Original Research

jurnal SAGO gizi dan kesehatan

Serat pangan, indeks glikemik, dan beban glikemik food bar berbasis tepung ubi jalar ungu, tepung ampas kelapa, dan sari jambu biji

Dietary fiber, glycemic index, and glycemic load of a food bar made with purple sweet potato flour, coconut pulp flour, and guava juice

SAGO: Gizi dan Kesehatan
2026, Vol. 7(3) 958-969
© The Author(s) 2026
DOI: http://dx.doi.org/10.30867/gikes.v7i3.3671
https://ejournal.poltekkesaceh.ac.id/index.php/gikes
Poltekkes Kemenkes Aceh

Sarah Al'zazilla[1], Ibnu Malkan Bakhrul Ilmi[2*]

Abstract

Background: Dietary fiber and postprandial glycemic responses matter in food development. Purple sweet potato, coconut pulp, and guava may influence the nutritional and glycemic properties of food bars.
Objectives: To determine the dietary fiber content, glycemic index (GI), and glycemic load (GL) of an experimental food bar.
Methods: This experimental study was conducted in July–August 2026 at SIG Bogor and Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta. Dietary fiber was measured by an enzymatic–gravimetric method. Ten of 11 healthy adults aged 18–22 years completed a fixed-sequence crossover of glucose (F1), a commercial bar (F2), and the experimental bar (F3). A seven-day washout separated treatments, each providing 25 g of available carbohydrate. Capillary blood glucose was measured at 0, 15, 30, 45, 60, 90, and 120 minutes. GI was calculated from incremental areas under the curve (iAUC), and GL from GI and available carbohydrate per serving. The Friedman and Bonferroni-adjusted Wilcoxon tests were used to compare iAUC.
Results: The experimental bar contained 25.5 g of dietary fiber per 100 g. Its GI and GL were 20.8 ± 13.6 and 5.2 ± 3.4, respectively, both low. The commercial bar had a GI of 90.2 and a GL of 22.5, both classified as high. The iAUC differed among treatments ($p < 0.001$); F3 had lower iAUC than F1 and F2 (both $p = 0.005$).
Conclusion: The experimental food bar had high dietary fiber content and low GI and GL under the conditions studied.

Keywords:
Dietary fiber, food bar, glycemic index, glycemic load, type 2 diabetes mellitus

Abstrak

Latar Belakang: Serat pangan dan respons glikemik penting dalam pengembangan pangan. Ubi jalar ungu, ampas kelapa, dan jambu biji merupakan bahan lokal yang berpotensi memengaruhi karakteristik gizi dan glikemik food bar.
Tujuan: Menganalisis kandungan serat pangan, indeks glikemik (IG), dan beban glikemik (BG) food bar hasil pengembangan.
Metode: Penelitian eksperimental ini dilaksanakan pada Juli–Agustus 2026 di SIG Bogor dan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta. Serat pangan dianalisis menggunakan metode enzimatis–gravimetri. Dari 11 orang dewasa sehat berusia 18–22 tahun, 10 menyelesaikan uji crossover dengan urutan tetap: glukosa anhidrat (F1), food bar komersial (F2), dan food bar uji (F3). Setiap perlakuan menyediakan 25 g karbohidrat tersedia dengan jeda tujuh hari. Glukosa darah kapiler diukur pada menit ke-0, 15, 30, 45, 60, 90, dan 120. IG individual dihitung berdasarkan luas area inkremental di bawah kurva respons glukosa darah (iAUC), sedangkan BG dihitung berdasarkan IG dan karbohidrat tersedia per sajian. Perbedaan iAUC dianalisis menggunakan uji Friedman dan Wilcoxon dengan koreksi Bonferroni.

[1] Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Jakarta, Indonesia.
E-mail: 2310714033@mahasiswa.upnvj.ac.id
[2] Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Jakarta, Indonesia.
E-mail: ibnuilmi@upnvj.ac.id

Penulis Koresponding:
Ibnu Malkan Bakhrul Ilmi: Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Jakarta, Indonesia.
E-mail: ibnuilmi@upnvj.ac.id

Diterima: 20/10/2026 Revisi: 09/11/2026 Disetujui: 17/11/2026 Diterbitkan: 22/11/2026

Hasil: Food bar uji mengandung 25,5 g serat pangan per 100 g. Nilai IG dan BG masing-masing sebesar 20,8 ± 13,6 dan 5,2 ± 3,4 (rerata ± SD), keduanya termasuk kategori rendah. Food bar komersial memiliki IG 90,2 dan BG 22,5, keduanya berkategori tinggi. Terdapat perbedaan iAUC antarperlakuan ($p < 0,001$); iAUC F3 lebih rendah dibandingkan F1 dan F2 (keduanya $p = 0,005$).
Kesimpulan: Food bar hasil pengembangan mempunyai kandungan serat pangan tinggi serta nilai IG dan BG rendah pada kondisi pengujian ini.

Kata Kunci:
Beban glikemik, diabetes melitus tipe 2, food bar, indeks glikemik, serat pangan

Pendahuluan

Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) merupakan penyakit tidak menular yang menjadi masalah kesehatan masyarakat utama di dunia dan Indonesia (Naki et al., 2025). Data Federasi Diabetes Internasional (IDF) tahun 2024 memperkirakan 589 juta penduduk usia 20-79 tahun menderita diabetes, setara dengan 11,11% populasi dewasa global (Genitsaridi et al., 2026). Di Indonesia, diperkirakan 20,4 juta penduduk usia 20-79 tahun menderita diabetes, menempatkan Indonesia pada peringkat kelima dunia dengan jumlah penyandang diabetes tertinggi (Genitsaridi et al., 2026). SKI 2023 melaporkan prevalensi diabetes melitus penduduk usia ≥15 tahun sebesar 2,2% meningkat dibandingkan Riskesdas 2018 sebesar 2% (Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan, 2024; Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2019).

Penatalaksanaan DMT2 dilakukan secara komprehensif melalui empat pilar, yaitu edukasi, terapi gizi medis, latihan jasmani, dan terapi farmakologis untuk mencapai pengendalian glikemik optimal dan mencegah komplikasi (Soelistijo et al., 2021). Dalam terapi gizi medis DMT2, pemilihan pangan berdasarkan kualitas karbohidrat dilakukan melalui pola makan rendah indeks glikemik (IG) dan beban glikemik (BG), disertai konsumsi pangan tinggi serat (Gerontiti et al., 2024). Pola makan rendah IG dan BG dapat meminimalkan fluktuasi glukosa darah serta memperbaiki kontrol glikemik. Peningkatan konsumsi serat dapat memperbaiki kontrol glikemik melalui peningkatan sensitivitas insulin dan dukungan terhadap kesehatan metabolik (Minari et al., 2023).

Pengembangan produk pangan berbasis pangan lokal dapat meningkatkan nilai tambah komoditas pertanian serta pemanfaatan sumber daya lokal menjadi produk bernilai gizi dan ekonomi lebih tinggi (Purwaningsih et al., 2021). Salah satu komoditas potensial adalah ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L.*) yang mengandung karbohidrat kompleks dan serat pangan 16% (Rosell et al., 2024), serta antosianin dan fenolik yang berkontribusi pada aktivitas antioksidan serta antiinflamasi (Alam, 2021). Pati resisten ubi ungu difermentasi mikrobiota usus menjadi asam lemak rantai pendek (SCFA) terutama asetat, propionat, dan butirat (Z. Wang et al., 2024). Kandungan serat tersebut dapat ditingkatkan melalui kombinasi dengan tepung ampas kelapa.

Ampas kelapa merupakan hasil samping pengolahan daging kelapa yang umumnya dibuang atau dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Syahputri et al., 2023). Tepung ampas kelapa mengandung 86,65% karbohidrat, 7,84% lemak, dan 2,15% protein (Azis & Akolo, 2018), serta serat pangan yang didominasi serat tidak larut, berupa hemiselulosa, selulosa, dan lignin (Tan et al., 2023). Serat tersebut dapat memperlambat pencernaan pati melalui pembentukan penghalang fisik pada matriks pangan sehingga memperlambat akses enzim pencernaan pati, dan berpotensi mengurangi respons glikemik (Chi et al., 2022; Zhang et al., 2022). Sementara itu, jambu biji merupakan sumber vitamin C, dan senyawa bioaktif yang berpotensi memberi efek antidiabetes melalui aktivitas antioksidan dan antiinflamasi (Thembane et al., 2024). Penambahan sari buah jambu biji diharapkan meningkatkan karakteristik sensori dan penerimaan produk oleh konsumen.

Food bar merupakan produk pangan berbentuk batang yang praktis dikonsumsi dan dapat dikembangkan dari berbagai bahan pangan bergizi (Muti et al., 2025). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemberian *food bar* tinggi serat berbahanjagung dan kacang hijau selama tujuh hari dapat menurunkan kadar glukosa darah pasien DMT2 (Marbun et al., 2023). Sementara itu, penelitian terhadap *snack bar* berbasis tepung kedelai telah mengevaluasi indeks glikemik (IG), respons glikemik, dan beban glikemik (BG) pada

subjek sehat, serta menunjukkan potensi produk tersebut menghasilkan respons glikemik yang rendah (Nurdin et al., 2022). Pengembangan *food bar* berbasis tepung ubi ungu, tepung ampas kelapa, dan sari buah jambu biji didasarkan pada pertimbangan karakteristik komposisi bahan serta potensi pemanfaatannya dalam formulasi produk. Tepung ubi ungu digunakan sebagai salah satu sumber karbohidrat, sedangkan tepung ampas kelapa dimanfaatkan sebagai sumber serat pangan. Proporsi kedua tepung ditentukan berdasarkan pertimbangan formulasi dan percobaan awal, dengan variasi bertahap sebesar 5 g pada masing-masing tepung dan jumlah total tepung dipertahankan sebesar 50 g. Pengaturan proporsi tersebut dilakukan untuk memperoleh kombinasi bahan yang sesuai dalam pembentukan matriks *food bar*. Sementara itu, sari buah jambu biji digunakan sebagai komponen cair dalam formulasi. Secara teoritis, perbedaan komposisi dan struktur matriks pangan dapat memengaruhi aksesibilitas karbohidrat terhadap enzim pencernaan, sehingga berpotensi memengaruhi proses pencernaan karbohidrat dan respons glikemik (Capuano & Janssen, 2021). Meskipun penelitian mengenai *food bar* dan *snack bar* telah dilakukan menggunakan berbagai bahan pangan, kajian terhadap formulasi yang mengombinasikan tepung ubi ungu, tepung ampas kelapa, dan sari buah jambu biji masih terbatas. Selain itu, pengukuran kandungan serat pangan total, IG, dan BG secara bersamaan pada formulasi tersebut diperlukan untuk memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh mengenai karakteristik serat dan glikemiknya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis kandungan serat pangan total, IG, dan BG *food bar* berbasis tepung ubi ungu, tepung ampas kelapa, dan sari buah jambu biji. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan data empiris mengenai karakteristik serat dan glikemik produk yang dikembangkan serta menjadi dasar bagi penelitian lanjutan terkait pengembangan pangan berbasis bahan lokal.

Metode

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan pendekatan *in vitro* dan *in vivo*. Analisis *in vitro* dilakukan untuk menentukan kandungan serat pangan total (*Total Dietary Fiber*/TDF) pada produk *food bar* menggunakan metode enzimatis-gravimetri di Laboratorium SIG Bogor. Pengujian dilakukan terhadap dua *batch* sampel dengan masing-masing *batch* dianalisis secara duplo. Hasil pengujian dinyatakan dalam gram per 100 gram sampel.

Pengujian *in vivo* dilakukan untuk menentukan indeks glikemik (IG) dan beban glikemik (BG) menggunakan desain eksperimental dengan rancangan *crossover*. Setiap subjek menerima tiga perlakuan, yaitu pangan acuan (F1), pangan komersial (F2), dan pangan uji (F3), dengan urutan pemberian yang sama pada seluruh subjek tanpa randomisasi maupun *counterbalancing*. Antarperiode pengujian diberikan jeda *washout* selama tujuh hari untuk mengurangi kemungkinan efek sisa dari perlakuan sebelumnya (*carryover effect*). Namun, urutan perlakuan yang tidak diacak dan tidak diseimbangkan berpotensi menimbulkan *period effect* dan *sequence effect*, sehingga hal tersebut menjadi salah satu keterbatasan penelitian. Pangan komersial berupa produk *multigrain food bar* dengan klaim sumber serat digunakan sebagai pembanding karena memiliki bentuk dan kategori yang sama, tetapi berbeda dalam komposisi bahan utama sehingga memungkinkan perbandingan respons glikemik antara produk hasil pengembangan dan produk komersial sejenis.

Penelitian berlangsung selama dua bulan, yaitu Juli–Agustus 2026. Analisis kandungan serat pangan dilakukan di Laboratorium Saraswanti Indo Genetech (SIG) Bogor, sedangkan pembuatan produk serta pengujian IG dan BG dilakukan di Laboratorium Gizi Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta. Penelitian ini telah disetujui Komisi Etik Penelitian, Universitas Prima Indonesia tanggal 24 Juni 2026, nomor: 091/KEPK/UNPRI/VI/2026. Seluruh subjek penelitian telah diberikan penjelasan mengenai tujuan, prosedur, manfaat, dan potensi risiko penelitian sebelum berpartisipasi serta diminta memberikan persetujuan tertulis (*informed consent*). Kerahasiaan data subjek dijaga dengan menggunakan kode identifikasi sebagai pengganti identitas pribadi pada pencatatan dan analisis data, serta membatasi akses terhadap data penelitian hanya kepada pihak yang berwenang.

Subjek penelitian merupakan dewasa sehat berusia 18–22 tahun dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) 18,5–25 kg/m² dan kadar glukosa darah puasa (GDP) normal (70–99 mg/dL), tidak merokok, tidak mengonsumsi alkohol, tidak

menggunakan obat yang dapat memengaruhi metabolisme glukosa, serta bersedia mengikuti prosedur penelitian dengan menandatangani *informed consent*. Rekrutmen subjek dilakukan melalui penyebaranformulir pendaftaran daring disertai pertanyaan mengenaikesesuaian dengan kriteria penelitian. Seleksi dilakukan melalui peninjauan riwayat kesehatan, penggunaan obat, kebiasaan merokok dan konsumsi alkohol, serta pengukuran antropometri untuk menentukan IMT. Status metabolisme glukosa diperiksa melalui pengukuran GDP setelah puasa selama 10 jam menggunakan darah kapiler (*finger prick*). Calon subjek dengan hasil GDP di luar rentang 70–99 mg/dL tidak memenuhi kriteria inklusi. Sebelum pengujian, subjek diinstruksikan untuk berpuasa selama 10 jam, tidak merokok, tidak mengonsumsi alkohol, dan menghindari aktivitas fisik berat guna meminimalkan variasi respons glikemik.

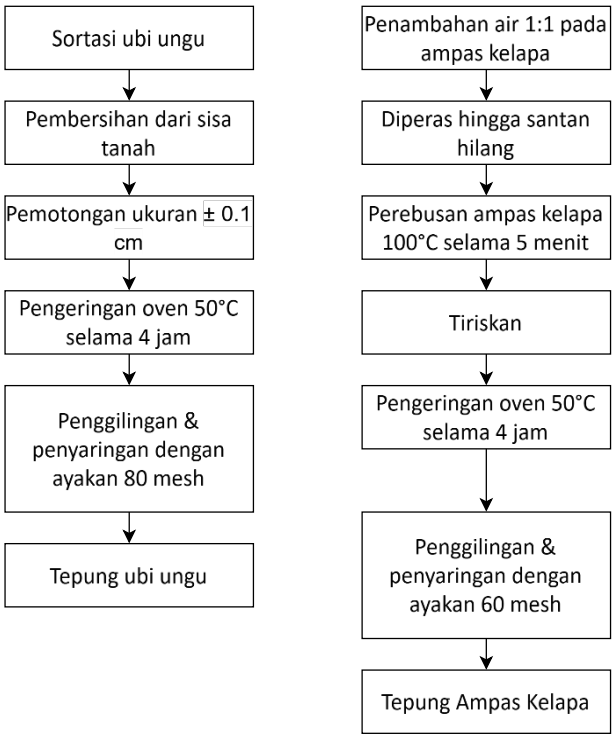
Jumlah minimum subjek yang ditargetkan untuk analisis adalah sebanyak 10 orang yang menyelesaikan seluruh rangkaian pengujian, dengan mengacu pada ketentuan uji indeks glikemik pada ISO 26642:2010 dan Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 1 Tahun 2022 mengenai klaim glikemik. Untuk mengantisipasi *dropout*, jumlah subjek ditambah 10% sehingga jumlah subjek 11 orang (Althubaiti, 2023). Dari 11 subjek yang direkrut, satu subjek tidak menyelesaikan seluruh rangkaian pengujian karena hasil pemeriksaan GDP berulang kali berada di luar rentang kriteria inklusi. Dengan demikian, sebanyak 10 subjek menyelesaikan pengujian dan dimasukkan dalam analisis akhir.

Pengujian indeks glikemik dilakukan setelah subjek menjalani puasa selama 10 jam sebelum setiap sesi pengujian. Subjek diinstruksikan untuk tidak mengonsumsi alkohol pada malam sebelum pengujian, tidak merokok sebelum pengujian, serta menghindari aktivitas fisik berat pada pagi hari pengujian. Sebelum pemberian pangan, kadar glukosa darah puasa (GDP) diperiksa untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria penelitian, yaitu 70–99 mg/dL. Pengambilan darah dilakukan oleh tenaga medis menggunakan metode *finger-prick capillary blood sampling* dan glukometer EasyTouch milik laboratorium universitas. Sebelum digunakan, fungsi alat diperiksa dengan memastikan perangkat dapat menyala dan melakukan uji coba pengukuran glukosa pada peneliti. Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan sebelum konsumsi pangan pada menit ke-0, kemudian dilanjutkan pada menit ke-15, 30, 45, 60, 90, dan 120 setelah *food bar* selesai dikonsumsi. Pengujian pangan acuan glukosa dilakukan satu kali pada setiap subjek sebagai dasar perhitungan indeks glikemik individual. Frekuensi pengujian ini belum memenuhi rekomendasi ISO 26642:2010 yang menganjurkan pengujian pangan acuan minimal dua kali, dan idealnya tiga kali, pada hari yang berbeda. Antarperlakuan diberikan jeda *washout* selama tujuh hari untuk meminimalkan kemungkinan efek sisa (*carryover effect*) (T. Wang et al., 2016). Luas area tambahan di bawah kurva respons glukosa darah (*incremental area under the curve*/iAUC) dihitung menggunakan metode trapesium dengan mengabaikan area di bawah nilai glukosa darah awal. Nilai IG individual dihitung dengan membandingkan iAUC pangan uji terhadap iAUC pangan acuan glukosa pada subjek yang sama, kemudian dikalikan 100%. Pangan acuan glukosa diuji satu kali pada setiap subjek. Nilai IG kelompok dihitung berdasarkan rata-rata nilai IG individual seluruh subjek.

Kurva respons glikemik dan tabulasi data disusun menggunakan Microsoft Excel 2021, sedangkan analisis statistik dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics versi 26. Hasil utama penelitian adalah luas area di bawah kurva (AUC) glukosa darah selama 120 menit, dengan subjek penelitian (n = 10) sebagai unit analisis. Analisis kadar glukosa darah pada setiap titik waktu pengukuran (0, 15, 30, 45, 60, 90, dan 120 menit) serta nilai AUC dilakukan dengan mempertimbangkan pengukuran berulang pada subjek yang sama. Normalitas data diperiksa menggunakan uji Shapiro-Wilk. Data kadar glukosa darah yang memenuhi asumsi parametrik dianalisis menggunakan *Repeated Measures ANOVA*, dengan pemeriksaan asumsi sphericity dan koreksi Greenhouse-Geisser apabila diperlukan. Data yang tidak memenuhi asumsi parametrik dianalisis menggunakan uji Friedman. Perbandingan nilai AUC ketiga perlakuan dilakukan menggunakan uji Friedman karena terdapat kelompok dengan distribusi data tidak normal. Apabila terdapat perbedaan signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji perbandingan berpasangan menggunakan *Pairwise Comparison* dengan koreksi Bonferroni untuk analisis parametrik dan *Wilcoxon Signed-Rank* dengan koreksi Bonferroni untuk analisis nonparametrik. Seluruh analisis menggunakan

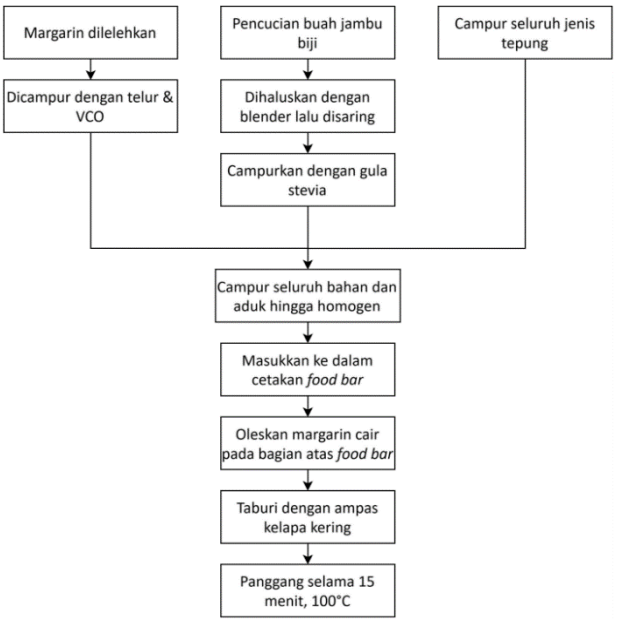
tingkat signifikansi α = 0,05. Pengujian ketiga jenis pangan dilakukan dengan urutan yang sama pada seluruh subjek dan jeda *washout* tujuh hari antarperiode pengujian.

Tahap awal meliputi pembuatan tepung ubi ungu dan tepung ampas kelapa dengan rincian sebagai berikut:



Gambar 1. Proses pembuatan tepung

Dilanjutkan dengan proses pembuatan *food bar* sebagai berikut:



Gambar 2. Proses pembuatan food bar

Hasil

Kandungan Gizi dan Penentuan Berat Sampel Uji

F1, F2, dan F3 diberikan dengan berat setara 25 gram karbohidrat tersedia. Berdasarkan peraturan BPOM Nomor 1 Tahun 2022, pangan yang diuji mengandung 50 gram karbohidrat tersedia, namun untuk menghindari porsi uji yang terlalu besar, dapat diberikan 25 gram karbohidrat tersedia. Kandungan karbohidrat, serat, dan pangan uji (Tabel 1).

Tabel 1. Kandungan serat, karbohidrat, dan berat uji

Kandungan	F2 (per porsi 35,7 g)	F3 (per porsi 77,16 g)	F2 (per 100 g)	F3 (per 100 g)
Serat pangan (g)	1,67	19,68	5	25,5
Karbohidrat Total (g)	26,67	44,68	75	57,9
Karbohidrat Tersedia* (g)	25	25	70	32,4
Berat Pangan Uji** (g)	35,7	77,16	-	-

*Karbohidrat Tersedia = Karbohidrat Total (*by difference*) – Serat Pangan. **Berat Pangan Uji = (25 gram : Karbohidrat Tersedia) x 100

Formula F1 berupa larutan glukosa murni yang mengandung 25 gram karbohidrat tersedia, dilarutkan dalam 250 mL air, dan dihabiskan maksimal 15 menit. Formula F2 mengandung 25 gram karbohidrat tersedia dengan berat produk 35,7 gram dibulatkan menjadi 36 gram, sedangkan formula F3 mengandung 25 gram karbohidrat tersedia dengan berat 77,16 gram dibulatkan menjadi 77 gram.

Karakteristik Subjek

Sebanyak 11 subjek direkrut untuk mengikuti penelitian ini. Namun, satu subjek mengalami *dropout* pada sesi kedua, yaitu pengujian pangan komersial (F2), karena hasil pengukuran kadar glukosa darah puasa (GDP) sebesar 139 mg/dL, melebihi rentang kriteria inklusi yang ditetapkan, yaitu 70–99 mg/dL.

Pengukuran GDP telah diulang beberapa kali, tetapi hasilnya tetap berada di luar rentang

tersebut sehingga subjek tidak dapat melanjutkan pengujian. Seluruh data dari subjek tersebut, termasuk data yang telah diperoleh pada sesi sebelumnya, tidak diikutsertakan dalam analisis akhir untuk mempertahankan kelengkapan data berpasangan pada setiap perlakuan. Dengan demikian, analisis akhir dilakukan terhadap 10 subjek, yang terdiri atas 5 pria dan 5 wanita, dengan karakteristik sebagai berikut.

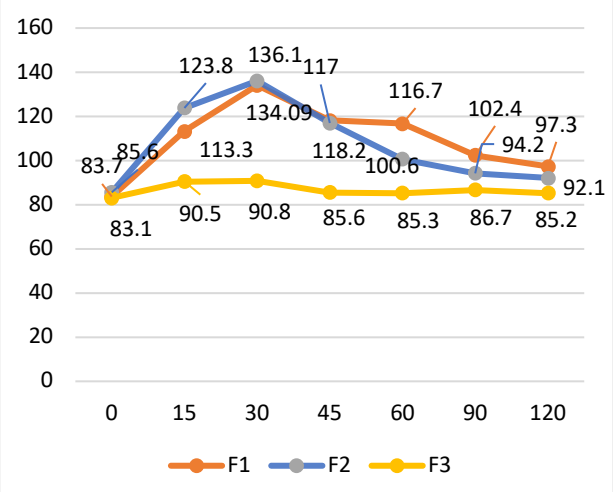
Tabel 2. Karakteristik subjek

Karakteristik	Hasil (n=10)
Jenis Kelamin	Pria 5 (50%)
	Wanita 5 (50%)
Usia (Tahun)	21,1 ± 0,74 (20–22)
Berat Badan (kg)	58,7 ± 8,58 (40–70)
Tinggi Badan (cm)	166,1 ± 9,59 (146–178)
IMT (kg/m²)	21,13 ± 1,83(18,7-23,9)

Sebanyak 10 subjek memiliki rerata usia 21,1 ± 0,74 tahun, dengan berat badan 58,7 ± 8,58 kg dan tinggi badan 166,1 ± 9,59 cm. Rerata IMT subjek sebesar 21,13 ± 1,83 kg/m², dengan rentang 18,7–23,9 kg/m² yang termasuk kategori normal menurut klasifikasi Kemenkes (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2025).

Respons Glukosa Darah

Kadar glukosa darah pada ketiga perlakuan meningkat hingga mencapai puncak pada menit ke-30. Puncak kadar glukosa darah pada F1, F2, dan F3 masing-masing sebesar 123,8 mg/dL, 136,1 mg/dL, dan 90,8 mg/dL. Setelah menit ke-30, kadar glukosa darah cenderung menurun hingga menit ke-120. Kurva respons glukosa darah disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva respons glukosa darah

Hasil pengukuran glukosa darah menunjukkan adanya variasi respons glikemik pada berbagai titik waktu setelah pemberian perlakuan. Perbandingan kadar glukosa darah antarkelompok pada setiap titik waktu dianalisis menggunakan uji Friedman karena pengukuran dilakukan secara berulang pada subjek yang sama. Hasil menunjukkan bahwa perbedaan antarkelompok pada menit ke-0 dan 120 tidak signifikan ($p > 0,05$), sedangkan perbedaan signifikan ditemukan pada menit ke-15 ($p < 0,001$), 30 ($p < 0,001$), 45 ($p = 0,002$), 60 ($p = 0,006$), dan 90 ($p = 0,044$). Untuk mengendalikan inflasi kesalahan tipe I akibat pengujian pada beberapa titik waktu, interpretasi hasil analisis per titik waktu dilakukan secara hati-hati dan ditempatkan sebagai analisis pendukung. Luaran utama respons glikemik dalam penelitian ini adalah nilai *incremental area under the curve* (iAUC), yang menggambarkan respons glukosa darah secara keseluruhan selama periode pengamatan.

Nilai Indeks Glikemik

Penentuan indeks glikemik (IG) dilakukan dengan membandingkan luas area di bawah kurva respons glikemik F2 dan F3 dengan F1. Perbandingan luas kurva tersebut menjadi dasar perhitungan IG untuk menggambarkan respons glukosa darah setelah konsumsi kedua *food bar* terhadap pangan acuan. Nilai IG masing-masing subjek kemudian dijumlahkan dan dirata-ratakan. Hasil perhitungan luas kurva dan nilai IG disajikan sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil perhitungan luas kurva

Responden	iAUC F1	iAUC F2	iAUC F3
R1	2305,66	3525	368,3
R2	4125	4050	1912,5
R3	3090	3307,5	537,72
R4	4177,5	3214,77	166,19
R5	3191,35	1690,5	386,25
R6	5152,5	2242,5	1297,5
R7	4627,5	1935,21	574,85
R8	4237,5	2415	772,5
R9	4102,5	2797,5	555
R10	1192,5	2423,44	505,86
Mean	3607,5	3330	707,67
Deviasi	731,8	834,76	519,18

Luas inkremental di bawah kurva respons glukosa darah (*incremental area under the curve*/iAUC) dihitung menggunakan metode trapesium berdasarkan perubahan kadar glukosa

darah pada menit ke-0, 15, 30, 45, 60, 90, dan 120 terhadap kadar glukosa darah puasa (menit ke-0) sebagai *baseline*. Perhitungan dilakukan dengan menjumlahkan luas area pada enam interval waktu pengukuran, yaitu 0–15, 15–30, 30–45, 45–60, 60–90, dan 90–120 menit. Area di bawah *baseline* tidak diperhitungkan sebagai area positif. Apabila kurva respons glukosa darah memotong *baseline* dalam suatu interval, hanya bagian area yang berada di atas *baseline* yang diperhitungkan dalam perhitungan iAUC.

iAUC = (Δ 0+Δ 15)/2(15) + (Δ 15+Δ 30)/2(15) + (Δ 30+Δ 45)/2(15) + (Δ 45+Δ 60)/2(15) + (Δ 60+Δ 90)/2(30) + (Δ 90+Δ 120)/2(30)

Keterangan:
- t = Waktu
- Δ = Perubahan Kadar Glukosa Darah

Tabel 4. Kategori nilai Indeks Glikemik (IG) *Food Bar*

Produk	Indeks Glikemik	Kategori*
F2	90,18 ± 52,41	Tinggi
F3	20,76 ± 13,59	Rendah

*Kategori = IG rendah ≤55, IG sedang 56-70, IG tinggi ≥71

$$\text{IG} = \frac{\text{AUC Pangan}}{\text{AUC Glukosa Murni}} \text{ x } 100\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan luas kurva, F1 memiliki rata-rata AUC tertinggi sebesar 3607,5± 731,8, sedangkan F2 dan F3 masing-masing sebesar 3330± 834,7 dan 707,67± 519,18. Hasil tersebut menunjukkan bahwa F3 menghasilkan AUC lebih rendah dibandingkan F1 dan F2. Variasi AUC antarresponden terbesar terdapat pada F2 (SD=834,7), diikuti F1 (SD=731,8) dan terkecil pada F3 (SD=519,18). Berdasarkan pengelompokan nilai IG, yaitu kategori rendah (≤55), sedang (56-70), dan tinggi (≥71) (Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa *food bar* tepung ubi ungu, tepung ampas kelapa, dan sari buah jambu biji (F3) termasuk ke dalam kategori indeks glikemik (IG) rendah.

Berdasarkan uji normalitas Shapiro–Wilk, data iAUC F1 dan F2 berdistribusi normal (p = 0,336 dan p = 0,874), sedangkan F3 tidak berdistribusi normal (p = 0,018). Oleh karena itu, perbedaan iAUC antarperlakuan dianalisis menggunakan uji Friedman. Hasil menunjukkan terdapat perbedaan iAUC yang signifikan antarperlakuan (χ^2 = 15,800; p < 0,001). Uji lanjut Wilcoxon dengan koreksi Bonferroni menunjukkan bahwa iAUC F3 berbeda signifikan dibandingkan F1 dan F2 (p = 0,005), sedangkan perbedaan antara F1 dan F2 tidak signifikan (p = 0,093). Hasil ini menunjukkan bahwa respons glukosa darah setelah konsumsi F3 memiliki luas area inkremental lebih rendah dibandingkan kedua perlakuan lainnya.

Nilai Beban Glikemik

Perhitungan nilai beban glikemik (BG) dilakukan untuk menggambarkan besarnya respons glikemik berdasarkan nilai IG dan jumlah karbohidrat tersedia dalam satu sajian. Hasil perhitungan beban glikemik disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kategori Beban Glikemik (BG) *Food Bar*

Produk	Beban Glikemik	Kategori*
F2	22,54 ± 13,10	Tinggi
F3	5,19 ± 3,40	Rendah

*Kategori = BG rendah <10, BG sedang 11-19, BG tinggi >20

$$\text{BG} = \frac{\text{Indeks Glikemik} \times \textit{Available Carbohydrate}}{100}$$

Berdasarkan perhitungan beban glikemik (BG), F2 memiliki nilai 22,54 ± 13,10, sedangkan F3 sebesar 5,19 ± 3,40. Perhitungan BG menggunakan jumlah karbohidrat tersedia sebesar 25 g per sajian, dengan ukuran sajian pangan uji masing-masing 35,7 g untuk F2 dan 77,16 g untuk F3. Karbohidrat tersedia dihitung berdasarkan karbohidrat total dikurangi serat pangan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa F3 memiliki BG lebih rendah dibandingkan F2. Perbedaan nilai BG menunjukkan bahwa BG tidak hanya dipengaruhi oleh indeks glikemik, tetapi juga jumlah karbohidrat tersedia dalam satu sajian.

Pembahasan

Berdasarkan peraturan BPOM Nomor 1 Tahun 2022, kandungan serat pangan total pada F3 sebesar 25,5 g per 100 g telah memenuhi persyaratan klaim tinggi/kaya serat. Serat pangan dapat memengaruhi pencernaan dan penyerapan karbohidrat melalui beberapa mekanisme, antara lain peningkatan viskositas isi saluran cerna serta pembatasan akses enzim pencernaan terhadap substrat, bergantung pada jenis dan sifat fisikokimia serat (Capuano, 2017; Giuntini et al., 2022). Ampas kelapa diketahui mengandung

komponen lignoselulosa, termasuk selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Mohd Zin et al., 2017). Namun, karena penelitian ini tidak menguji mekanisme tersebut secara langsung, kontribusi komponen serat ampas kelapa terhadap respons glikemik food bar F3 masih bersifat dugaan. Secara umum, konsumsi serat pangan tertentu, terutama serat yang memiliki sifat viskositas, dapat membantu memodulasi respons glukosa setelah makan; efeknya bergantung pada karakteristik serat dan matriks pangan.

Rendahnya nilai indeks glikemik *food bar* dalam penelitian ini sejalan dengan temuan bahwa kandungan *crude fiber* yang lebih tinggi termasuk *resistant starch* dan β-glukan berkaitan dengan nilai IG yang lebih rendah (Gbolagade et al., 2024). Hal ini juga didukung oleh penelitian substitusi tepung ampas kelapa sebanyak 6-14% pada nugget jamur tiram meningkatkan kadar serat dari 1,6 menjadi 4,1/100 gram (Putri, 2017), sementara substitusi 10-20% tepung ampas kelapa pada roti dapat menurunkan nilai IG dari 66,55 menjadi 38,85 serta menurunkan kadar glukosa darah menit ke-30 dari 148,6 menjadi 116,1 mg/dL.

Selain kandungan serat, tepung ubi ungu mengandung antosianin yang berpotensi memengaruhi respons glikemik melalui penghambatan aktivitas enzim pencernaan karbohidrat dan modulasi metabolisme glukosa. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa antosianin ubi ungu dapat memengaruhi ekspresi gen yang terlibat dalam glikolisis dan glukoneogenesis serta meningkatkan sensitivitas insulin, meskipun mekanisme tersebut terutama dilaporkan pada penelitian eksperimental (Jiang et al., 2020; Maqsood et al., 2025). Sari buah jambu biji juga mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang dilaporkan berpotensi menghambat transporter glukosa SGLT1 dan GLUT2 berdasarkan penelitian eksperimental (König et al., 2019). Selain itu, serat dan lemak dalam formulasi berpotensi memengaruhi kecepatan pencernaan, absorpsi, dan respons glukosa darah. Namun, kontribusi masing-masing komponen tersebut terhadap respons glikemik food bar dalam penelitian ini belum dapat dipastikan karena tidak diuji secara terpisah.

Selain serat dan senyawa bioaktif, rendahnya respons glikemik F3 juga diduga dipengaruhi oleh kandungan lemak dalam formulasi, yang berasal dari telur, margarin, dan *virgin coconut oil* (VCO). Lemak yang memasuki usus halus dapat merangsang sekresi hormon gastrointestinal, termasuk *glucagon-like peptide-1* (GLP-1), yang berperan dalam regulasi pengosongan lambung. Perlambatan pengosongan lambung dapat mengurangi kecepatan masuknya karbohidrat ke usus halus sehingga berpotensi memperlambat peningkatan kadar glukosa darah postprandial (Huber et al., 2024; Xie et al., 2022). Namun, mekanisme tersebut masih bersifat dugaan karena penelitian ini tidak mengukur pengosongan lambung maupun kadar GLP-1 secara langsung. Meskipun VCO mengandung asam lemak rantai sedang yang memiliki karakteristik pencernaan berbeda dari asam lemak rantai panjang, pengaruhnya terhadap respons glikemik dalam formulasi ini belum dapat dipastikan. Dengan demikian, rendahnya indeks glikemik *food bar pada*penelitian ini diduga berkaitan dengan kombinasi karakteristik serat pangan, kemungkinan kontribusi senyawa bioaktif, dan kandungan lemak dalam produk. Namun, karena mekanisme tersebut dan kontribusi masing-masing komponen tidak diukur secara terpisah, mekanismetersebut belum dapat dipastikan dari hasil penelitian ini.

Beban glikemik (BG) turut menentukan respons glukosa darah postprandial karena mempertimbangkan kualitas dan jumlah karbohidrat tersedia suatu pangan (Toh et al., 2020). Namun, BG dan IG tidak selalu berbanding lurus, karena IG hanya menggambarkan kualitas karbohidrat berdasarkan respons glukosa darah, sedangkan BG turut memperhitungkan jumlah karbohidrat per porsi.

Secara keseluruhan, *food bar* berbasis tepung ubi ungu, tepung ampas kelapa, dan sari buah jambu biji memiliki indeks glikemik dan beban glikemik yang tergolong rendah berdasarkan hasil pengujian pada penelitian ini. Hasil tersebut menunjukkan karakteristik glikemik produk yang berpotensi menjadi pertimbangan dalam pengembangan pangan dengan kandungan serat tinggi dan karakteristik glikemik rendah. Namun, temuan ini terbatas pada respons glikemik setelah konsumsi tunggal pada subjek dewasa muda sehat dan tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan efektivitas produk dalam mengendalikan glukosa darah pada penyandang diabetes melitus tipe 2 (DMT2). Manfaat klinis produk pada kelompok tersebut maupun dampak konsumsi jangka panjang masih memerlukan pengujian lebih lanjut. Pemanfaatanbahan lokal berpotensimenjadi

alternatif bahan baku pengembangan produk pangan. Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, yaitu jumlah subjek yang relatif kecil (10 orang), pengujian pangan acuan yang perlu dipertimbangkan dalam menilai ketepatan estimasi indeks glikemik, serta kemungkinan adanya *period effect* dan *sequence effect* pada desain *crossover* yang dapat memengaruhi respons glikemik. Selain itu, komponen bioaktif dalam produk belum dianalisis secara spesifik sehingga kontribusi masing-masing komponen terhadap respons glikemik belum dapat dipastikan. Karakteristikglikemik produk juga belum diuji pada kelompok usia lain atau populasi dengan kondisi klinis tertentu, termasuk penyandang DMT2. Nilai indeks glikemik dan beban glikemik dalam penelitian ini diukur pada subjek dewasa muda sehat setelah konsumsi tunggal, bukan pada penyandang diabetes melitus tipe 2 (DMT2), sehingga temuan ini belum dapat digeneralisasi pada kelompok usia atau kondisi klinis tertentu serta belum membuktikan efektivitas pengendalian glukosa darah maupun manfaat kesehatan pada konsumsi jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah subjek yang lebih besar dan lebih beragam, memastikan kecukupan pengulangan pengujian pangan acuan, mengendalikan kemungkinan efek periode dan urutan pada desain *crossover*, serta menganalisis komponen bioaktif secara spesifik untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi respons glikemik *food bar*.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa *food bar* berbahan tepung ubi ungu, tepung ampas kelapa, dan sari buah jambu biji (F3) memiliki kandungan serat pangan total 25,5 g per 100 g yang memenuhi persyaratan klaim tinggi/kaya serat. Produk memiliki indeks glikemik sebesar 20 dan beban glikemik sebesar 8,14 yang tergolong rendah.

Saran, penelitian selanjutnya perlu melibatkan lebih banyak subjek dan menganalisis komponen bioaktif secara spesifik untuk mengetahui kontribusi masing-masing bahan terhadap respons glikemik dan mengevaluasi potensi produk dalam penelitian terkait pengelolaan DMT2.

Deklarasi Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan terkait penelitian, kepengarangan, maupun publikasi artikel ini. Penelitian didanai secara mandiri oleh penulis. Penulis pertama berkontribusi dalam konseptualisasi, metodologi, analisis data, dan penyusunan naskah. Penulis kedua berkontribusi dalam supervisi, validasi, dan peninjauan. Penulis menggunakan perangkat kecerdasan buatan generatif untuk membantu penyempurnaan naskah. Seluruh isi telah ditinjau dan diverifikasi oleh penulis yang bertanggung jawab atas isi publikasi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Gizi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta dan Laboratorium Saraswanti Indo Genetech (SIG) yang telah memberikan dukungan fasilitas sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh responden yang telah berpartisipasi dengan sukarela dan rekan-rekan yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Rujukan

Alam, M. K. (2021). A comprehensive review of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam): Revisiting the associated health benefits. *Trends in Food Science & Technology, 115*, 512–529. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.001

Althubaiti, A. (2023). Sample size determination: A practical guide for health researchers. *Journal of General and Family Medicine, 24*(2), 72–78. https://doi.org/10.1002/jgf2.600

Azis, R., & Akolo, I. R. (2018). Karakteristik tepung ampas kelapa. *Journal of Agritech Science, 2*(2), 104–116. https://doi.org/10.30869/jasc.v2i2.256

Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan. (2024). *Laporan Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/hasil-ski-2023/

Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. (2019). Laporan nasional Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. https://repository.badan.kebijakan.kemkes.go.id/id/eprint/3514/

Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2022). Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 1 Tahun 2022 tentang pengawasan klaim pada label dan iklan pangan olahan. https://peraturan.bpk.go.id/Details/223956/peraturan-bpom-no-1-tahun-2022

Capuano, E. (2017). The behavior of dietary fiber in the gastrointestinal tract determines its physiological effect. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57(16), 3543–3564. https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1180501

Capuano, E., & Janssen, A. E. M. (2021). Food matrix and macronutrient digestion. Annual Review of Food Science and Technology, 12, 193–212. https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051646

Chi, C., Shi, M., Zhao, Y., Chen, B., He, Y., & Wang, M. (2022). Dietary compounds slow starch enzymatic digestion: A review. Frontiers in Nutrition, 9, Article 1004966. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1004966

Gbolagade, O. H., Oluwajuyitan, T. D., Aderinola, T. A., Oyeleye, I. S., Oboh, G., Arogundade, T. J., & Fagbemi, T. N. (2024). Quality assessment and in-vivo glycemic indices of snack bar from blends of plantain flour, soy meal and oat bran. Discover Food, 4(1), Article 162. https://doi.org/10.1007/s44187-024-00200-w

Genitsaridi, I., Salpea, P., Salim, A., Sajjadi, S. F., Tomic, D., James, S., Thirunavukkarasu, S., Issaka, A., Chen, L., Basit, A., Luk, A. O. Y., Ma, R. C. W., Mbanya, J.-C., Ramachandran, A., Wild, S. H., Duncan, B. B., Boyko, E. J., & Magliano, D. J. (2026). 11th edition of the IDF Diabetes Atlas: Global, regional, and national diabetes prevalence estimates for 2024 and projections for 2050. The Lancet Diabetes & Endocrinology, 14(2), 149–156. https://doi.org/10.1016/S2213-8587(25)00299-2

Gerontiti, E., Shalit, A., Stefanaki, K., Kazakou, P., Karagiannakis, D. S., Peppa, M., Psaltopoulou, T., & Paschou, S. A. (2024). The role of low glycemic index and load diets in medical nutrition therapy for type 2 diabetes: An update. Hormones, 23(4), 655–665. https://doi.org/10.1007/s42000-024-00566-7

Giuntini, E. B., Sardá, F. A. H., & de Menezes, E. W. (2022). The effects of soluble dietary fibers on glycemic response: An overview and futures perspectives. *Foods, 11*(23), Article 3934. https://doi.org/10.3390/foods11233934

Huber, H., Schieren, A., Holst, J. J., & Simon, M.-C. (2024). Dietary impact on fasting and stimulated GLP-1 secretion in different metabolic conditions: A narrative review. *The American Journal of Clinical Nutrition, 119*(3), 599–627. https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2024.01.007

Jiang, T., Shuai, X., Li, J., Yang, N., Deng, L., Li, S., He, Y., Guo, H., Li, Y., & He, J. (2020). Protein-bound anthocyanin compounds of purple sweet potato ameliorate hyperglycemia by regulating hepatic glucose metabolism in high-fat diet/streptozotocin-induced diabetic mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 68*(6), 1596–1608. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b06916

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2025). Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MENKES/509/2025 tentang pedoman nasional pelayanan klinis tata laksana obesitas dewasa. https://jdih.kemkes.go.id/documents/keputusan-menteri-kesehatan-nomor-hk0107menkes5092025

König, A., Schwarzinger, B., Stadlbauer, V., Lanzerstorfer, P., Iken, M., Schwarzinger, C., Kolb, P., Schwarzinger, S., Mörwald, K., Brunner, S., Höglinger, O., Weghuber, D., & Weghuber, J. (2019). Guava (*Psidium guajava*) fruit extract prepared by supercritical CO_2 extraction inhibits intestinal glucose resorption in a double-blind, randomized clinical study. *Nutrients, 11*(7), Article 1512. https://doi.org/10.3390/nu11071512

Maqsood, S., Basher, N. S., Arshad, M. T., Ikram, A., Kalman, D. S., Hossain, M. S., Laryea, E., &

Ibrahim, N. A. (2025). Anthocyanins from sweet potatoes (*Ipomoea batatas*): Bioavailability, mechanisms of action, and therapeutic potential in diabetes and metabolic disorders. *Food Science & Nutrition, 13*(9), Article e70895. https://doi.org/10.1002/fsn3.70895

Marbun, T. S. G., Susyani, S., & Podojoyo, P. (2023). Pengaruh pemberian food bar tinggi serat terhadap kadar glukosa darah pasien diabetes melitus tipe 2. *Journal of Nutrition College, 12*(2), 105–112. https://doi.org/10.14710/jnc.v12i2.35408

Minari, T. P., Tácito, L. H. B., Yugar, L. B. T., Ferreira-Melo, S. E., Manzano, C. F., Pires, A. C., Moreno, H., Vilela-Martin, J. F., Cosenso-Martin, L. N., & Yugar-Toledo, J. C. (2023). Nutritional strategies for the management of type 2 diabetes mellitus: A narrative review. *Nutrients, 15*(24), Article 5096. https://doi.org/10.3390/nu15245096

Mohd Zin, N. B., Mohamad Yusof, B., Oslan, S. N., Wasoh, H., Tan, J. S., Ariff, A. B., & Halim, M. (2017). Utilization of acid pre-treated coconut dregs as a substrate for production of detergent compatible lipase by *Bacillus stratosphericus*. *AMB Express, 7*(1), Article 131. https://doi.org/10.1186/s13568-017-0433-y

Muti, N., Salimi, Y. K., & Kasim, R. (2025). Studi pembuatan snack food bar berbahan dasar sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) dengan penambahan tepung sukun (*Artocarpus communis*). *Jambura Journal of Food Technology, 7*(2), 119–135. https://doi.org/10.37905/jjft.v7i02.32780

Naki, M. I., Sumariangen, A. B., & Tambengi, R. A. (2025). Diabetes mellitus tipe 2: Prevalensi, etiologi, dan penatalaksanaannya. *Public Health and Safety International Journal, 5*(1), 77–87. https://doi.org/10.55642/phasij.v5i01.981

Nurdin, N. M., Navratilova, H. F., Ekawidyani, K. R., & Kurniawan, M. Y. (2022). Soy flour snack bars lower glycaemic response in type 2 diabetes mellitus subjects: A randomised cross-over design. *Malaysian Journal of Nutrition, 28*(2), 163–175. https://doi.org/10.31246/mjn-2021-0054

Purwaningsih, I., Hardiyati, R., Zulhamdani, M., Laksani, C. S., & Rianto, Y. (2021). Current status of functional foods research and development in Indonesia: Opportunities and challenges. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 32*(1), 83–91. https://doi.org/10.6066/jtip.2021.32.1.83

Putri, M. F. (2017). Pemanfaatan tepung ampas kelapa sebagai sumber serat pangan dan aplikasinya pada nugget jamur tiram. *JKKP (Jurnal Kesejahteraan Keluarga dan Pendidikan), 4*(2), 77–85. https://doi.org/10.21009/JKKP.042.05

Rosell, M. de los Á., Quizhpe, J., Ayuso, P., Peñalver, R., & Nieto, G. (2024). Proximate composition, health benefits, and food applications in bakery products of purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and its by-products: A comprehensive review. *Antioxidants, 13*(8), Article 954. https://doi.org/10.3390/antiox13080954

Soelistijo, S. A., Suastika, K., Lindarto, D., Decroli, E., Permana, H., Sucipto, K. W., Kusnadi, Y., Budiman, Ikhsan, M. R., Sasiarini, L., Sanusi, H., Nugroho, K. H. H. S., & Susanto, H. (2021). *Pedoman pengelolaan dan pencegahan diabetes melitus tipe 2 dewasa di Indonesia 2021*. Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI).

Syahputri, N. F., Faridah, A., Syarif, W., & Mustika, S. (2023). Sensory analysis of breading flour from coconut pulp with different drying techniques. *Jurnal Pendidikan Tata Boga dan Teknologi, 4*(2), 272–279. https://doi.org/10.24036/jptbt.v4i2.8552

Tan, Y., Li, S., Liu, S., & Li, C. (2023). Modification of coconut residue fiber and its bile salt adsorption mechanism: Action mode of insoluble dietary fibers probed by microrheology. *Food Hydrocolloids, 136*, Article 108221. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108221

Thembane, N., Hlatshwayo, S., Ngcobo, M., Ngubane, P., & Gqaleni, N. (2024). Review on the anti-hyperglycemic potential of *Psidium guajava* and *Seriphium plumosum* L. *Plants, 13*(12), Article 1608. https://doi.org/10.3390/plants13121608

Toh, D. W. K., Koh, E. S., & Kim, J. E. (2020). Lowering breakfast glycemic index and glycemic load attenuates postprandial glycemic response: A systematically

searched meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition, 71*, Article 110634. https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.110634

Wang, T., Malone, J., Fu, H., Heilmann, C., Qu, Y., & Huster, W. J. (2016). Crossover design and its application in late-phase diabetes studies. *Journal of Diabetes, 8*(5), 610–618. https://doi.org/10.1111/1753-0407.12412

Wang, Z., Gao, M., Kan, J., Cheng, Q., Chen, X., Tang, C., Chen, D., Zong, S., & Jin, C. (2024). Resistant starch from purple sweet potatoes alleviates dextran sulfate sodium-induced colitis through modulating the homeostasis of the gut microbiota. *Foods, 13*(7), Article 1028. https://doi.org/10.3390/foods13071028

Xie, C., Huang, W., Watson, L. E., Soenen, S., Young, R. L., Jones, K. L., Horowitz, M., Rayner, C. K., & Wu, T. (2022). Plasma GLP-1 response to oral and intraduodenal nutrients in health and type 2 diabetes—Impact on gastric emptying. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 107*(4), e1643–e1652. https://doi.org/10.1210/clinem/dgab828

Zhang, H., Sun, S., & Ai, L. (2022). Physical barrier effects of dietary fibers on lowering starch digestibility. *Current Opinion in Food Science, 48*, Article 100940. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100940