akan membedakan apakah karbohidrat yang dimaksud termasuk jenis karbohidrat monosakarida, disakarida, polisakarida ataupun serat (Syukri dkk., 2020).

1.2.8. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu mengenai produk beras analog telah banyak dilakukan. Amrizal dkk (2024) menemukan hasil yang diperoleh dari penelitian terkait beras analog tumbuhan laut merah (*Eucheuma Spinosum*) dan tepung sagu adalah hasil pengujian hedonik yang dilakukan terhadap 80 panelis tidak terlatih pada perlakuan F1 dengan penambahan tumbuhan laut dan tepung sagu sebanyak 40% : 50 % memperoleh hasil yang paling baik oleh panelis karena mempunyai penampakan warna yang seragam , permukaan yang agak halus dan warna yang dihasilkan tidak terlalu pudar, aroma khas tepung kedelai tidak terlalu pekat dan bentuknya tidak terlalu bagus karena dipaksa cetak.

Onwawong dkk (2024) menemukan hasil ekstrak air bekatul beras merah menurunkan ekspresi transporter glukosa usus sehingga mengurangi penyerapan glukosa. Akibatnya, ekstrak air bekatul beras merah mengurangi hiperglikemia, hiperlipidemia, resistensi insulin dan akumulasi glukogen. Efek yang luar biasa ini menjadikannya pendekatan alternatif baru sebagai suplemen antidiabetik alami.

Hidayat dkk (2020) menemukan hasil penelitian bahwa pemanfaatan mocaf, pisak kepok, dan jagung dalam pembuatan beras analog mampu menghasilkan beras analog dengan warna dan tekstur yang berbeda. Formulasi terbaik berdasarkan uji organoleptik adalah formulasi tepung mocaf 80% dengan penambahan tepung kacang hijau 20%. Hasil analisis

terhadap produk beras analog tepung mocaf yaitu kadar protein lemak 0,73%, karbohidrat 88,97%, serta 1,87%, air 9,72%, dan 7%. Hasil uji organoleptik nasi dari beras analog menunjukkan karakteristik organoleptik nasi yang paling disukai responden yang diolah dari beras analog berbahan baku tepung mocaf.

dkk (2022) menemukan hasil bahwa substitusi tepung beras MOCAF dan penambahan daun singkong telah meningkatkan



sifat nutrisi dan antioksidan dari beras analog berbasis singkong dengan tingkat sianida yang aman. Beras analog yang mengandung rasio tepung beras terhadap mocaf 5:5 (formula 2) yang ditambahkan dengan 20% daun singkong menunjukkan komposisi gizi dan sifat fungsional yang paling diinginkan. Namun, formula 4 (100% dengan 10% daun singkong) menunjukkan kandungan polifenol total tertinggi (198,9 mg ekuivalen asam galat/100g), kandungan klorofil total 198mg/ml, penghambatan 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil 79%, dan penghambatan daya antioksidan pereduksi besi 85%. Oleh karena itu, penambahan mocaf dan daun singkong meningkatkan nilai gizi beras analog berbasis singkong yang dapat menjadi alternatif sehat untuk beras komersial dalam makanan sehari-hari.

Sajidah (2022) menemukan bahwa beras analog berbahan dasar tepung mocaf dengan penambahan tepung rumput laut *Eucheuma cottoni* 5% lebih disukai panelis berdasarkan nilai rata-rata tertinggi uji sensori kesukaan dan mutu atribut sensori warna, aroma dan kelengketan pada nasi analog. Karakteristik mutu beras analog tersebut memiliki densitas kamba 0,57 g/ml, derajat putih 17,70%, kadar air 8,76%, kadar abu 1,96%, kadar protein 0,86%, kadar lemak 0,15%, serat pangan 49,76%, iodium 24,98 µg/g dan rendemen 99%. Beras analog belum mirip menyerupai bentuk beras asli tetapi memiliki bentuk silinder berukuran 3-5 mm.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis perbedaan mutu organoleptik pada tiga formula beras analog dari tepung bekatul, tepung mocaf, dan tepung rumput laut merah dan analisis proksimat pada formula terpilih sebagai alternatif beras bagi penderita diabetes mellitus.

1.3.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Untuk mengembangkan beberapa formula beras analog dari tepung bekatul, tepung mocaf, dan tepung rumput laut merah sebagai alternatif beras bagi penderita diabetes.
- Untuk menilai mutu organoleptik (tekstur, rasa, warna, aroma dan penampakan fisik) pada tiga formula produk beras analog berbasis tepung bekatul, tepung mocaf, dan tepung rumput laut merah sebagai alternatif beras bagi penderita diabetes
- Untuk menilai kandungan proksimat (kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan kadar karbohidrat) pada formula produk beras analog berbasis tepung bekatul, tepung mocaf, dan tepung rumput laut merah yang terpilih sebagai alternatif beras bagi penderita diabetes

Manfaat Ilmiah

Dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan mengenai alternatif beras analog dalam pencegahan diabetes mellitus, khususnya



dalam bidang pengolahan dan diversifikasi produk yang berhubungan dengan kesehatan dan gizi.

1.3.4 Manfaat Praktis

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi bagi peneliti lainnya dan sebagai sumber informasi dalam menyusun karya tulis ilmiah, serta untuk mengaplikasikan ilmu yang diperoleh terkait dengan penelitian sejenis.



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimen dengan menggunakan analisis laboratorium. Adapun analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis proksimat (Karbohidrat, protein, lemak, air, abu, dan serat) melalui analisis kimia laboratorium. Topik penelitian ini yaitu pembuatan beras analog berbahan dasar tepung bekatul, tepung mocaf, dan tepung rumput laut merah. Penelitian ini menggunakan tiga formula yakni F1, F2, dan F3. Adapun formula yang terpilih pada penelitian ini dari uji daya terima akan dilanjutkan dengan analisis proksimat.

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini adalah Laboratorium Kuliner Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat dan Laboratorium Pengembangan Produk Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin untuk proses pembuatan produk beras analog. Untuk melakukan analisis proksimat (kadar karbohidrat, protein, lemak, air, abu, dan serat kasar) dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar. Adapun penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – April 2025.

2.3 Populasi dan Sampel Penelitian

2.3.1 Populasi Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah produk beras analog berbahan dasar tepung bekatul, tepung mocaf, dan tepung rumput laut merah

2.3.2 Sampel Penelitian

Sampel yang ditarik dari populasi penelitian yaitu:

- a. Sampel penelitian adalah produk beras analog dengan formula yang terpilih
- b. Unit observasi adalah produk beras analog sebanyak 2 formula yakni formula terpilih dan formula kontrol

2.4 Panelis

Panelis yang terpilih untuk melakukan uji organoleptik hedonik pada produk beras analog adalah panelis terbatas yakni berjumlah 8 orang dan panelis konsumen sejumlah 30 orang (Khairunnisa & Syukri, 2021). Panelis terbatas merupakan dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin. Panelis konsumen merupakan mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

2.5 Alat, Bahan, dan Cara Kerja



Pembuatan Tepung Rumput Laut Alat

Alat yang digunakan pada pembuatan tepung rumput laut yaitu loyang, blender, oven listrik, ayakan 80 *mesh*, kertas roti, sendok, timbangan analitik, gunting.

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada pembuatan tepung rumput laut yaitu rumput laut merah segar

3. Prosedur Kerja

- Disiapkan rumput laut merah segar
- Dicuci bersih rumput laut merah segar menggunakan air mengalir
- Direndam rumput laut merah selama 1 x 24 jam
- Dicacah kecil-kecil rumput laut merah
- Dikeringkan rumput laut merah menggunakan oven selama 6 jam dengan suhu 70°C
- Dihaluskan rumput laut merah yang sudah kering menggunakan blender
- Diayak rumput laut merah yang sudah halus menggunakan ayakan ukuran 80 *mesh*
- Tepung rumput laut merah siap untuk digunakan

2.5.2 Pembuatan Beras Analog

1. Alat

Alat yang digunakan yaitu alat ekstraksi, alat pengering, blender, mixer, pisau, talenan, dan wadah.

2. Bahan

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan beras analog adalah rumput laut merah yang diperoleh di *Online shop* bekatul, mocaf yang diperoleh dari pasar lokal Kota Makassar, air, minyak nabati, dan GMS.

3. Prosedur Kerja

Langkah pertama yang dilakukan adalah merancang perlakuan penelitian utama yang terdiri dari 3 formula dan beras merah sebagai kelompok kontrol. Penambahan masing masing bahan memiliki fungsi tersendiri yaitu tepung bekatul sebagai sumber serat tinggi (Kumalasari dkk., 2022). Tepung mocaf sebagai sumber karbohidrat yang rendah glikemik (Jariyah, 2024). Tepung rumput laut sebagai karagenan (Sajidah dkk, 2022). Minyak nabati sebagai pengikat dan GMS sebagai pelumas (Lubis & Widyasaputra, 2024). Produk beras analog akan dibuat dengan formula pada tabel berikut:

Tabel 2. 1 Formulasi Bahan Pembuatan Beras Analog

Bahan	F1	F2	F3
Tepung Bekatul	5%	10%	15%
Tepung mocaf	74%	69%	64%
Tepung rumput laut merah	15%	15%	15%
Minyak nabati	5%	5%	5%
GMS	1%	1%	1%



Sumber: *Modifikasi Lubis & Widyasaputra (2024); Ningtyastuti dkk (2022); Finirsa dkk (2022)*

Setelah membuat rancangan formula perlakuan, selanjutnya produk dibuat dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Disiapkan alat dan bahan yang diperlukan
- b) Ditimbang tepung bekatul, tepung mocaf, tepung rumput laut merah, minyak nabati dan GMS sesuai dengan 3 formula
- c) Dicampurkan bahan tepung bekatul, tepung mocaf, tepung rumput laut merah, minyak nabati dan GMS sesuai dengan formula
- d) Ditambahkan air 1:3 dan diaduk hingga adonan tercampur rata
- e) Dikukus adonan selama 30 menit
- f) Dilakukan pencetakan menggunakan mesin ekstruder saat adonan masih panas
- g) Dikeringkan menggunakan dehidrator pada suhu 60°C selama 3 jam
- h) Dikukus beras analog selama 30 menit untuk dilakukan pengujian

2.5.3 Uji Organoleptik dan Uji Hedonik

a. Alat

Alat yang digunakan dalam uji organoleptik dan uji hedonik beras analog yaitu formulir uji organoleptik dan formulir uji hedonik dalam bentuk *google form*.

b. Bahan

Bahan yang digunakan dalam uji organoleptik dan uji hedonik nasi beras analog yaitu 3 formula sampel beras analog, beras coklat, crackers tawar, dan air mineral.

c. Prosedur Kerja

Sebelum dilakukan uji organoleptik dan uji hedonik, terlebih dahulu beras analog dan beras analog akan dikukus menjadi nasi. Kemudian, peneliti akan mengumpulkan panelis untuk uji hedonik dan uji organoleptik. Uji hedonik menggunakan panelis terbatas yaitu Dosen dari Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin. Uji organoleptik menggunakan panelis konsumen yaitu Mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin.

1. Pembuatan Nasi dari beras analog

- a) Beras dicuci terlebih dahulu dan dikukus
- b) Beras dikukus hingga 30 menit
- c) Nasi dari beras akan dilanjutkan untuk uji organoleptik dan uji hedonik



2. Uji Organoleptik
 - a) Petugas mengumpulkan panelis terbatas
 - b) Petugas mempersiapkan sampel yang akan di uji yaitu 3 sampel dengan nomor sampel 123, 231 dan 312 yang berupa nasi dari beras analog berbahan dasar tepung bekatul, tepung mocaf, dan tepung rumput laut merah dan 1 sampel dengan nomor 412 berupa nasi beras coklat (kontrol).
 - c) Petugas memberikan penjelasan kepada panelis mengenai cara uji organoleptik beras analog dengan cara mencicipi langsung sampel beras analog yang telah disediakan, kemudian panelis memberikan pendapat terkait produk dengan memberi score pada lembar penilaian.
 - d) Panelis melakukan uji organoleptik
 - e) Panelis memberikan penilaian dengan mengisi lembar kuesioner
3. Uji Hedonik
 - a) Petugas mengumpulkan panelis konsumen
 - b) Petugas mempersiapkan sampel yang akan di uji yaitu 3 sampel dengan nomor sampel 123, 231 dan 312 yang berupa nasi dari beras analog berbahan dasar tepung bekatul, tepung mocaf, dan tepung rumput laut merah dan 1 sampel dengan nomor 412 berupa nasi beras coklat (kontrol).
 - c) Petugas memberikan penjelasan kepada panelis mengenai cara uji organoleptik beras analog dengan cara mencicipi langsung sampel beras analog yang telah disediakan, kemudian panelis memberikan pendapat terkait produk dengan memberi score pada lembar penilaian.
 - d) Panelis melakukan uji organoleptik
 - e) Panelis memberikan penilaian dengan mengisi lembar kuesioner

2.5.4 Analisis Proksimat

1. Kadar air (AOAC, 1984)
 - a. Alat

Alat yang digunakan adalah cawan porselen, desikator, penjepit cawan, neraca analitik, oven dan sarung tangan.

- b. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu sampel beras analog dengan formula terpilih dan kontrol

- c. Prosedur kerja



- 1) Keringkan cawan porselen dalam oven pada suhu 100-105°C sampai didapat berat konstan.
- 2) Dinginkan cawan tersebut dalam desikator sampai dingin (sekitar 30 menit). Setelah dingin segera timbang
- 3) Timbanglah kira-kira 5 gram sampel dalam cawan, sebarkan merata
- 4) Keringkan dalam oven pada suhu 100-105°C sampai tercapai berat tetap
- 5) Dinginkan dalam desikator (sekitar 30 menit) dan segera timbang
- 6) Perhitungan kadar air dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Air \%} = \frac{B1 - B2}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

2. Kadar abu (AOAC, 1984)

a. Alat

Alat yang digunakan adalah cawan porselen, desikator, penjepit cawan, neraca analitik, tanur dan sarung tangan.

b. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu sampel beras analog dengan formula terpilih dan kontrol

c. Prosedur kerja

- 1) Siapkan cawan porselen, kemudian panaskan dalam oven, dinginkan dalam desikator dan timbang
- 2) Timbang sebanyak 3-5 gram sampel dalam cawan, kemudian bakar di atas api bunsen
- 3) Setelah tidak berasap masukkan dalam tanur. Bakar sampai di dapat abu putih keabu-abuan. Pelaksanaan pengabuan dilakukan dalam 2 tahap yaitu pengabuan pada suhu 450°C, kemudian dinaikkan hingga suhu mencapai 550°C
- 4) Lama pengabuan sekitar 2-3 jam
- 5) Cawan diambil dengan penjepit, kemudian dinginkan dalam desikator
- 6) Ditimbang sampai diperoleh berat tetap
- 7) Perhitungan kadar abu sebagai berikut:

$$\text{Kadar Abu \%} = \frac{B2 - B1}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$



3. Kadar serat (SNI 01-2891-1992)

a. Alat

Alat yang digunakan adalah neraca analitik, desikator, corong buchner, pompa vakum, tang krusibel, sarung tangan, pendingin tegak, gelas beaker dan oven.

b. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu beras analog dengan formula yang terpilih, beras kontrol, H_2SO_4 1,25%, NaOH 3,25%, etanol 96%, dan kertas saring

c. Prosedur kerja

- 1) Timbang 2-4 g sampel. Bebaskan lemaknya dengan cara ekstraksi dengan cara soxlet atau dengan cara mengaduk, mengemulsi tuangkan sampel dalam pelarut organik sebanyak 3 kali. Keringkan contoh dan masukkan ke dalam erlenmeyer 500 ml
- 2) Tambahkan 50 ml larutan H_2SO_4 1,25%, Kemudian dididihkan selama 30 menit dengan menggunakan pendingin tegak
- 3) Tambahkan 50 ml NaOH 3,25% dan dididihkan lagi selama 30 menit
- 4) Dalam keadaan panas, saring dengan corong buchner yang berisi kertas saring yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya.
- 5) Cuci endapan yang terdapat pada kertas saring berturut-turut dengan H_2SO_4 1,25% panas, air panas, dan etanol 96%
- 6) Angkat kertas saring beserta isinya, masukkan ke dalam kotak timbang yang telah diketahui bobotnya, keringkan pada suhu 105°C , dinginkan dan timbang sampai bobot tetap
- 7) Bila ternyata kadar serat kasar lebih besar dari 1%, abukan kertas saring beserta isinya, timbang sampai bobot tetap
- 8) Perhitungan kadar serat sebagai berikut:

$$\text{Kadar serat \%} = \frac{a - b}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

4. Kadar protein (SNI 01-2891-1992)

a. Alat

Alat yang digunakan yaitu labu kjeldhal 100ml, alat penyulingan dan kelengkapannya, pemanas listrik/pembakar, dan neraca analitik

b. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu campuran selen (campuran 2,4g serbuk SeO_2 , 100g K_2SO_4 dan 30 g



$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), indikator campuran (siapkan larutan bromocresol green 0,1% dan larutan merah metal 0,1% dalam alkohol 95% secara terpisah. Campur 10 ml bromocresol green dengan 2 ml merah emtil), larutan borat, H_3BO_3 2% (larutkan 10 g H_3BO_3 dalam 500 ml air suling. Setelah dingin pindahkan ke dalam botol bertutup gelas. Campur 500 ml asam borat dengan 5 ml indikator), larutan asam klorida HCl 0,01N, dan larutan natrium hidroksida NaOH 30% (larutkan 150 g natrium hidroksida ke dalam 350 ml air, simpan dalam botol bertutup karet).

c. Prosedur kerja

- 1) Timbang seksama 0,51 g cuplikan, masukkan ke dalam labu kjeldahl 100 ml
- 2) Tambahkan 2 g campuran selen dan 25 ml H_2SO_4 pekat
- 3) Panaskan di atas pemanas listrik atau api pembakar sampai mendidih dan larutan menjadi jernih kehijau-hijauan (sekitar 2 jam)
- 4) Biarkan dingin, kemudian encerkan dan masukkan ke dalam labu ukur 100 ml, tepatkan sampai tanda garis
- 5) Pipet 5 ml larutan dan masukkan ke dalam alat penyuling tambahkan 5 ml NaOH 30% dan beberapa tetes indikator PP
- 6) Sulingkan selama lebih kurang 10 menit, sebagai penampung gunakan 10 ml larutan asam borat 2% yang telah dicampur indikator
- 7) Bilasi ujung pendingin dengan air suling
- 8) Titar dengan larutan HCl 0,01 N
- 9) Kerjakan peneratan blanko
- 10) Perhitungan

$$\% N = \frac{(A \times B) \times N \text{ HCl} - 14}{mg \text{ sampel}} \times 100\%$$

Kadar protein = % N x Faktor konversi

Keterangan :

A = ml titrasi sampel

B = ml titrasi blanko

Faktor konversi = 6,25

Kadar lemak (SNI 01-2891-1992)

a. Alat

Alat yang digunakan yaitu kertas saring, labu lemak, alat soxhlet, pemanas listrik, oven, neraca analitik, dan kapas bebas lemak.



b. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu sampel berupa beras analog dengan formula terpilih dan kontrol serta pelarut lemak

c. Prosedur kerja

- 1) Timbang seksama 1 – 2 g sampel, masukkan ke dalam selongsong kertas yang dialasi dengan kapas
- 2) Sumbat selongsong kerta berisi sampel tersebut dengan kapas keringkan dalam oven pada suhu tidak lebih dari 80°C selama lebih kurang satu jam, kemudian masukkan ke dalam alat soxhlet yang telah dengan labu lemak berisi batu didih yang telah dikeringkan dan telah diketahui bobotnya
- 3) Ekstrak dengan heksana atau pelarut lemak lainnya selama lebih kurang 6 jam
- 4) Sulingkan heksana dan keringkan ekstrak lemak dalam oven pengering pada suhu 105°C
- 5) Dinginkan dan timbang
- 6) Ulangi pengeringan ini hingga tercapai bobot tetap
- 7) Perhitungan kadar lemak yaitu

$$\text{Kadar Lemak \%} = \frac{B - A}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

6. Kadar karbohidrat

Untuk kadar karbohidrat dihitung menggunakan metode by difference dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Kadar Karbohidrat} (\% \text{ bk}) \\ = 100 - \% \text{ bk (abu + lemak + protein)} \end{aligned}$$

Total kalori metode by difference

Dalam penelitian ini asupan kalori ditentukan dengan menghitung selisihnya, yaitu jumlah perkalian kadar karbohidrat, lemak, dan protein dengan taksiran kalori/gram. Nilai kalori (Kal/100g) diperoleh dengan menghitung kandungan protein (g/100g), lemak (g/100g), dan karbohidrat (g/100g). rumus untuk menghitung total kalori adalah:

$$\text{Nilai Kalori} = (4 \times \text{protein}) + (9 \times \text{lemak}) + (4 \times \text{karbohidrat})$$

2.6 Pengumpulan Data

4.6.1 Data Primer



Data primer diperoleh melalui hasil percobaan yang kukan di laboratorium dengan analisis proksimat (karbohidrat, tein, lemak, air, abu, dan serat) pada produk beras analog basis tepung rumput laut merah, tepung bekatul dan tepung caf

4.6.2 Data Sekunder

Data sekunder diperoleh melalui hasil *literature review* pada jurnal penelitian sebelumnya, buku serta website resmi

2.7 Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh melalui uji organoleptik akan diolah menggunakan IBM SPSS *Statistics* dengan menggunakan uji *Kruskal-Wallis* dan *Mann-Whitney*. Analisis data yang digunakan berupa analisis eksperimen yakni untuk mengetahui kadar proksimat pada beras analog yang terdiri atas karbohidrat, protein, lemak, air, abu, dan serat. Data yang terkumpul akan dianalisis menggunakan *Microsoft Excel*.

2.8 Penyajian Data

Data yang telah dianalisis akan disajikan dalam bentuk tabel dan narasi sebagai penjabaran hasil penelitian

