

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes mellitus (DM) telah menjadi masalah kesehatan global yang signifikan, dengan prevalensi yang terus meningkat. Penyakit metabolik kronis ini ditandai dengan hiperglikemia persisten yang dapat menyebabkan komplikasi serius jika tidak dikelola dengan baik (Saeedi *et al.*, 2019). Menurut data terbaru dari *World Health Organization* (WHO) tahun 2021, sekitar 422 juta orang di seluruh dunia hidup dengan diabetes, dengan mayoritas tinggal di negara berpenghasilan rendah dan menengah. WHO juga melaporkan bahwa 1,5 juta kematian setiap tahun secara langsung disebabkan oleh diabetes. Di Indonesia, berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018, prevalensi diabetes pada penduduk umur ≥ 15 tahun mengalami peningkatan dari 6,9% pada tahun 2013 menjadi 8,5% pada tahun 2018. Angka ini menunjukkan bahwa sekitar 20 juta penduduk Indonesia menderita diabetes.

Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 mengungkapkan gambaran prevalensi diabetes melitus di tanah air. Berdasarkan diagnosis medis, 11,7% populasi umum teridentifikasi mengidap kondisi ini, dengan persentase lebih tinggi pada perempuan (2%) dibandingkan laki-laki (1,3%). Angka ini melonjak signifikan menjadi 11,7% untuk penduduk di atas 15 tahun ketika didasarkan pada tes gula darah. Metodologi SKI 2023 menggabungkan pengakuan responden tentang diagnosis dokter dan hasil pemeriksaan laboratorium untuk menentukan status diabetes. Sementara itu, data dari Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018 menyoroti situasi di Sulawesi Selatan. Provinsi ini mencatat sekitar 50.127 penderita diabetes, dengan prevalensi 1,30% berdasarkan diagnosis medis atau gejala yang dialami. Menariknya, terdapat disparitas geografis yang signifikan dalam prevalensi diabetes di wilayah ini. Kabupaten Wajo mencatat angka tertinggi sebesar 2,19%, diikuti oleh pusat urban Makassar dengan 1,73%, dan kota Parepare di posisi ketiga dengan 1,59%. Kabupaten Bone juga menunjukkan prevalensi yang cukup tinggi, mendekati 1%. Perbedaan ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan yang disesuaikan dengan kondisi lokal dalam upaya penanganan diabetes di Sulawesi Selatan (Aulivia dkk., 2024).

Faktor-faktor penyebab diabetes meliputi genetik, gaya hidup, dan lingkungan. Obesitas, aktivitas fisik yang kurang, dan pola makan yang tidak sehat merupakan faktor risiko utama yang dapat dimodifikasi (Zheng *et al.*, 2018). Diet memainkan peran krusial dalam manajemen diabetes, dengan fokus pada pengendalian asupan karbohidrat untuk mengoptimalkan kontrol glikemik.

Salah satu pendekatan dalam manajemen diet diabetes adalah konsumsi pangan dengan indeks glikemik rendah. Makanan dengan indeks glikemik rendah telah terbukti dapat membantu mengendalikan kadar glukosa darah postprandial dan meningkatkan sensitivitas insulin (Augustin *et al.*, 2015). Strategi diet ini menjadi semakin penting mengingat peran sentral karbohidrat dalam diet sebagian besar populasi global. Penerapan konsep Indeks Glikemik (IG) dapat dijadikan pedoman dalam menentukan jumlah dan jenis sumber karbohidrat yang sesuai untuk meningkatkan dan mempertahankan kesehatan. Makanan yang memiliki IG tinggi cenderung menyebabkan peningkatan kadar gula darah yang cepat, sedangkan makanan dengan IG rendah meningkatkan kadar gula darah secara bertahap. Konsumsi pangan dengan IG rendah sangat penting dalam mengendalikan rasa lapar, nafsu makan, dan kadar gula darah. Selain itu, pangan dengan IG rendah juga berkontribusi pada penurunan berat badan. Oleh karena itu, makanan dengan IG rendah tidak hanya bermanfaat bagi individu yang menderita diabetes melitus, tetapi juga bagi masyarakat umum dalam upaya menjaga kesehatan tubuh (Budijanto dkk., 2017).

Beras coklat merupakan pilihan makanan yang baik untuk penderita diabetes karena memiliki indeks glikemik yang lebih rendah dibandingkan beras putih. Beras coklat adalah beras yang tidak mengalami proses penggilingan atau penyosohan sehingga lapisan kulit ari (bekatul atau aleuron) yang menyelimuti butir beras tetap terjaga. Lapisan ini kaya akan protein, lemak jenuh, vitamin, mineral, serat, dan antioksidan yang memberikan nilai gizi lebih tinggi dibandingkan beras putih. Penelitian menunjukkan bahwa beras coklat memiliki indeks glikemik sekitar 51,09%, jauh lebih rendah dari beras putih yang mencapai 72,84% (Mutiyani dkk., 2020). Hal ini menjadikan beras coklat sebagai alternatif yang efektif dalam mengontrol kadar glukosa darah.

Selain indeks glikemik yang rendah, beras coklat juga mengandung serat, protein, amilosa, dan senyawa bioaktif seperti oryzanol yang berperan dalam menurunkan kadar glukosa darah. Kandungan serat yang lebih tinggi pada beras coklat membantu memperlambat penyerapan glukosa sehingga mencegah lonjakan gula darah secara tiba-tiba. Senyawa oryzanol juga berfungsi sebagai antioksidan yang dapat mengurangi stres oksidatif pada penderita diabetes (Mutiyani dkk., 2020).

Di lain sisi, beras analog muncul sebagai alternatif potensial untuk beras konvensional, terutama bagi penderita diabetes. Beras analog, yang terbuat dari bahan non-beras seperti umbi-umbian atau sereal lain, dirancang untuk memiliki indeks glikemik lebih rendah dan profil nutrisi yang lebih baik dibandingkan beras putih (Budijanto & Yuliana, 2015). Pengembangan beras analog ini sejalan dengan upaya untuk menciptakan pangan fungsional yang dapat membantu manajemen diabetes.

Dampak positif potensial dari konsumsi beras analog sebagai alternatif beras konvensional meliputi perbaikan kontrol glikemik, peningkatan rasa kenyang karena kandungan serat yang lebih tinggi, dan potensi manajemen berat badan yang lebih baik (Wahjuningsih *et al.*, 2018). Selain itu, beras analog dapat menjadi solusi untuk meningkatkan keragaman diet sambil tetap mempertahankan kebiasaan makan yang sudah ada.

Pola konsumsi beras di Indonesia masih tergolong tinggi dan memiliki peran penting dalam ketahanan pangan nasional. Menurut Antriandarti *et al.* (2024), Indonesia merupakan negara konsumen beras terbesar keempat di dunia dengan tingkat konsumsi mencapai 35,3 juta ton metrik pada tahun 2022. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), konsumsi beras per kapita per minggu mencapai 1,558 kg pada tahun 2023. Pola konsumsi beras di Indonesia dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti tradisi kuliner, pola makan daerah, dan tingkat pendapatan penduduk (Purnama *et al.*, 2024).

Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan pangan lokal sebagai alternatif beras. Beras analog merupakan salah satu produk inovatif yang dikembangkan dari berbagai bahan pangan lokal seperti umbi-umbian. Mocaf (*Modified Cassava Flour*) menjadi salah satu bahan utama dalam pembuatan beras analog karena kandungan karbohidratnya yang tinggi. Namun, kandungan serat pada tepung mocaf tergolong rendah, sehingga diperlukan penambahan bahan lain untuk meningkatkan nilai gizinya (Sajidah dkk., 2022).

Penambahan rumput laut sebagai sumber serat pangan dalam beras analog dapat mengurangi daya cerna pati dan meningkatkan kandungan serat pangan pada beras analog yang dihasilkan. Selain itu, rumput laut memiliki sifat sebagai agen pengental (*gelling agent*), yang diharapkan dapat berfungsi sebagai pengikat atau perekat, sehingga beras yang dihasilkan lebih kokoh dan tidak mudah rapuh (Finirsa, dkk 2022). Rumput laut yang kaya akan serat dapat diformulasikan ke dalam beras analog dengan pencampuran sumber bahan pangan lokal seperti mocaf dan ubi jalar kuning sehingga menjadi aspek yang perlu diteliti lebih lanjut.

Pangan dengan indeks glikemik (IG) rendah semakin diperhatikan dalam konteks kesehatan masyarakat. Beras analog berbahan dasar pati jagung, mocaf, dan tepung suweg menunjukkan potensi sebagai alternatif pangan dengan IG rendah. Penelitian oleh Zulfa *et al.* (2023) menemukan bahwa beras analog berbahan dasar pati jagung, mocaf, dan tepung suweg memiliki kandungan pati berkisar antara 82,06 hingga 84,54%. Kandungan pati yang tinggi ini berpotensi memberikan efek IG yang lebih rendah dibandingkan beras konvensional.

Tepung mocaf dan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) memiliki potensi besar dalam pengembangan beras analog yang kaya serat. Sajidah dkk. (2022) melaporkan bahwa penambahan tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*) pada beras analog berbahan dasar mocaf dapat meningkatkan kandungan serat produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beras analog dengan substitusi tepung mocaf dan tepung rumput laut memiliki daya terima yang baik, tekstur yang spesifik, dan kandungan serat yang tinggi. Kombinasi mocaf dan rumput laut dalam beras analog menawarkan potensi besar untuk dikembangkan sebagai alternatif pangan sehat di Indonesia.

Ubi jalar kuning secara signifikan meningkatkan profil nutrisi beras analog, khususnya dalam hal kandungan protein dan serat. Penelitian telah menunjukkan bahwa formulasi beras analog yang mengandung ubi jalar kuning dapat mencapai kadar protein antara 9,1% hingga 13,3%, yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan protein sebesar 7,3% yang umumnya ditemukan pada beras konvensional. Peningkatan protein ini diimbangi dengan peningkatan kandungan serat, yang berasal dari serat alami yang terdapat dalam ubi jalar kuning. Tingginya kadar serat dalam beras analog

berbasis ubi jalar kuning tidak hanya berkontribusi pada peningkatan kesehatan pencernaan, tetapi juga berpotensi membantu kontrol glikemik yang lebih baik (Asael & Nassef, 2022).

Selain itu, ubi jalar kuning juga memiliki kandungan beta karoten yang melimpah dibandingkan dengan jenis ubi jalar lainnya, menjadikannya sumber vitamin A yang baik sehingga memberikan manfaat kesehatan tambahan dibandingkan dengan ubi jalar putih. Peningkatan nutrisi ini menjadikan ubi jalar kuning sebagai bahan yang berharga dalam pengembangan beras analog, menawarkan alternatif yang lebih bergizi dibandingkan produk beras tradisional sambil tetap mempertahankan sifat organoleptik yang serupa (Sukma dkk., 2021).

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini akan memformulasi beras analog berbahan dasar tepung ubi jalar kuning, tepung mocaf dan tepung rumput laut merah yang berpotensi sebagai alternatif beras yang lebih sehat dan bergizi. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan formula beras analog melalui kombinasi tepung ubi jalar kuning, tepung mocaf, dan tepung rumput laut merah sebagai bahan dasar utama, yang belum pernah diteliti secara terintegrasi sebelumnya. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang hanya mengeksplorasi masing-masing bahan secara terpisah, penelitian ini mengintegrasikan ketiganya untuk menciptakan produk alternatif beras dengan profil gizi unggul, termasuk potensi penurunan IG, peningkatan serat pangan, dan dukungan pengelolaan gula darah. Pendekatan ini tidak hanya menghasilkan formula optimal melalui desain eksperimen acak kelompok, tetapi juga melakukan evaluasi mutu organoleptik dan analisis proksimat secara komprehensif, sehingga memberikan kontribusi baru dalam pengembangan pangan fungsional rendah IG berbasis lokal yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana perbedaan mutu organoleptik pada tiga formula produk beras analog berbasis tepung ubi jalar kuning, tepung mocaf dan tepung rumput laut merah, serta analisis proksimat dari formula yang terpilih dalam upaya pencegahan diabetes melitus?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis perbedaan mutu organoleptik pada tiga formula beras analog berbasis tepung ubi jalar kuning, tepung mocaf dan tepung rumput laut merah, serta analisis proksimat dari formula yang terpilih dalam upaya pencegahan diabetes melitus.

1.3.2 Tujuan Khusus

- Untuk mengembangkan formula beras analog dari tepung ubi jalar kuning, tepung mocaf dan tepung rumput laut merah sebagai alternatif beras bagi penderita diabetes.
- Untuk menilai mutu organoleptik (tekstur, rasa, warna, aroma) pada formula terpilih produk beras analog berbasis tepung ubi jalar kuning, tepung mocaf dan tepung rumput laut merah.
- Untuk menilai mutu kandungan proksimat (kadar abu, kadar air, kadar karbohidrat, kadar protein, kadar serat) pada formula terpilih produk beras analog berbasis tepung ubi jalar kuning, tepung mocaf dan tepung rumput laut merah.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

- Memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang nutrisi dan manajemen diabetes.
- Menyediakan informasi dan metode pembuatan beras analog berbahan dasar umbi-umbian dan bahan lokal lain yang memiliki potensi kandungan gizi baik.
- Menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut mengenai pangan fungsional untuk penderita diabetes.

1.4.2 Manfaat Praktis

- Memberikan informasi mengenai alternatif pangan yang dapat membantu dalam manajemen diabetes.
- Menyediakan bukti ilmiah yang dapat digunakan dalam memberikan rekomendasi diet kepada pasien diabetes.

- c. Memberikan *insight* untuk pengembangan produk pangan fungsional yang ditujukan untuk penderita diabetes.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Tentang Diabetes Mellitus DM

Diabetes Mellitus (DM) adalah kelompok penyakit metabolik kronis yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah atau hiperglikemia. Kondisi ini terjadi akibat gangguan pada produksi insulin, resistensi terhadap aksi insulin, atau kombinasi keduanya. Insulin, hormon yang diproduksi oleh sel beta pankreas, memainkan peran kunci dalam regulasi glukosa darah dengan memfasilitasi penyerapan glukosa ke dalam sel-sel tubuh (ADA, 2021).

Klasifikasi DM telah mengalami evolusi seiring dengan pemahaman yang lebih baik tentang patofisiologi penyakit ini. *American Diabetes Association* (ADA) mengklasifikasikan DM menjadi beberapa kategori utama: diabetes tipe 1, diabetes tipe 2, diabetes gestasional, dan tipe spesifik lainnya yang disebabkan oleh penyebab lain seperti sindrom diabetes monogenik, penyakit pankreas eksokrin, atau diabetes yang diinduksi obat atau bahan kimia (Skyler *et al.*, 2017). Diagnosis DM didasarkan pada kriteria yang ditetapkan oleh organisasi kesehatan internasional seperti ADA dan WHO. Kriteria ini meliputi kadar glukosa plasma puasa ≥ 126 mg/dL (7.0 mmol/L), kadar glukosa plasma 2 jam setelah tes toleransi glukosa oral dengan 75 gram glukosa ≥ 200 mg/dL (11.1 mmol/L), HbA1c $\geq 6.5\%$ (48 mmol/mol), atau kadar glukosa plasma acak ≥ 200 mg/dL (11.1 mmol/L) pada pasien dengan gejala klasik hiperglikemia (WHO, 2019).

2.1.1 DM Tipe 2

DM tipe 2 adalah bentuk diabetes yang paling umum, mencakup 90-95% dari semua kasus diabetes. Penyakit ini ditandai oleh resistensi insulin dan defisiensi insulin relatif. Pada tahap awal penyakit, pankreas dapat memproduksi insulin dalam jumlah normal atau bahkan meningkat, tetapi tubuh menjadi resisten terhadap efeknya, menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah (DeFronzo *et al.*, 2015).

Patofisiologi DM tipe 2 melibatkan interaksi kompleks antara faktor genetik dan lingkungan. Resistensi insulin terjadi terutama di hati, otot rangka, dan jaringan adiposa. Seiring waktu, sel-sel beta pankreas mungkin mengalami disfungsi progresif dan akhirnya gagal mempertahankan produksi insulin yang cukup untuk mengkompensasi resistensi insulin (Zheng *et al.*, 2018).

Faktor risiko utama untuk DM tipe 2 meliputi obesitas, gaya hidup sedentari, riwayat keluarga diabetes, usia lanjut, dan etnis tertentu. Berbeda dengan DM Tipe 1, pasien dengan DM Tipe 2 mungkin tidak selalu memerlukan insulin eksogen dan dapat mengelola kondisi mereka melalui diet, olahraga, dan obat-obatan oral, setidaknya pada tahap awal penyakit. Diagnosis dini dan manajemen yang tepat sangat penting untuk mencegah komplikasi jangka panjang seperti penyakit kardiovaskular, nefropati, retinopati, dan neuropati yang dapat secara signifikan mempengaruhi kualitas hidup pasien (Chatterjee *et al.*, 2018).

2.2 Tinjauan Umum Tentang Penyebab Diabetes Mellitus

Diabetes Mellitus (DM) adalah penyakit kompleks dengan etiologi multifaktorial yang melibatkan interaksi rumit antara faktor genetik dan lingkungan. Pemahaman tentang penyebab DM terus berkembang seiring dengan kemajuan dalam penelitian genetik dan epidemiologi. Terdapat dua faktor yang dapat berkontribusi dalam kejadian DM yakni faktor genetik dan faktor lingkungan (Khan *et al.*, 2014).

2.2.1 Faktor Genetik

Faktor genetik memainkan peran penting dalam perkembangan DM, baik untuk tipe 1 maupun tipe 2. Penelitian genom skala besar telah mengungkapkan kompleksitas genetik yang mendasari kedua tipe diabetes ini (Flannick & Florez, 2016). Untuk DM tipe 2, studi asosiasi genom telah mengidentifikasi lebih dari 400 lokus genetik yang berkontribusi pada risiko penyakit ini. Mahajan *et al.* (2018) melaporkan bahwa varian genetik yang terkait dengan DM tipe 2 umumnya mempengaruhi fungsi sel beta pankreas, sensitivitas insulin, dan metabolisme lipid. Meskipun masing-masing varian memiliki efek kecil, akumulasi dari banyak varian risiko dapat secara signifikan meningkatkan kerentanan terhadap DM tipe 2 (Prasad & Groop, 2015).

2.2.2 Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan memainkan peran krusial dalam perkembangan DM, terutama untuk tipe 2. Kolb dan Martin (2017) menekankan pentingnya gaya hidup dalam patogenesis DM tipe 2. Diet tinggi kalori, terutama yang kaya akan karbohidrat sederhana dan lemak jenuh, berkontribusi pada resistensi insulin dan disfungsi sel beta pankreas. Kurangnya aktivitas fisik juga meningkatkan risiko obesitas dan resistensi insulin (Zheng *et al.*, 2018).

Obesitas, terutama obesitas visceral, adalah faktor risiko utama untuk DM tipe 2. Jaringan adiposa menghasilkan berbagai adipokin yang dapat mempengaruhi sensitivitas insulin dan metabolisme glukosa. Stres oksidatif dan inflamasi kronis tingkat rendah yang terkait dengan obesitas juga berkontribusi pada perkembangan resistensi insulin dan disfungsi sel beta (Chatterjee *et al.*, 2017).

2.3 Tinjauan Umum Tentang Diet DM

Manajemen diet merupakan komponen kunci dalam pengendalian Diabetes Mellitus (DM). Diet yang tepat dapat membantu mengontrol kadar glukosa darah, mengurangi risiko komplikasi, dan meningkatkan kualitas hidup penderita DM. Penelitian menunjukkan bahwa intervensi diet dapat menurunkan HbA1c sebesar 0.3-2.0% pada pasien dengan DM tipe 2, yang setara dengan efek dari banyak obat antidiabetes (Evert *et al.*, 2019).

2.3.1 Prinsip Diet DM

Diet DM bertujuan untuk mencapai dan mempertahankan beberapa parameter kesehatan yang penting:

1. Kadar glukosa darah mendekati normal. Kontrol glikemik yang baik dapat mengurangi risiko komplikasi mikrovaskular dan makrovaskular. *American Diabetes Association* (ADA) merekomendasikan target HbA1c <7% untuk sebagian besar orang dewasa dengan diabetes (ADA, 2021).
2. Profil lipid yang optimal. Manajemen lipid penting untuk mengurangi risiko penyakit kardiovaskular pada penderita DM. Diet rendah lemak jenuh dan tinggi serat dapat membantu menurunkan kadar LDL kolesterol (Evert *et al.*, 2019).
3. Tekanan darah normal. Hipertensi sering terjadi bersamaan dengan DM dan meningkatkan risiko komplikasi. Diet rendah natrium seperti DASH (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*) telah terbukti efektif dalam menurunkan tekanan darah pada penderita DM (Campbell *et al.*, 2017).
4. Berat badan ideal. Penurunan berat badan moderat (5-10% dari berat badan awal) dapat meningkatkan sensitivitas insulin dan kontrol glikemik pada pasien DM tipe 2 yang kelebihan berat badan atau obesitas (Look AHEAD Research Group, 2014).

American Diabetes Association (2019) merekomendasikan pendekatan diet individual yang mempertimbangkan preferensi personal, budaya, dan tujuan metabolik. Tidak ada satu pola makan yang cocok untuk semua individu dengan diabetes. Beberapa pola makan yang telah menunjukkan bukti dalam meningkatkan kontrol glikemik termasuk pola makan Mediterania, DASH, berbasis tanaman, dan rendah karbohidrat (Evert *et al.*, 2019).

2.3.2 Indeks Glikemik dan Beban Glikemik

Konsep indeks glikemik (IG) dan beban glikemik (BG) telah banyak diteliti dalam manajemen DM. Indeks glikemik mengukur seberapa cepat suatu makanan dapat meningkatkan kadar glukosa darah, sementara beban glikemik mempertimbangkan jumlah karbohidrat yang dikonsumsi bersama dengan IG-nya (Augustin *et al.*, 2015). Makanan dengan IG rendah cenderung menghasilkan respon glukosa postprandial yang lebih rendah. Sebuah meta-analisis dari 54 studi menunjukkan bahwa diet rendah IG secara signifikan menurunkan HbA1c pada individu dengan diabetes (Ojo *et al.*, 2018).

Namun, penting untuk dicatat bahwa IG bukanlah satu-satunya faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan makanan. Kualitas nutrisi secara keseluruhan, termasuk kandungan serat, vitamin, dan mineral, juga penting (Evert *et al.*, 2019). Beban glikemik mempertimbangkan baik IG maupun jumlah karbohidrat dalam porsi makanan. Ini dapat memberikan gambaran yang lebih akurat tentang bagaimana makanan akan mempengaruhi kadar glukosa darah. Penelitian menunjukkan bahwa diet dengan BG rendah dapat

meningkatkan kontrol glikemik dan mengurangi kebutuhan obat pada pasien dengan DM tipe 2 (Triyanto dkk., 2023).

Meskipun konsep IG dan BG berguna, penerapannya dalam praktik sehari-hari dapat menjadi tantangan. Oleh karena itu, ADA menekankan pentingnya pendidikan gizi yang berkelanjutan dan dukungan dari ahli gizi terdaftar untuk membantu individu dengan diabetes dalam membuat pilihan makanan yang tepat (ADA, 2021).

2.4 Tinjauan Umum Tentang Pangan Rendah Indeks Glikemik

2.4.1 Definisi dan Klasifikasi

Indeks Glikemik (IG) adalah ukuran yang menunjukkan seberapa cepat karbohidrat dalam makanan dapat diubah menjadi gula darah. Makanan diklasifikasikan menjadi tiga kategori berdasarkan nilai IG-nya: rendah ($IG \leq 55$), sedang ($IG 56-69$), dan tinggi ($IG \geq 70$). Makanan dengan IG rendah cenderung dicerna dan diserap lebih lambat, menghasilkan peningkatan gula darah yang lebih gradual dan stabil. Contoh makanan dengan IG rendah termasuk kacang-kacangan dan beberapa buah-buahan (Eliza dkk., 2024).

Rumput laut merah (*Eucheuma cottonii*) memiliki potensi sebagai pangan dengan indeks glikemik rendah karena kandungan serat pangannya yang tinggi, mencapai 81,94% berat kering, yang terdiri dari 38,77% serat pangan larut dan 43,17% serat pangan tidak larut. Kandungan serat yang tinggi ini berperan dalam memperlambat proses pencernaan dan penyerapan glukosa, sehingga dapat membantu mengatur kadar glukosa darah dan berpotensi menurunkan risiko penyakit diabetes melitus (Pamungkas dkk., 2023). Untuk kategori IG sedang, ubi jalar kuning termasuk dalam kelompok ini dengan IG sekitar 61,98 berdasarkan penelitian pada beras cerdas berbasis moca dengan substitusi ubi jalar kuning ungu (Firdaus, 2018). Makanan dengan IG tinggi meliputi gula murni dan beberapa jenis roti putih. Beras analog berbasis moca menunjukkan potensi sebagai pangan fungsional dengan indeks glikemik yang lebih rendah dibandingkan beras konvensional (Nisa dkk., 2020).

2.4.2 Manfaat Pangan Rendah IG untuk Penderita DM

Berbagai penelitian telah menunjukkan manfaat signifikan dari konsumsi pangan rendah IG bagi penderita diabetes mellitus. Sebuah meta-analisis yang dilakukan oleh Ojo *et al.* (2018) menunjukkan bahwa diet rendah IG dapat memperbaiki kontrol glikemik, yang diukur melalui penurunan HbA1c, pada penderita diabetes tipe 2. Selain itu, konsumsi pangan rendah IG juga dikaitkan dengan perbaikan profil lipid. Penelitian oleh Wari dkk. (2023) menemukan bahwa diet rendah IG dapat menurunkan kadar trigliserida dan meningkatkan kadar HDL kolesterol pada penderita diabetes, yang berpotensi mengurangi risiko komplikasi kardiovaskular.

Pangan rendah IG juga berperan dalam manajemen berat badan, yang merupakan faktor penting dalam pengendalian diabetes. Sebuah studi oleh Bertalina dan Aindyati (2016) menunjukkan bahwa diet rendah IG dapat membantu dalam pemeliharaan berat badan jangka panjang, yang sangat bermanfaat bagi penderita diabetes tipe 2 yang sering mengalami obesitas. Lebih lanjut, konsumsi pangan rendah IG dapat membantu mengurangi risiko komplikasi diabetes jangka panjang.

Penelitian oleh Livesey *et al.* (2019) menunjukkan bahwa diet rendah IG dapat menurunkan risiko retinopati diabetik dan penyakit ginjal kronis pada penderita diabetes. Meskipun demikian, penting untuk dicatat bahwa manfaat pangan rendah IG harus dilihat dalam konteks diet keseluruhan dan gaya hidup. Evert *et al.* (2019) menekankan bahwa pendekatan nutrisi yang individual, mempertimbangkan preferensi personal dan tujuan terapi, tetap menjadi kunci dalam manajemen diabetes yang efektif.

2.5 Tinjauan Umum Tentang Beras Analog Sebagai Alternatif Pangan Rendah IG

2.5.1 Definisi Beras Analog Sebagai Alternatif Pangan Rendah IG

Beras analog adalah produk yang dibuat untuk menyerupai beras, baik dari segi bentuk, ukuran, maupun penampakan, tetapi terbuat dari bahan non-beras seperti umbi-umbian atau sereal lain (Budijanto & Yuliana, 2015; Sattu *et al.*, 2024). Beras analog dapat dibuat dari berbagai sumber karbohidrat seperti jagung, singkong, kedelai, sorgum, dan ubi jalar kuning. Penggunaan bahan-bahan ini memungkinkan produksi beras analog dengan kandungan gizi

yang dapat disesuaikan, termasuk indeks glikemik yang lebih rendah dibandingkan beras konvensional (Noviasari *et al.*, 2015).

Komposisi beras analog umumnya terdiri dari beberapa komponen utama. Menurut Budijanto & Yuliana (2015), tepung atau pati non-beras menyumbang 15-85% berat kering, yang dapat berasal dari berbagai sumber seperti umbi-umbian, sereal non-padi, atau kacang-kacangan. Pati, yang berfungsi sebagai bahan pengikat, juga berkontribusi 15-85% berat kering. Kandungan air dalam adonan beras analog biasanya berkisar antara 30-50% dari total berat, meskipun jumlahnya dapat bervariasi tergantung pada metode pembuatan (Noviasari *et al.*, 2015).

2.5.2 Proses Pembuatan Beras Analog

Proses pembuatan beras analog melibatkan beberapa tahap utama. Pertama, bahan-bahan ditimbang sesuai formulasi dan dicampur hingga homogen (Dwiutami *et al.*, 2023). Selanjutnya, campuran bahan kering ditambahkan air dan diaduk hingga membentuk adonan yang sesuai. Pembentukan butiran dapat dilakukan melalui dua metode utama: metode ekstrusi dan metode granulasi.

Dalam metode ekstrusi, adonan dimasukkan ke dalam ekstruder (ulir tunggal atau ganda) dan dipanaskan pada suhu di atas 70°C, melibatkan proses pencampuran, pemanasan, pembentukan adonan, dan pencetakan dalam satu tahap (Sumardiono *et al.*, 2021). Metode ini sangat efektif dalam pembuatan beras analog karena menghasilkan beras yang menyerupai beras asli dengan bentuk bulat lonjong.

Metode granulasi melibatkan pencampuran adonan pada suhu 30-80°C, yang kemudian dicetak menggunakan granulator. Setelah pembentukan butiran, beras analog dikukus untuk proses gelatinisasi pati (Pudjihastuti *et al.*, 2018). Tahap akhir meliputi pengeringan hingga mencapai kadar air yang diinginkan, biasanya di bawah 15% agar beras aman untuk waktu penyimpanan yang lebih lama.

Pengeringan merupakan salah satu tahapan penting dalam pembuatan beras analog fungsional. Penelitian menunjukkan bahwa suhu pengeringan 70°C memiliki laju pengeringan paling tinggi dan mencapai kadar air kesetimbangan dengan periode yang lebih cepat dibandingkan dengan variasi lainnya (Dwiutami *et al.*, 2023). Hasil pengujian pada penelitian ini didapatkan nilai kadar air sebesar 5,20% – 10,85%.

Proses pembuatan ini dapat bervariasi tergantung pada bahan baku yang digunakan dan karakteristik akhir yang diinginkan dari beras analog. Misalnya, dalam pembuatan beras analog berbasis ubi jalar kuning ungu, ditemukan bahwa suhu pengeringan tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai warna, kandungan proksimat, dan sifat fungsional (Sumardiono *et al.*, 2021). Namun, aktivitas antioksidan yang diperoleh cukup tinggi (64,09 – 64,47%) sehingga produk berpotensi menjadi pangan fungsional.

2.5.3 Karakteristik Beras Analog

Karakteristik beras analog yang penting meliputi kadar air, diameter butiran, daya serap air, kerapatan curah, dan daya pengembangan. Kadar air beras analog umumnya berkisar antara 6-14%, tergantung pada metode pengeringan yang digunakan (Sumardiono *et al.*, 2021). Diameter butiran beras analog biasanya didesain untuk menyerupai beras konvensional, dengan ukuran antara 3,3-4,7 mm (Tamrin dkk., 2022). Daya serap air beras analog cenderung lebih tinggi dibandingkan beras konvensional karena sifat hidrofilik dari bahan baku yang digunakan. Hal ini dapat mempengaruhi tekstur dan palatabilitas beras analog setelah dimasak (Pudjihastuti *et al.*, 2018).

2.5.4 Potensi Beras Analog Sebagai Pangan Rendah IG

Beras analog memiliki potensi besar sebagai alternatif pangan rendah indeks glikemik. Penggunaan bahan baku seperti umbi-umbian dan sereal non-padi yang memiliki kandungan serat tinggi dan pati resisten dapat menghasilkan beras analog dengan indeks glikemik yang lebih rendah dibandingkan beras konvensional (Arif Abdullah *et al.*, 2018). Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa beras analog dapat memiliki indeks glikemik antara 41-55, yang tergolong dalam kategori rendah hingga sedang. Hal ini menjadikan beras

analog sebagai pilihan yang baik untuk manajemen diabetes dan pencegahan penyakit metabolik lainnya (Kurniawati *et al.*, 2016).

2.6 Tinjauan Umum Tentang Analisis Proksimat

Analisis proksimat merupakan metode analisis kimia untuk mengidentifikasi kandungan nutrisi dalam bahan pangan. Metode ini penting untuk menilai kualitas nutrisi dan sebagai dasar pengembangan produk pangan. Komponen yang dianalisis dalam analisis proksimat meliputi kadar air, abu, lemak, protein, karbohidrat, dan serat (Mamuaja & Lamaega, 2015).

2.6.1 Analisis Kadar Air

Kadar air merupakan parameter penting yang mempengaruhi kualitas dan daya simpan produk pangan. Analisis kadar air bertujuan untuk menentukan jumlah air yang terkandung dalam suatu bahan. Metode yang umum digunakan adalah pengeringan oven, di mana sampel dipanaskan pada suhu tertentu hingga mencapai berat konstan (Gav *et al.*, 2024).

Menurut Mamuaja dan Lamaega (2015), kadar air yang rendah pada produk beras analog diinginkan untuk menjaga daya tahan produk. Dalam penelitian mereka, kadar air beras analog yang dihasilkan adalah 8,59%, yang masih berada di bawah batas maksimum kadar air untuk beras. Kadar air yang rendah dapat menghambat pertumbuhan mikroba dan memperpanjang umur simpan produk.

2.6.2 Analisis Kadar Abu

Analisis kadar abu dilakukan untuk mengetahui kandungan mineral total dalam bahan pangan. Metode yang umum digunakan adalah pengabuan kering, di mana sampel dibakar pada suhu tinggi (sekitar 550°C) hingga semua bahan organik terbakar habis dan hanya tersisa abu (Smith *et al.*, 2023). Mamuaja dan Lamaega (2015) melaporkan kadar abu beras analog sebesar 2,62%. Kadar abu yang lebih tinggi mengindikasikan kandungan mineral yang lebih banyak dalam produk. Informasi ini penting untuk menilai nilai gizi produk pangan.

2.6.3 Analisis Kadar Lemak

Analisis kadar lemak umumnya menggunakan metode ekstraksi Soxhlet dengan pelarut non-polar. Metode ini dapat menentukan jumlah lemak total dalam bahan pangan (Gav *et al.*, 2024). Dalam penelitian Mamuaja dan Lamaega (2015), kadar lemak beras analog yang dihasilkan adalah 1,86%. Kadar lemak yang relatif rendah ini dapat menjadi keunggulan produk, terutama untuk konsumen yang memperhatikan asupan lemak dalam diet mereka.

2.6.4 Analisis Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat sering ditentukan dengan metode *by difference*, yaitu dengan mengurangi persentase komponen lain (air, abu, lemak, protein) dari 100%. Mamuaja dan Lamaega (2015) melaporkan kadar karbohidrat beras analog sebesar 83,44%. Tingginya kadar karbohidrat ini menunjukkan bahwa produk tersebut dapat menjadi sumber energi yang baik, mirip dengan beras konvensional.

2.6.5 Analisis Kadar Protein

Analisis kadar protein umumnya menggunakan metode Kjeldahl, yang melibatkan tahap destruksi, destilasi, dan titrasi. Metode ini menentukan kandungan nitrogen total yang kemudian dikonversi menjadi kadar protein (Gav *et al.*, 2024). Dalam penelitian Mamuaja dan Lamaega (2015), kadar protein beras analog yang dihasilkan adalah 3,49%. Meskipun lebih rendah dibandingkan beras konvensional, nilai ini masih memberikan kontribusi protein yang cukup signifikan dalam diet.

2.6.6 Analisis Kadar Serat

Analisis kadar serat melibatkan hidrolisis sampel menggunakan asam dan basa kuat untuk menghilangkan komponen non-serat. Residu yang tersisa kemudian ditimbang untuk menentukan kadar serat kasar (Gav *et al.*, 2024). Mamuaja dan Lamaega (2015) melaporkan kadar serat kasar beras analog sebesar 0,09%. Meskipun relatif rendah, serat tetap memberikan manfaat bagi kesehatan pencernaan.

2.7 Tinjauan Umum Tentang Analisis Organoleptik

Uji hedonik, sebagai bagian dari uji afektif, sering digunakan untuk menilai tingkat kesukaan konsumen terhadap produk. Skala hedonik biasanya terdiri dari beberapa tingkat, misalnya dari "sangat tidak suka" hingga "sangat suka". Jumlah panelis yang dibutuhkan dalam uji hedonik bervariasi, namun umumnya minimal 30 panelis non-standar diperlukan untuk mendapatkan hasil yang valid (Lamusu, 2018).

Dalam analisis organoleptik, penampilan produk sering menjadi atribut pertama yang dinilai karena dapat diamati secara visual dan menjadi faktor utama yang menarik perhatian panelis. Aroma juga merupakan faktor penting dalam menentukan kelezatan makanan dan memiliki daya tarik tersendiri dalam menentukan rasa nikmat suatu produk. Tekstur mencerminkan struktur mikro dan makro suatu bahan, yang memengaruhi aliran dan deformasi. Penilaian tekstur meliputi aspek seperti kekerasan, kerenyahan, dan elastisitas (Ismanto, 2023).

Cita rasa, yang merupakan kombinasi rasa dan aroma, menjadi faktor kunci dalam penerimaan konsumen terhadap produk makanan. Rasa dinilai melalui indera pengecap dan sangat mempengaruhi pilihan konsumen. Produk dengan rasa yang kurang diterima, meskipun memiliki nilai gizi yang baik, akan sulit diminati oleh konsumen. Warna produk juga menjadi daya tarik utama dan sering digunakan konsumen untuk menilai mutu suatu bahan pangan secara cepat dan mudah (Lamusu, 2018).

2.8 Tabel Sintesis Penelitian Terkait Beras Analog dan Pengaruhnya Terhadap DM

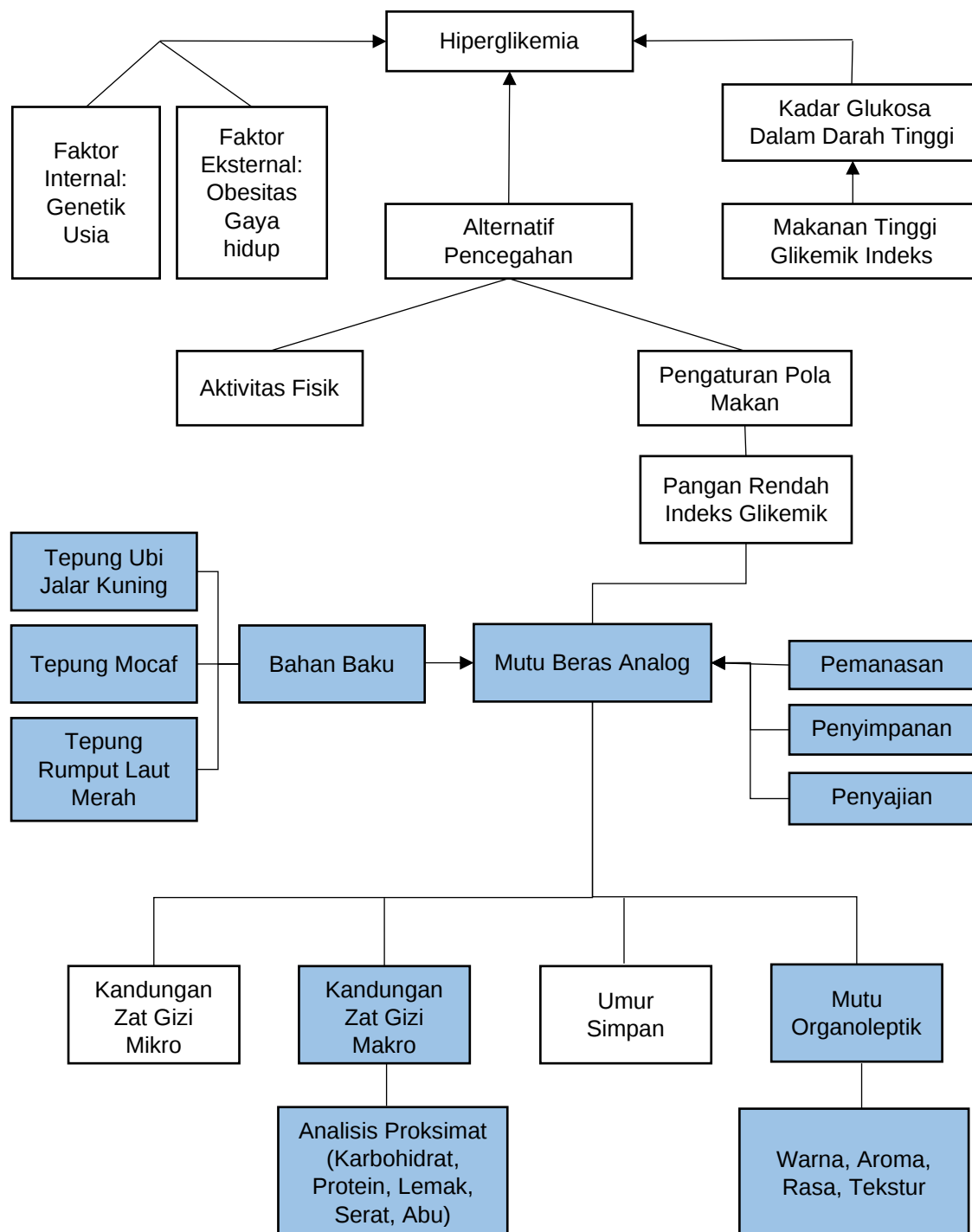
Tabel 2.1 Sintesa Penelitian

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Sampel Penelitian	Hasil Penelitian
1	Nugraheni, M., Purwanti, S., & Ekawatiningsih, P.	Impact of Analog Rice Derived from Different Composite Flours from Tubers, Germinated Legumes, and Cereals on Improving Serum Markers in Alloxan-Induced Diabetic Rats	Eksperimen in vivo pada tikus diabetes, uji proksimat, analisis glukosa darah, lipid, dan aktivitas antioksidan	Tepung ubi kayu, sorgum, legum germinasi, dan pati sagu	Beras analog memperbaiki glukosa darah, profil lipid, dan aktivitas antioksidan pada tikus diabetes.
2	Pangesti, A., Ratri, L. W., & Rahmadani, I.	Sifat Fisik, Kimia, dan Organoleptik Beras Analog Sagu dengan Kombinasi Tepung Ubi jalar kuning Ungu	Pengujian karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik	Sagu dan ubi jalar kuning ungu	Kombinasi menghasilkan tekstur optimal dan daya tahan produk tinggi.
3	Finirsa, M. A., Warsidah, W., & Sofiana, M. S. J.	Karakteristik Fisikokimia Beras Analog dari Kombinasi Rumput Laut Eucheuma cottoni, Mocaf dan Sagu	Eksperimen formulasi dengan analisis proksimat dan kimia	Rumput laut Eucheuma cottonii, mocaf, dan sagu	Produk memiliki kadar serat tinggi, kandungan air rendah, dan stabilitas warna baik.
4	Damat, D., Setyobudi, R. H., <i>et al.</i>	The Characteristics of Functional Analog Rice Made from Modified Arrowroot Starch and Corn Flour with Seaweed	Pengujian sifat fungsional dan karakteristik produk	Tepung arrowroot, tepung jagung, dan rumput laut	Beras analog memiliki indeks glikemik rendah dan kandungan serat tinggi.
5	Damat, D., Setyobudi, R. H., <i>et al.</i>	Characterization Properties of Extruded Analog Rice Developed from Arrowroot Starch with Addition of Seaweed and Spices	Teknologi ekstrusi panas dan analisis proksimat	Tepung arrowroot, rumput laut, dan rempah	Peningkatan kandungan serat dan karakteristik organoleptik yang menyerupai beras.
6	Nur, M., Damat, D., <i>et al.</i>	Characteristics of Rice Analogue from Composite Flour and Seaweed Puree	Formulasi menggunakan berbagai konsentrasi bahan	Tepung komposit (ubi kayu, jagung) dan rumput laut	Kombinasi menghasilkan profil gizi tinggi dan sifat fungsional optimal.

7	Hasbullah, U. H. A. A., <i>et al.</i>	Physical and Nutritional Properties of Analog Rice Based on Modified Cassava Flour and Modified Suweg Flour	Eksperimen proksimat, fisik, dan sensorik	Tepung mocaf dan tepung suweg	Beras analog memiliki sifat fungsional tinggi dengan tekstur optimal.
8	Noviasari, S., <i>et al.</i>	Chemical and Sensory Properties of Analogue Rice Based on Kimpul Flour (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>)	Uji proksimat dan evaluasi organoleptik	Tepung kimpul (talas)	Produk memiliki daya terima sensorik baik dengan kandungan serat yang tinggi.
9	Sumardiono, S., <i>et al.</i>	Production and Physicochemical Characterization of Analog Rice Obtained from Sago Flour, Mung Bean Flour, and Corn Flour Using Hot Extrusion Technology	Teknologi ekstrusi panas, analisis fisikokimia	Tepung sagu, tepung kacang hijau, dan tepung jagung	Teknologi ekstrusi menghasilkan tekstur menyerupai beras dengan sifat kimia stabil.
10	Mahendradatta, M., <i>et al.</i>	Development of Analog Rice Made from Cassava and Banana with the Addition of Katuk Leaf (<i>Sauropus androgynus</i> L. Merr.) and Soy Lecithin for Lactating Women	Uji formulasi dan analisis proksimat, nutrisi, serta sensorik	Tepung singkong, pisang, daun katuk, dan lesitin kedelai	Kombinasi bahan mendukung kebutuhan gizi ibu menyusui dengan daya terima organoleptik baik.

Kesimpulan dari analisis sepuluh artikel jurnal di atas menunjukkan bahwa pengembangan beras analog berbahan dasar lokal seperti ubi kayu, ubi jalar kuning, sagu, mocaf, jagung, rumput laut, kacang-kacangan, dan tepung umbi-umbian memiliki potensi besar dalam mendukung diversifikasi pangan sehat. Teknologi seperti ekstrusi panas dan formulasi bahan yang optimal memainkan peran penting dalam menghasilkan produk dengan tekstur menyerupai beras konvensional, stabilitas fisikokimia yang tinggi, dan daya terima sensorik yang baik. Selain itu, beras analog ini memiliki nilai fungsional yang signifikan, termasuk indeks glikemik rendah, kandungan serat tinggi, dan profil nutrisi yang mendukung kesehatan, khususnya bagi penderita diabetes, ibu menyusui, dan individu yang membutuhkan pangan sehat rendah kalori. Studi-studi ini juga menekankan pentingnya memanfaatkan bahan-bahan lokal untuk menciptakan produk inovatif yang tidak hanya mendukung kesehatan masyarakat tetapi juga berkontribusi pada ketahanan pangan yang berkelanjutan. Dengan demikian, beras analog berbasis lokal memiliki prospek luas sebagai alternatif pangan yang sehat dan ramah lingkungan.

2.9 Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

Sumber: Modifikasi Lestari & Zulkarnain (2021); Mulmuliana & Rachmawati (2022); Lauwis et al. (2023); Luthfianto dkk. (2019); Batubara dkk. (2024); Visyashree et al. (2024)