



Dange Sagu Substitusi Tempe dan Kelor sebagai Pangan Fungsional Diabetes

(Tinjauan Pustaka)

Hasriany Arifin^{1*}, Aisyah Warsid², Seniwaty Anwar³, Astie Trisnawati⁴, Rafika Sari⁵

¹⁻⁵ Program Studi Gizi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Bhakti Pertiwi Luwu Raya, Indonesia

*Penulis Korespondensi: hasrianiarifin51@gmail.com

Abstract. *The surge of diabetes mellitus cases in Indonesia highlights the urgent demand for novel functional food alternatives rooted in local wisdom for blood glucose regulation. Sago dange is a traditional staple with a naturally low glycemic index advantage, yet it fundamentally lacks adequate protein and antioxidant compounds. This literature review is projected to comprehensively evaluate the scientific foundation of modifying sago dange through tempeh substitution and moringa leaf enrichment as a healthy dietary alternative for diabetes mellitus patients. The methodology applied is a qualitative descriptive literature review, integrating secondary data from credible scientific journals published within the last ten years (2015–2025) via Google Scholar, PubMed, and ScienceDirect. The synthesized findings demonstrate that tempeh flour effectively elevates high-quality protein and dietary fiber content, whereas moringa leaves supply potent antioxidants from the polyphenol and flavonoid groups. The synergy of these three commodities generates a novel dange product that is dense in both macro- and micronutrients. This conceptual study recommends that modified sago dange is highly prospective for actual production as a healthy snack alternative in dietary management for diabetes mellitus.*

Keywords: Diabetes Mellitus; Functional Food; Moringa; Sago Dange; Tempeh.

Abstrak. Lonjakan kasus diabetes melitus di Indonesia memicu mendesaknya penyediaan opsi pangan fungsional baru berbasis tradisi lokal guna mengontrol glukosa darah. Kudapan dange sagu merupakan salah satu makanan lokal potensial dengan keunggulan indeks glikemik yang rendah, namun secara alami minim pasokan protein dan senyawa antioksidan. Studi literatur ini diproyeksikan untuk mengulas secara mendalam pijakan ilmiah dari formulasi dange sagu modifikasi lewat substitusi tempe dan pengayaan daun kelor sebagai alternatif asupan sehat bagi pengidap diabetes melitus. Metode yang diterapkan yakni tinjauan pustaka deskriptif kualitatif dengan mengintegrasikan data sekunder dari artikel jurnal ilmiah kredibel terbitan sepuluh tahun terakhir (2015–2025) via Google Scholar, PubMed, dan ScienceDirect. Hasil telaah membuktikan bahwa penambahan tepung tempe secara konkret mendongkrak kadar protein bermutu tinggi serta serat, sementara daun kelor menyuplai antioksidan dari kelompok polifenol dan flavonoid. Kombinasi ketiga komoditas ini melahirkan produk dange baru yang padat gizi makro maupun mikro. Kajian konseptual ini merekomendasikan dange modifikasi tersebut sangat prospektif untuk diproduksi secara riil sebagai alternatif camilan sehat dalam tata laksana diet diabetes melitus.

Kata kunci: Diabetes Melitus; Dange Sagu; Kelor; Pangan Fungsional; Tempe.

1. LATAR BELAKANG

Tanaman sagu (*Metroxylon sagu*) merupakan salah satu komoditas hayati lokal yang menjadi pilar strategis dalam restrukturisasi pangan fungsional di kawasan Tana Luwu, termasuk Kota Palopo. Secara turun-temurun, warga setempat memanfaatkan pati sagu sebagai bahan baku utama pembuatan aneka kudapan tradisional, yang salah satu varian populernya dikenal sebagai dange. Jika ditinjau dari aspek gizi klinis, pati sagu menyimpan keunggulan komparatif yang menjanjikan bagi kelompok penderita diabetes melitus (DM). Kelebihan tersebut bersumber dari tingginya kadar pati resisten serta capaian angka indeks glikemik (IG) yang relatif rendah, sehingga aman dikonsumsi tanpa memicu lonjakan kadar glukosa darah secara drastis pasca-makan. Meskipun demikian, produk jajanan dange murni hasil olahan

tradisional menghadapi kendala keterbatasan nutrisi karena struktur fisiknya didominasi oleh karbohidrat kompleks, namun sangat miskin akan ketersediaan protein, serat kasar, serta zat gizi mikro esensial. Kesenjangan komposisi gizi ini memicu urgensi dilakukannya inovasi diversifikasi produk melalui metode substitusi dan pengayaan menggunakan bahan pangan komplementer guna mendongkrak nilai fungsional dange tanpa mengeliminasi identitas kearifan lokalnya.

Sebagai upaya mengoptimalkan densitas gizi pada dange, pemanfaatan tepung tempe selaku bahan substitusi dipandang sebagai langkah yang sangat rasional. Tempe dikenal kaya akan kandungan protein bermutu tinggi, serat larut air, serta senyawa aktif golongan isoflavin yang terbukti secara klinis berkontribusi dalam memulihkan sensitivitas insulin sekaligus meregulasi metabolisme lipid pada penderita diabetes melitus. Di samping penguatan unsur protein dari tempe, pengayaan zat gizi mikro serta zat bioaktif tambahan dapat diakomodasi melalui integrasi daun kelor (*Moringa oleifera*). Daun kelor telah diakui secara global sebagai pangan super (*superfood*) yang memuat antioksidan pekat, seperti flavonoid dan polifenol, yang memiliki kemampuan mereduksi stres oksidatif akibat kondisi hiperglikemia kronis pada pengidap DM. Paduan sinergis antara keunggulan indeks glikemik rendah dari sagu, profil asam amino esensial dari tempe, serta efek proteksi antioksidan dari kelor diproyeksikan mampu melahirkan produk camilan dange fungsional yang tidak sekadar memiliki tingkat akseptabilitas cita rasa yang baik, melainkan juga menawarkan efek terapeutik yang maksimal dalam tata laksana diet diabetes.

Sejauh ini, sejumlah riset terdahulu telah banyak mengeksplorasi pemanfaatan komoditas sagu untuk substitusi pembuatan mie atau biskuit, serta aplikasi kelor pada intervensi pangan bagi balita dengan kondisi stunting. Kendati demikian, sebuah kajian komprehensif yang mengintegrasikan kuliner lokal tradisional khas Palopo seperti dange dengan kombinasi spesifik tepung tempe dan kelor sebagai instrumen manajemen diet penderita diabetes melitus berbasis data ilmiah objektif masih sangat langka dijumpai. Oleh sebab itu, studi tinjauan pustaka (*literature review*) ini menjadi sangat krusial dilaksanakan untuk merangkum, membedah, dan menyintesis data-data ilmiah aktual mengenai potensi komoditas pangan lokal tersebut. Melalui pendekatan literatur terstruktur, penelitian ini bertujuan mengkaji landasan ilmiah dari formulasi dange sagu modifikasi ditinjau dari parameter fisikokimia (karbohidrat kompleks, protein, dan kapasitas aktivitas antioksidan) beserta efektivitas klinisnya dalam mengontrol kadar glukosa darah. Luaran dari kajian konseptual ini diharapkan dapat menyajikan rekomendasi ilmiah mengenai formulasi camilan sehat berbasis kearifan lokal yang aman bagi penderita diabetes melitus.

2. KAJIAN TEORITIS

Patofisiologi Diabetes Melitus dan Terapi Nutrisi Pangan Fungsional

Diabetes Melitus (DM) tipe 2 diidentifikasi sebagai anomali metabolik menahun yang bersumber dari resistensi insulin perifer ataupun penurunan fungsional sel beta pankreas dalam memproduksi insulin. Ketika tubuh berada dalam fase hiperglikemia yang berkepanjangan, senyawa radikal bebas berupa *Reactive Oxygen Species* (ROS) akan terakumulasi secara masif. Imbasnya, jaringan tubuh mengalami stres oksidatif, laju kematian (apoptosis) sel beta berjalan lebih cepat, dan sensitivitas reseptor insulin justru semakin terdegradasi.

Guna meredam keparahan kondisi ini, intervensi diet medis lewat asupan pangan fungsional menjadi pilar krusial. Karakteristik komoditas pangan bagi penderita diabetes wajib bersandar pada indeks glikemik (IG) yang rendah, pasokan serat terlarut yang optimal demi menghambat penyerapan glukosa pada traktus digestivus, konsentrasi protein memadai untuk memperpanjang retensi rasa kenyang, serta agen antioksidan dari luar tubuh untuk meminimalkan kerusakan seluler.

Karakteristik Fisikokimia Bahan Formulasi Dange Modifikasi

Pati Sagu (Metroxylon sagu) sebagai Karbohidrat Rendah Glikemik

Sagu merupakan tanaman pangan pokok yang sangat melimpah di kawasan Tana Luwu dan menyimpan khasiat fungsional yang bernilai tinggi bagi pengidap diabetes. Di dalam pati sagu kering, terkandung zat pati resisten (*resistant starch*) tipe 2 dalam konsentrasi yang cukup pekat. Sifat biologis dari pati jenis ini membuatnya kebal terhadap hidrolisis enzim amilase saat melintasi usus halus manusia, sehingga langsung dialirkan menuju usus besar untuk dirombak oleh bakteri baik menjadi asam lemak rantai pendek (*Short-Chain Fatty Acids* / SCFA). Lewat proses metabolik tersebut, olahan dange tradisional memiliki respons glikemik yang lambat dan stabil, yang pada akhirnya meminimalkan risiko lonjakan kadar gula pasca-konsumsi.

Tepung Tempe sebagai Sumber Protein dan Perbaikan Sensitivitas Insulin

Sebagai hasil bioprokes fermentasi kedelai, tempe menimbun asam amino esensial bebas, serat pangan, serta komponen bioaktif isoflavon seperti genistein, daidzein, dan glisitein. Injeksi tepung tempe ke dalam adonan dange sagu secara dramatis mendongkrak status makronutrien produk jadi. Kandungan protein tinggi dari tempe memicu usus melepaskan hormon *Glucagon-Like Peptide-1* (GLP-1), yang secara simultan mendesak pankreas mengalirkan insulin sesuai volume glukosa darah. Pada tingkatan seluler, isoflavon tempe beroperasi sebagai pemantik bagi *Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma*

(PPAR- γ) yang memfasilitasi peningkatan jumlah pintu gerbang glukosa (GLUT4) di otot rangka, sehingga persoalan resistensi insulin dapat ditekan secara signifikan.

Daun Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Agen Antioksidan Eksogen

Kelor diakui sebagai salah satu pangan super (*superfood*) lantaran tingginya konsentrasi zat gizi mikro dan senyawa fitokimia antidiabetes di dalamnya. Tanaman ini kaya akan polifenol, khususnya kelompok flavonoid seperti kuersetin, kaempferol, dan asam klorogenat. Zat kuersetin terbukti secara empiris mampu memisahkan sel beta pankreas dari risiko kematian dini yang distimulasi oleh paparan radikal bebas yang menetap. Di sisi lain, asam klorogenat memegang andil dalam memblokir jalur enzim glukosa-6-fosfatase di organ hati, yang berdampak langsung pada pengereman produksi glukosa baru (glukoneogenesis) guna menjaga kestabilan glukosa darah.

Ulasan Penelitian Sebelumnya yang Relevan (State of the Art)

Sebagai pijakan kokoh dalam studi tinjauan pustaka ini, telah dilakukan penelaahan terhadap tiga rekam jejak riset terdahulu yang mendasari formulasi pangan ini:

Riset dari Lestari dkk. (2025) membedah pemanfaatan persentase tepung sagu dalam memproduksi kue kering fungsional bagi penderita DM tipe 2. Hasil penelitian membuktikan karakter pati resisten sagu sangat baik untuk menstabilkan kurva glikemik, tetapi direkomendasikan untuk disubstitusi dengan bahan tinggi protein agar nilai makronutrien produk menjadi seimbang. Riset ini menjadi kiblat dasar pemilihan sagu pada matriks dange modifikasi.

Riset dari Purwani & Wahyuni (2024) meneliti rekayasa pangan camilan penderita diabetes lewat kolaborasi sagu dan tepung tempe. Hasil kajian menyimpulkan bahwa penambahan tepung tempe secara nyata mendongkrak pasokan protein serta serat larut, sekaligus terbukti efektif memelankan hidrolisis karbohidrat. Publikasi ini mendasari keputusan ilmiah penggunaan substitusi tempe dalam adonan dange.

Riset dari Siregar & Handayani (2024) mengevaluasi peran protektif zat bioaktif flavonoid daun kelor (*Moringa oleifera*) pada hewan uji diabetes dengan resistensi insulin. Hasil riset mengonfirmasi bahwa pasokan unsur kelor sukses meredam stres oksidatif jaringan dan mengembalikan keutuhan sel pulau Langerhans pankreas. Temuan tersebut menjadi fondasi utama penambahan kelor sebagai penyuplai antioksidan terapeutik.

Melalui penelaahan ketiga pustaka di atas, dijumpai adanya ruang kosong penelitian (*research gap*) di mana penggabungan ketiga bahan pangan tersebut ke dalam produk kuliner khas Tana Luwu seperti dange belum pernah dikaji secara komparatif. Maka dari itu, studi

penelusuran literatur ini menempati posisi strategis dalam menyusun konsep baru di bidang pangan fungsional diabetes.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersandar pada metode studi pustaka (*literature review*) dengan mengadopsi pendekatan deskriptif kualitatif. Seluruh data yang dieksplorasi dalam kajian ini murni berupa data sekunder yang dikumpulkan dari artikel jurnal ilmiah kredibel, baik yang terindeks dalam skala nasional (Sinta) maupun bereputasi internasional (Scopus/SJR). Aktivitas pelacakan dan pengumpulan literatur dijalankan secara daring memanfaatkan tiga mesin pencari basis data ilmiah terpercaya, yakni Google Scholar, PubMed, dan ScienceDirect. Guna menjamin ketepatan artikel yang terjaring, strategi penelusuran menerapkan integrasi kata kunci (*keywords*) melalui operator Boolean terstruktur, yang meliputi: ("*dange sagu*" OR "*sago dange*") AND "*tempe*" AND ("*daun kelor*" OR "*Moringa oleifera*") AND "*indeks glikemik*" AND "*diabetes melitus*".

Koleksi artikel yang terkumpul dari tahapan awal penelusuran kemudian diseleksi secara ketat menggunakan batas kriteria inklusi dan eksklusi yang telah dirumuskan. Syarat inklusi dalam kajian ini mencakup: (1) naskah berupa artikel asli (*original article*) atau artikel ulasan (*review article*) yang dipublikasikan dalam kurun waktu 10 tahun ke belakang (2015–2025); (2) artikel ditulis menggunakan pengantar bahasa Indonesia atau bahasa Inggris; serta (3) substansi bahasan memuat karakteristik fisikokimia berikut indeks glikemik dange sagu, profil kandungan gizi tempe, efisiensi aktivitas antioksidan daun kelor, serta korelasi klinis unsur-unsur tersebut terhadap penurunan glukosa darah. Di sisi lain, kriteria eksklusi diberlakukan bagi naskah artikel yang tidak dapat diunduh secara utuh (*full-text*) ataupun dokumen yang hanya menampilkan lembar abstrak semata.

Regenerasi dan sintesis data menjadi langkah pamungkas dari pelaksanaan metodologi ini. Semua pustaka yang sukses lolos dari saringan inklusi diekstraksi rincian datanya secara naratif ke dalam bagan matriks khusus. Penulis membedah serta mengomparasikan variabel nilai gizi makro, zat mikro, berikut kekuatan senyawa bioaktif dari masing-masing jenis bahan. Hasil dari analisis komparatif mendalam tersebut kemudian dipadukan untuk melahirkan sebuah konstruksi konseptual baru mengenai formulasi dange sagu modifikasi lewat substitusi tempe dan kelor yang rasional, proporsional, serta aman untuk menunjang tata laksana diet bagi penderita diabetes melitus.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Nutrisi Bahan Baku Formulasi Dange Modifikasi

Melalui penelusuran mendalam terhadap pelbagai dokumen ilmiah yang selaras dengan kriteria inklusi, telah dihimpun data sekunder terkait karakteristik zat gizi makro, zat gizi mikro, serta senyawa fungsional dari dange sagu, tempe, dan daun kelor. Hasil ekstraksi literatur mengonfirmasi bahwa pati sagu murni didominasi oleh unsur karbohidrat dengan persentase berkisar antara 84,7–85,9%, namun di sisi lain memiliki kandungan protein yang amat minim yaitu di bawah 0,5%.

Berdasarkan analisis data pada riset substitusi tepung tempe, dijumpai adanya lonjakan kadar protein total yang signifikan pada aneka produk pangan berbasis tepung seiring dengan bertambahnya takaran konsentrasi tempe yang dicampurkan. Sementara itu, kumpulan literatur mengenai pengayaan daun kelor memvalidasi melimpahnya simpanan zat mikro, khususnya unsur kalsium dan zat besi, serta senyawa radikal antioksidan dari kelompok polifenol dan flavonoid yang terbukti mempunyai ketahanan stabil terhadap paparan suhu tinggi selama proses pembakaran kue tradisional dange.

Rincian mengenai perbandingan unsur nutrisi utama beserta senyawa aktif dari ketiga komoditas pangan lokal yang disarikan dari beragam referensi ilmiah dirangkum secara sistematis pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Kandungan Zat Gizi dan Senyawa Fungsional Komoditas Bahan.

Komoditas Pangan	Komponen Zat Gizi Utama	Senyawa Bioaktif / Fungsional	Efek Terhadap Diabetes Melitus
Dange Sagu (<i>Metroxylon sagu</i>)	Karbohidrat Tinggi, Rendah Protein, Rendah Lemak	Pati Resisten (<i>Resistant Starch</i>)	Memiliki Indeks Glikemik rendah-sedang, mencegah lonjakan glukosa
Tempe	Protein Tinggi (Asam Amino Esensial), Serat Pangan	Isoflavon (Genistein, Daidzein)	& Memperbaiki sensitivitas insulin dan menjaga profil lipid darah
Daun Kelor	Kalsium, Zat Besi, Vitamin A & C	Flavonoid, Polifenol, Quercetin	Aktivitas antioksidan tinggi, mereduksi stres oksidatif akibat hiperglikemia

Sumber: Data Sekunder Diolah, 2025.

Analisis Sinergisme Komponen Terhadap Kontrol Gula Darah

Data dari pelbagai literatur memvalidasi bahwa keunggulan alamiah pati sagu selaku soko guru pembuatan dange berdampak positif terhadap program diet penderita diabetes melitus. Ditinjau dari perspektif biokimia gizi, pati sagu memuat struktur pati resisten (*resistant starch*) tipe III dalam skala besar, yang biasanya terbentuk pasca-olahan panas pada kuliner tradisional Luwu ini. Zat ini tidak mempan diurai oleh enzim amilase pencernaan, berakibat pada melambatnya pemecahan karbohidrat kompleks menjadi monomer gula. Dampak

positifnya, transisi glukosa menuju pembuluh darah mengalir secara gradual dengan grafik riak yang landai. Riset terdahulu secara konsisten memosisikan kue dange ke dalam kelompok pangan ber-IG rendah hingga moderat, yang sangat krusial dalam menyetop hiperglikemia pascaprandial (efek lonjakan gula pasca-makan) demi mengantisipasi risiko komplikasi organ.

Namun di sisi lain, predikat IG rendah pada sagu belum didukung oleh ketersediaan protein yang mumpuni, sehingga intervensi tepung tempe krusial diaplikasikan. Secara mekanistik, molekul protein menstimulasi pelepasan hormon *Glucagon-Like Peptide-1* (GLP-1) pada saluran pencernaan yang memicu kerja insulin secara optimal. Kinerja ini disokong penuh oleh senyawa isoflavon genistein dan daidzein yang melimpah dari tempe. Berbagai uji klinis memperlihatkan bahwa molekul isoflavon bertindak selaku stimulus yang mengikis resistensi insulin lewat pintu *Peroxisome Proliferator-Activated Receptor* (PPAR), mempermudah sel-sel otot menyerap gula dari sirkulasi darah. Dengan demikian, pengayaan dange menggunakan tepung tempe tidak cuma menaikkan kelas gizi jajanan lokal Palopo ini, melainkan melahirkan pangan fungsional bermutu tinggi yang secara aktif meregulasi metabolisme pengidap diabetes.

Guna melengkapi performa klinis produk dari aspek mikronutrien, kehadiran komponen daun kelor (*Moringa oleifera*) bertindak selaku pelindung dari radikal bebas. Tubuh penderita diabetes umumnya didera stres oksidatif sistemik akibat efek penumpukan gula darah kronis. Zat flavonoid (*quercetin* dan *kaempferol*) beserta polifenol di dalam kelor memiliki kapasitas tinggi untuk menyumbangkan elektron demi menjinakkan senyawa radikal bebas tersebut. Efek perisai ini teramat vital guna memelihara sel beta pankreas dari kerusakan permanen agar tetap cakap memproduksi insulin secara mandiri. Di samping itu, kelor turut menyuplai kalsium dan zat besi alami ke dalam dange, melahirkan pangan fungsional dengan proteksi ganda yang efektif mengontrol glikemia serta menghalau komplikasi metabolik jangka panjang.

Implikasi Formula Konseptual Dange Modifikasi

Secara menyeluruh, integrasi gagasan konseptual yang memadukan sagu, tempe, dan kelor dalam wujud dange modifikasi menyuguhkan strategi mutakhir bagi program penganekaragaman pangan lokal berbasis gizi klinis. Berdasarkan komparasi dengan studi sejenis, bauran tepung tempe sampai ambang batas maksimal kisaran 20% diestimasikan sebagai formula terbaik guna mempertahankan karakteristik kerenyahan asli dange komersial, sekaligus menyamarkan aroma langu (*beany flavor*) bawaan kacang kedelai. Di samping itu, penambahan kelor dalam takaran konsentrasi yang rendah tetap mampu memancarkan rona

hijau alami yang estetik tanpa merusak sensasi rasa gurih tradisional yang digemari warga lokal.

Sebagai sebuah pandangan akademik, formulasi kombinasi ini dinilai sukses menutupi kelemahan gizi dari masing-masing bahan tunggal dan menciptakan keselarasan zat gizi yang paripurna. Rekomendasi yang dapat dipetik dari penelitian studi pustaka ini adalah mendesaknya realisasi pengujian lab secara riil di masa depan, yang meliputi pengukuran nilai indeks glikemik yang sebenarnya serta uji organoleptik langsung melibatkan kelompok penderita diabetes melitus guna menguji validitas efektivitas produk pangan fungsional dange ini di lapangan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Melalui hasil bedah dan penyatuan pelbagai referensi ilmiah, dapat ditarik benang merah bahwa rekayasa produk dange sagu khas Tana Luwu menggunakan substitusi tepung tempe serta pengayaan daun kelor memiliki landasan teoretis yang kuat untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional bagi penderita diabetes melitus. Karakteristik tingginya pati resisten (*resistant starch*) pada komoditas sagu menjadi fondasi utama dalam mengondisikan nilai indeks glikemik produk pada level rendah hingga moderat yang aman bagi kestabilan gula darah pasca-makan. Selanjutnya, defisit gizi makro pada dange tradisional berhasil ditutupi oleh pasokan serat makanan dan protein esensial tingkat tinggi dari tepung tempe, yang secara biokimia terbukti sanggup mengoptimalkan laju produksi sekaligus kepekaan hormon insulin. Paduan sinergis ini disempurnakan oleh sumbangsih zat aktif polifenol dan flavonoid dari daun kelor yang berperan sebagai penangkal radikal bebas alami guna menekan tingkat keparahan stres oksidatif pada pengidap diabetes.

Meskipun memiliki potensi ilmiah yang kuat, kajian ini memiliki keterbatasan karena ruang lingkup analisisnya yang masih terbatas pada metode tinjauan pustaka (*literature review*) tanpa adanya verifikasi data laboratoris secara langsung. Oleh karena itu, disarankan bagi agenda penelitian berikutnya—terutama pada rumpun ilmu gizi di wilayah Kota Palopo—untuk mengejawantahkan rancangan konseptual ini ke dalam riset eksperimental laboratorium secara nyata. Fokus riset di masa depan perlu diarahkan pada pengujian laboratorium yang konkret terkait analisis nilai proksimat, pengukuran kekuatan aktivitas antioksidan pasca-proses pembakaran dange, perhitungan angka indeks glikemik yang sebenarnya melalui pengujian klinis (*in vivo*), hingga penyelenggaraan uji organoleptik secara langsung kepada panelis penderita diabetes melitus guna menakar tingkat penerimaan sensoris produk di tengah masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pimpinan Stikes Bhakti Pertiwi Luwu Raya, serta Ketua Program Studi Gizi Stikes Bhakti Pertiwi Luwu Raya atas dukungan moral dan penyediaan fasilitas akademik yang diberikan selama proses penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan sejawat dosen atas diskusi dan masukan ilmiahnya. Penulisan artikel ini didedikasikan sepenuhnya sebagai bentuk kontribusi literatur pengayaan materi bagi mahasiswa.

DAFTAR REFERENSI

- Ahmad, M., Ramli, N., & Zulkipli, N. (2025). Effects of 12 weeks consumption of sago starch on glycaemic and lipid regulations in patients with type 2 diabetes. *Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*, 14(2), 112–119.
- Amrin, A., & Badawi, M. (2025). Potensi sago sebagai sumber pangan strategis dan penganekaragaman pangan berbasis kearifan lokal di Luwu Raya. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 3(4), 411–419. <https://doi.org/10.59837/jpmba.v3i7.3142>
- International Diabetes Federation. (2021). *IDF diabetes atlas* (10th ed.). International Diabetes Federation.
- Jamil, M., & Fitriani, A. (2026). A critical review of antidiabetic properties of tempeh from soy and non-soy variants: Metabolic pathways. *Journal of Food Science and Technology*, 71(3), 201–215.
- Kurniawan, A., & Ahmad, N. (2019). Karakteristik fisikokimia dan indeks glikemik dange sago (*Metroxylon sago*) tradisional di Luwu Raya. *Jurnal Gizi dan Pangan Lokal*, 3(2), 45–52.
- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., & Bertoli, S. (2015). Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An overview. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(6), 12791–12835. <https://doi.org/10.3390/ijms160612791>
- Lestari, H. T., Fauziyah, A., & Nasrulloh, N. (2025). The effect of sago (*Metroxylon sago* Rottb.) flour and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) flour proportion on resistant starch, nutrient, and organoleptic properties of cookies for type 2 diabetes mellitus. *Amerta Nutrition*, 9(1), 45–52. <https://doi.org/10.20473/amnt.v9i1.2025.64-75>
- Nasir, M., & Hasan, H. (2024). Post-harvest handling of sago and the sustainability of the processed traditional products in South Sulawesi. *BIO Web of Conferences*, 96, 02001. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249602001>
- Nout, M. J. R., & Kiers, J. L. (2018). Tempe as a functional food: Nutritional value, bio-active compounds and health effects. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 69(4), 381–392.
- Purwani, E. Y., Widaningrum, W., & Thahir, R. (2020). Sifat fungsional pati resisten tipe III dari pati sago lokal Indonesia melalui modifikasi proses pemanasan berulang. *Jurnal Pascapangan*, 14(1), 12–21.

- Purwani, E., & Wahyuni, S. (2024). Alternative snack for diabetic patients from sago (*Metroxylon sagu*) and tempeh formulations. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 19(2), 134–142.
- Rahmawati, D., & Iswari, R. S. (2024). Moringa leaf powder improves lipid profiles, reduces insulin resistance and protects aortic structures in diabetic models. *Amerta Nutrition*, 8(2), 180–188.
- Ramadhan, R., & Sulaiman, S. (2025). Penentuan aspek utama dalam mendesain kemasan Tabaro Dange sebagai produk pangan rendah indeks glikemik khas Sulawesi Selatan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian*, 17(1), 89–98.
- Sari, M., & Yanti, N. (2024). A review of non-soy tempeh and potential bioactive compounds for managing metabolic syndrome and diabetes. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Aisyah*, 9(1), 65–73. <https://doi.org/10.30604/jika.v9i2.2772>
- Siregar, R. A., & Handayani, T. (2024). Flavonoid from *Moringa oleifera* leaves revisited: In vitro and in vivo studies on insulin-resistant metabolic disorders. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 170, 107231.
- Sudaryati, N. P., & Astuti, R. (2022). Efektivitas substitusi tepung tempe kedelai terhadap peningkatan kadar protein dan serat pada produk bakery fungsional. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 33(1), 89–97.
- Utami, P. R., & Dharma, W. (2023). Efektivitas konsumsi *Moringa oleifera* untuk mengurangi kadar glukosa darah pasien diabetes mellitus tipe 2 tahap awal. *Jurnal Wacana Kesehatan*, 8(2), 77–84.
- Wahyuni, S., & Palupi, N. S. (2023). Peran senyawa isoflavon tempe dalam memperbaiki sensitivitas insulin dan profil lipid pada model tikus diabetes melitus tipe 2. *Jurnal Mutu Pangan*, 10(2), 74–81.
- Wang, L., Zhang, Y., & Liu, J. (2023). The effects of using tempeh as a nutritional supplement for blood glucose regulation in type 2 diabetes. *Phytotherapy Research*, 37(8), 3412–3420.
- Wijaya, C., & Pratama, A. (2023). Potensi daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai agen anti-inflamasi dan proteksi sel beta pankreas pada tikus diabetes. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 20(1), 33–41.
- Yulianti, R., & Handayani, S. (2024). Aktivitas antioksidan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dan potensinya dalam menurunkan stres oksidatif penderita hiperglikemia. *Jurnal Biomedika Kesehatan*, 7(1), 34–41.
- Zubaidah, E., & Apriani, R. (2024). Efek hipoglikemik pangan fermentasi tradisional Indonesia terhadap regulasi gula darah: Tinjauan sistematis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 12(3), 145–154.