

ANALISIS INDEKS GLIKEMIK DAN BEBAN GLIKEMIK MINUMAN SEREAL BERBASIS KEDELAI, OAT DAN MADU RANDU DENGAN PENAMBAHAN BUBUK DAUN KELOR

Hilmy Mumtaz¹, Ibnu Malkan Bakhrul Ilmi^{2*}

^{1,2} Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta
ibnuilmi@upnvj.ac.id

Abstrak

Diabetes melitus tipe 2 merupakan penyakit kronis akibat resistensi pada insulin. Pada tahun 2023 prevalensi DM tipe 2 di Indonesia usia ≥ 15 tahun terus meningkat hingga mencapai 11,7% pada usia produktif. Penerapan pola makan berbasis pangan alami dengan serat tinggi serta indeks glikemik rendah penting dalam pengendalian glukosa darah penderita DM tipe 2. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan nilai indeks glikemik dan beban glikemik pada minuman sereal uji dengan penambahan daun kelor serta membandingkannya dengan produk komersial. Penelitian menggunakan studi *true eksperimental* dengan rancangan *cross over* pada 10 subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Perlakuan diberikan tiga kali berupa glukosa murni, sereal komersial, dan sereal uji daun kelor dengan periode *washout* minimal tiga hari. Pengambilan glukosa darah pada menit ke-0, 15, 30, 45, 60, 90, 120 yang dilanjut dengan perhitungan Indeks glikemik dengan metode IAUC dan beban glikemik. Hasil menunjukkan bahwa sereal uji daun kelor memiliki nilai IG 50,71% (kategori rendah), sedangkan komersial 61,06% (kategori sedang). Nilai BG keduanya berada dalam kategori sedang, yaitu 12,67 dan 15,26. Disimpulkan bahwa sereal uji daun kelor efektif memberikan kontrol glukosa darah postprandial lebih stabil dikarenakan memiliki kandungan tinggi serat dan nilai indeks glikemik rendah.

Kata Kunci: *Beban Glikemik, Daun Kelor, Diabetes Melitus, Indeks Glikemik, Serat.*

Abstract

Type 2 diabetes melitus is a chronic disease caused by insulin resistance. In 2023, the prevalence of type 2 DM in Indonesia among people aged ≥ 15 years continued to increase, reaching 11.7% among people of productive age. The implementation of a natural food-based diet with high fiber and low glycemic index is important in controlling blood glucose in people with type 2 diabetes. This study aims to describe the glycemic index and glycemic load values of test cereal drinks with added moringa leaves and compare them with commercial products. The study used a true experimental design with a crossover design on 10 subjects who met the inclusion and exclusion criteria. The treatment was given three times in the form of pure glucose, commercial cereal, and moringa leaf test cereal with a minimum washout period of three days. Blood glucose was collected at 0, 15, 30, 45, 60, 90, and 120 minutes, followed by the calculation of the glycemic index using IAUC method and glycemic load. The results showed that the moringa leaf test cereal had a GI value of 50.71% (low category), while the commercial cereal had a value of 61.06% (moderate category). Both BG values were in the moderate category, at 12.67 and 15.26, respectively. It was concluded that the moringa leaf test cereal effectively provided more stable postprandial blood glucose control due to its high fiber content and low glycemic index value.

Keywords: *Diabetes Melitus; Fiber; Glycemic Index; Glycemic Load; Moringa Oleifera.*

@Jurnal Ners Prodi Sarjana Keperawatan & Profesi Ners FIK UP 2026

✉Corresponding author :

Address : Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta

Email : ibnuilmi@upnvj.ac.id

PENDAHULUAN

Diabetes melitus tipe 2 merupakan penyakit metabolik yang ditandai dengan adanya peningkatan kadar glukosa darah diakibatkan karena berkurangnya produksi insulin oleh sel- β pankreas atau terjadinya resistensi pada insulin (Fatimah, 2015). Menurut International Diabetes Federation (IDF) tahun 2024, jumlah penderita diabetes melitus di Indonesia mencapai 20,4 juta jiwa (IDF, 2025). Peningkatan secara signifikan kasus penderita diabetes di Indonesia terjadi pada kelompok usia produktif yaitu pada usia 35-44 tahun (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2018). Temuan ini diperkuat oleh hasil Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2024 menyatakan bahwa prevalensi keseluruhan penderita diabetes melitus di Indonesia sebesar 11,7% pada usia ≥ 15 tahun (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023). Peningkatan prevalensi ini berpotensi dalam menurunkan kualitas hidup dan meningkatkan risiko komplikasi jangka panjang, sehingga diperlukan adanya pengaturan pola makan yang baik (Afifah *et al.*, 2020).

Pengaturan pola makan pada penderita DM tipe 2 dianjurkan dengan mengonsumsi makanan yang memiliki kandungan tinggi serat dan karbohidrat kompleks (Handayani & Ayustaningwarno, 2014). Serat memiliki peranan penting dalam memperlambat proses penyerapan karbohidrat, sehingga membantu dalam menjaga kadar glukosa darah postprandial tetap stabil (Soviana & Maenasari, 2019). Apabila asupan serat tidak tercukupi, maka dapat mengganggu kontrol glikemik dan meningkatkan risiko terjadinya komplikasi pada penderita diabetes (Marlina *et al.*, 2019).

Sejalan dengan prinsip tersebut, sereal merupakan salah satu produk makanan yang pada umumnya memiliki kandungan serat yang tinggi serta nilai indeks glikemik tergolong rendah. Penelitian yang dilakukan pada minuman sereal berbasis sereal dan kacang-kacangan termasuk dalam kategori sereal dengan nilai indeks glikemik rendah (Purbowati & Septiani, 2024). Selain itu, sereal pada umumnya berbahan dasar dari sereal seperti gandum dan oat sebagai sumber karbohidrat kompleks. Sumber karbohidrat ini disarankan berdasarkan produk pangan berindeks glikemik rendah yang mampu menjaga kadar glukosa darah dalam rentang aman atau stabil. Akan tetapi, nilai indeks glikemik dan beban glikemik pada produk pangan tidak hanya dipengaruhi oleh bahan dasarnya saja, tetapi juga dipengaruhi oleh komposisi bahan tambahan, kandungan serat, serta proses pengolahannya (Ikatan Dokter Anak Indonesia, 2015).

Pada penderita diabetes melitus kronis akan terjadi peningkatan pembentukan radikal bebas dan menyebabkan terjadinya stres oksidatif yang dapat memicu proses peradangan atau inflamasi

(Angelita *et al.*, 2025). Daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu bahan pangan lokal yang memiliki aktivitas antidiabetes dan antioksidan, sehingga berpotensi memberikan manfaat dalam penatalaksanaan diet bagi penderita diabetes melitus secara efisien (Al-Malki & El Rabey, 2015). Aktivitas tersebut didukung dengan kandungan yang dimiliki daun kelor yaitu flavonoid yang bersifat antidiabetes dan anti-inflamasi, sehingga berperan dalam menurunkan glikemia akibat gangguan kerja insulin (Chairul *et al.*, 2024). Namun daun kelor memiliki kekurangan pada aspek rasa yang cenderung pahit, sehingga diperlukan perisa alami untuk meningkatkan daya terima minuman sereal.

Madu menjadi opsi terbaik sebagai perisa alami yang terdiri dari berbagai jenis berdasarkan sumber nektarnya, khususnya pada madu randu yang merupakan salah satu madu yang banyak dijumpai di pasaran Indonesia (Agrib *et al.*, 2017). Di samping madu sebagai perisa alami, madu mengandung senyawa bioaktif dan antioksidan alami potensial yang berperan dalam menetralkan radikal bebas dan mengurangi stres oksidatif dalam tubuh, sehingga bermanfaat dalam mendukung pencegahan penyakit degeneratif termasuk diabetes melitus (Ahmed *et al.*, 2018).

Meskipun beberapa penelitian telah mengkaji nilai indeks glikemik dan beban glikemik pada produk pangan tertentu telah tersedia, namun penelitian yang mengkaji mengenai pengaruh penambahan bubuk daun kelor dalam minuman sereal hingga saat ini jumlahnya masih terbatas yang terkhusus pada aspek indeks glikemik dan beban glikemik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai indeks glikemik dan beban glikemik sereal berbasis kedelai, oat, dan madu randu dengan penambahan bubuk daun kelor sebagai upaya mendukung pengembangan pangan fungsional lokal yang inovatif dalam pengelolaan diabetes melitus tipe 2 di Indonesia.

METODE

Penerapan desain penelitian menggunakan desain *true experimental* dengan rancangan *cross over* yang disertai dengan pengontrolan variabel, kelompok kontrol, dan pemberian perlakuan. Rancangan ini digunakan untuk membandingkan efek perlakuan pada setiap subjek. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur indeks glikemik dan beban glikemik minuman sereal berbasis kedelai, oat, madu dengan penambahan bubuk daun kelor, serta membandingkan respon glikemiknya pada setiap subjek berdasarkan perbedaan jenis perlakuan dan waktu pemberian. Penelitian ini dilakukan selama dua bulan, yaitu pada bulan Juli hingga Agustus 2025 bertempat di Laboratorium Gizi Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, serta dilakukan uji analisis zat gizi produk di Laboratorium Saraswanti Indo

Genetech Bogor. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dengan nomor 130/KEPK/UNPRI/VI/2025 yang disetujui pada tanggal 21 Juni 2025 oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan Universitas Prima Indonesia.

Responden yang berpartisipasi dalam penelitian berjumlah 10 orang, hal ini sejalan dengan penelitian Brouns (2005) merekomendasikan penggunaan 10 subjek dalam pengujian indeks glikemik karena jumlah tersebut dinilai mampu memberikan kekuatan dan tingkat presisi yang optimal pada sebagian besar pengukuran indeks glikemik (Brouns *et al.*, 2005). Responden dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Pada kriteria inklusi meliputi: (1) responden berusia 18-25 tahun, (2) memiliki IMT kategori normal 18,5-25,0 kg/m², (3) kadar glukosa darah puasa dalam rentang normal, (4) tidak memiliki riwayat penyakit diabetes melitus tipe 1 maupun tipe 2, (5) tidak sedang mengonsumsi obat-obatan yang dapat mempengaruhi kadar glukosa darah, (6) tidak merokok (7), bersedia menjalani prosedur pengambilan darah dan menandatangani *informed consent*. Selain itu terdapat kriteria eksklusi mencakup: (1) alergi terhadap bahan makanan standar atau makanan uji, (2) sakit ketika proses penelitian berlangsung, dan (3) mengundurkan diri dari penelitian.

Dalam proses pembuatan minuman sereal dibutuhkan pemilihan alat dan bahan yang higienis untuk meminimalisir risiko kontaminasi dari patogen. Penggunaan alat dan bahan digunakan dari yang sederhana maupun peralatan laboratorium untuk menunjang proses pembuatan yang efektif dan aman. Peralatan utama yang digunakan meliputi timbangan analitik, oven pengering, grinding machine, saringan tepung (80 mesh), panci, dan alat ukur. Sedangkan bahan yang digunakan mencakup kacang kedelai, rolled oat, daun kelor, madu randu, dan daun pandan. Pada pelaksanaan intervensi pemeriksaan glukosa darah yang diperlukan dalam proses pengambilan sampel dan pengukuran dapat dilakukan secara akurat dan higienis meliputi alat pengukur glukosa darah (glukometer), strip uji glukosa, lancet steril sekali pakai, sarung tangan medis, *alcohol swab*, dan *safety box*. Penggunaan alat dipersiapkan dengan kondisi steril serta memastikan keamanan sesuai prosedur.

Tahapan Pembuatan Sereal

Proses pembuatan minuman sereal diawali dengan pengolahan bahan baku berupa kedelai dan daun kelor. Biji kedelai dicuci hingga bersih lalu direndam menggunakan air hangat selama dua jam, dikupas dan direbus pada suhu 100°C selama 10 menit. Kemudian dikeringkan menggunakan oven pengering pada suhu 55°C selama 16 jam sebelum dihaluskan dan diayak menggunakan saringan 80 mesh hingga mendapatkan tesktur

seragam bubuk kedelai. Dilanjutkan dengan proses pembuatan bubuk daun kelor yaitu diawali menyortir daun dari batangnya lalu dicuci dan dilakukan blansir selama 1-2 menit sebelum dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 5 jam. Daun kelor kering kemudian dihaluskan dan diayak hingga diperoleh bubuk daun kelor siap pakai.

Minuman sereal dibuat dengan mencampurkan bubuk kedelai 20 gram, *rolled oat* 10 gram, dan bubuk daun kelor 5 gram, kemudian diseduh dengan 250 mL air hangat bersuhu ±50°C dan diaduk hingga homogen, selanjutnya ditambahkan madu randu 10 g sebagai pemanis alami sebelum dikonsumsi.

Tahapan Pengambilan Sampel Glukosa Darah

Sebelum pelaksanaan intervensi, seluruh responden menjalani puasa minimal 10 jam untuk memastikan glukosa darah berada dalam keadaan basal. namun diperbolehkan mengonsumsi air putih. Pengambilan glukosa darah dilakukan oleh tenaga perawat yang kompeten dan terlatih menggunakan metode pengambilan darah kapiler dengan tusukan di ujung jari sesuai dengan prosedur aseptik. Diawali pada area ujung jari dibersihkan menggunakan *alcohol swab*, kemudian dilakukan penusukan dengan lancet steril sekali pakai, dilanjutkan dengan pengukuran glukosa darah dengan alat glukometer melalui sampel darah kapiler.

Setiap responden menjalani tiga jenis intervensi secara berurutan yang meliputi intervensi pemberian minuman standar berupa glukosa murni, minuman sereal komersial, dan minuman uji dengan periode *washout* minimal tiga hari antar intervensi. Pada setiap intervensi pengambilan sampel glukosa darah kapiler dilakukan sebanyak tujuh kali, yaitu pembagian pada menit ke-0, 15, 30, 45, 60, 90, 120 setelah konsumsi minuman standar maupun uji (Rimbawan & Siagian, 2004).

Analisis Data

Hasil pengukuran dari kadar glukosa darah pada responden terlebih dahulu diolah secara manual menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Informasi yang diperoleh kemudian dipresentasikan dalam bentuk tabel dan kurva sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai data yang akan diolah. Selanjutnya dilakukan perhitungan luas area di bawah kurva dilakukan dengan metode *Incremental Area Under Curve* (IAUC) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$L = \frac{\Delta X t}{2} + \frac{\Delta Y t}{2}$$
$$L = \left(\frac{\Delta 15t}{2} + \Delta 30t + \frac{\Delta 15t - \Delta 30t}{2} + \Delta 45t + \frac{\Delta 30t - \Delta 45t}{2} + \Delta 60t + \frac{\Delta 45t - \Delta 60t}{2} + \dots \right)$$

Keterangan:

L = Luas di bawah kurva

T = Waktu

Δ = Perubahan Kadar glukosa darah

Berdasarkan hasil perhitungan IAUC, nilai tersebut selanjutnya akan digunakan dalam menentukan nilai indeks glikemik dan beban glikemik. Peran indeks glikemik yaitu menunjukkan dampak langsung karbohidrat pada kadar gula darah, sedangkan beban glikemik memberikan gambaran lengkap dengan mempertimbangkan jumlah porsi dalam sajian, rumus yang digunakan sebagai berikut (Brouns *et al.*, 2005):

Nilai Indeks Glikemik = $\frac{\text{IAUC UJI/KOMERSIAL}}{\text{IAUC ACUAN}} \times 100$

Beban Glikemik = $\frac{\text{Indeks glikemik} \times \text{total KH tersedia}}{100}$

Data hasil analisis pada penelitian akan dilakukan dengan menghitung IAUC sebagai indikator respon pada glukosa darah. Sebelum dianalisis terlebih dahulu akan diuji normalitas data menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Selanjutnya untuk melihat adanya perbedaan respon antar jenis intervensi digunakan pada IAUC dengan uji *repeated measures ANOVA*, apabila ditemukan adanya perbedaan yang signifikan maka dilanjutkan dengan uji lanjut *Pairwise Comparison* dengan metode *Bonferroni*. Seluruh pengolahan data dilakukan dengan menggunakan program SPSS versi 27 dengan tingkat signifikansi ($\alpha = 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Serat, Karbohidrat, dan berat uji

Pemberian pangan komersial dan uji disesuaikan dengan berat perlakuan yang sesuai dengan gramasi karbohidrat tersedia yaitu 25 gram setiap parameter. Dasar pemberian minuman sereal komersial dan sereal uji daun kelor dikarenakan penggunaan gramasi pada 50 gram karbohidrat tersedia terlalu besar dalam gramasi uji yang tidak memungkinkan, dikarenakan kandungan serat yang dimiliki sereal uji daun kelor cukup besar sehingga berpengaruh terhadap gramasi karbohidratnya. Hal ini sejalan dengan penelitian Hidayatullah menyampaikan bahwa pada pangan uji yang memiliki nilai indeks glikemik dalam kategori sedang hingga rendah akan memiliki gramasi yang besar jika disajikan dalam jumlah gramasi 50 gram karbohidrat tersedia, sehingga penyesuaian pada gramasi pangan uji indeks glikemik sedang dan rendah dapat direndahkan

menjadi 25 gram terkandung karbohidrat (Hidayatullah *et al.*, 2017). Tabel kandungan karbohidrat, serat, dan pangan uji disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Kandungan serat, karbohidrat, dan berat uji

Kandungan	Berat 25 (gram) Karbohidrat		Berat /100 (gram) produk	
	Sereal Komersial	Sereal Uji	Sereal Komersial	Sereal Uji
Serat (%)	1.32	11.01	4	14.91
Karbohidrat Total* (%)	26.32	36	80	48.76
Karbohidrat Tersedia* (%)	25.00	25.00	76	33.85
Berat Pangan Uji (g)	32.9	73.85	-	-

Keterangan:

*Karbohidrat total: Berat pangan - (air + abu + protein + Lemak)

**Karbohidrat tersedia: Berat pangan - (air + abu + protein + lemak + serat) (Maryanto *et al.*, 2022).

Diketahui pada tabel 1 di atas bahwa pemberian pangan komersial dan uji masing-masing memiliki kandungan 25 gram karbohidrat tersedia dengan memiliki kandungan serat yaitu 1,32 gram pada komersial dan 11,01 pada sereal uji daun kelor. Sedangkan pada kandungan sereal uji daun kelor sebesar 100 gram produk didapatkan serat 14,91 gram dan 33,85 gram karbohidrat tersedia. Penggunaan total gramasi minuman sereal komersial pada intervensi yang digunakan sebesar 32,9 gram dibulatkan menjadi 33 gram dan minuman sereal uji sebesar 73,85 gram dibulatkan menjadi 74 gram.

Karakteristik Responden dan Pengujian Glukosa Darah

Responden yang berpartisipasi pada penelitian ini berjumlah 10 responden dengan rentang umur 19 hingga 20 tahun yang telah memenuhi persyaratan eksklusi dan inklusi intervensi. Berdasarkan hasil perhitungan IMT pada 10 responden didapatkan jumlah rata-rata IMT sebesar 21,38 yang dapat dikategorikan normal menurut klasifikasi Kemenkes. Hal ini perlu diperhatikan karena nilai Indeks Massa Tubuh (IMT) responden mempunyai hubungan dengan respon kenaikan glukosa darah (Adnan *et*

al., 2013). Karakteristik responden disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Karakteristik Responden

Kode	Usia	Berat Badan	Tinggi Badan	IMT
R1	20	48	160	18,8
R2	21	50	157	20,3
R3	19	68	166	24,7
R4	20	61	172	20,6
R5	21	50	150	22,2
R6	22	62	158	24,8
R7	21	44	156	24,3
R8	21	51	166	18,5
R9	21	48	161	18,5
R10	21	50	154	21,1
Rata-rata IMT				21,3

Respon pengukuran glukosa darah dilakukan selama 120 menit pada tiga perlakuan uji yaitu pada intervensi minuman acuan berupa glukosa murni, sereal komersial, dan sereal uji daun kelor. Kenaikan gula darah pada minuman acuan, komersial, dan uji secara garis besar terjadi pada menit ke-0 hingga menit ke-30. Tabel respon glukosa darah responden dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rata-Rata Pengukuran Glukosa Darah

	Menit Ke-						
	0	15	30	45	60	90	120
Minuman Acuan	93	122,10	131,40	126,56,8	125,3,8	108,4	92,7
Sereal Komersial	93	107	126,5	125,6	108,2	90,1	77,9
Sereal Uji Daun Kelor	86,7	97,6	109,9	97,5	91,2	87,7	85,6

Hasil analisis kurva respon gula darah didapatkan bahwa Kenaikan respon glukosa darah terjadi pada menit awal hingga menit ke-30 dan kenaikan puncak keseluruhan terjadi pada menit ke-30 yaitu pada minuman standar/glukosa murni sebesar 131,40 mg/dL, sereal komersial 126,5mg/dL, dan 109,9 mg/dL pada sereal uji daun kelor. Kenaikan glukosa darah pada minuman sereal daun kelor cukup stabil jika dibandingkan dengan minuman acuan dan sereal komersial. Respon glukosa darah mulai menunjukkan penurunan bertahap dari menit ke-45 dan terus berlanjut hingga mencapai menit ke-120. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang membahas indeks glikemik pada minuman

kekinian meliputi minuman boba, *thai tea*, *coffee latte* mengalami penurunan pada menit ke-45 hingga menit ke-120 secara bertahap (Agung et al., 2025). Kurva respon gula darah dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 1. Kurva Respon Glukosa Darah

Nilai Indeks Glikemik

Penentuan nilai Indeks Glikemik (IG) dilakukan melalui membandingkan luas area di bawah kurva dengan respon glikemik secara berurutan selama 120 menit setelah responden mengonsumsi minuman sereal komersial dan sereal uji daun kelor. Pengukuran dilakukan berdasarkan interval yang ditentukan untuk mengetahui profil perubahan kadar glukosa darah secara rinci. Luas kurva yang diperoleh masing-masing pada produk uji dibandingkan dengan luas kurva yang dihasilkan setelah responden mengonsumsi pangan standar berupa glukosa murni sebesar 25 gram sebagai acuan baku.

Perbandingan dari kedua IAU ini digunakan sebagai dasar dalam perhitungan indeks glikemik, sehingga dapat mempresentasikan sejauh mana konsumsi minuman sereal komersial dan sereal uji daun kelor dapat mempengaruhi kadar glukosa darah relatif terhadap glukosa murni. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Indeks Glikemik dan IAU

Responden	IG Komersial	IG Uji	IAU C Acuan	IAUC Komersial	IAUC Uji Daun Kelor
R1	52,05	26,04	109,5	570	285,15
R2	57,92	54,64	1372,5	795	750
R3	57,64	50	885	510,15	442,5
R4	97,92	37,5	720	705	270

R5	46,26	48,76	1200	555,15	585,15
R6	42,01	74,01	1500	630,15	1110,15
R7	62,01	35	1500	930,15	525
R8	56,56	50,27	810	458,15	407,15
R9	83,35	56,55	720	600,15	407,15
R10	85,16	68,2	960	817,5	675,15
Rata-Rata IAUC			1076,25	657,1	545,74

Hasil uji normalitas IAUC menggunakan uji *Shapiro-Wilk* didapatkan bahwa pada seluruh kelompok data memiliki nilai signifikansi masing-masing pada (acuan 0,252; komersial 0,673; uji 0,219) dengan ($p>0,05$) yang menunjukkan data terdistribusi secara normal. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas IAUC *Shapiro-Wilk*

Variabel	Sig. (p)	Keterangan
Acuan	0,252	Normal
Komersial	0,673	Normal
Sereal Uji Daun Kelor	0,219	Normal

Pada uji hasil *repeated measures ANOVA* menunjukkan nilai signifikasi 0,001 dengan ($p<0,005$) pada asumsi *Sphericity* yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antar uji intervensi. Hasil uji lanjutan *Pairwise Comparison Bonferroni* menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan pada IAUC intervensi 1 dengan 2 ($p=0,002$) dan intervensi 1 dengan 3 ($p<0,001$), sedangkan pada IAUC intervensi 2 dengan 3 tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p=0,625$). Hasil analisis ini menunjukkan bahwa intervensi pertama dapat memberikan hasil yang berbeda signifikan jika dibandingkan dengan dua intervensi lainnya.

Tabel 6. Kategori Indeks Glikemik Minuman Sereal

Produk	Indeks Glikemik (%)	Kategori*
Sereal Komersial	61,06	Sedang
Sereal Uji Daun Kelor	50,71	Rendah

Keterangan:

*Kategori Indeks Glikemik: IG rendah: <55 ; IG sedang: 56-69; IG tinggi; >70 (Rimbawan & Siagian, 2004)

Tabel 6 menjelaskan kategori indeks glikemik yang didapatkan bahwa indeks glikemik pada

sereal komersial sebesar 61,06 termasuk dalam kategori sedang, sedangkan hasil perhitungan sereal uji daun kelor didapatkan hasil sebesar 50,71 yang masuk ke dalam kategori rendah. Indeks glikemik adalah ukuran yang menunjukkan seberapa cepat suatu makanan berkarbohidrat dapat menaikkan kadar gula darah, IG pada produk sereal uji daun kelor sebesar 50,71 termasuk kategori rendah. Hal ini didukung dengan penelitian terdahulu bahwa kelor mengandung bahan senyawa bioaktif seperti flavonoid, polifenol, dan epigallocatechin-3-gallate (EGCG) yang memiliki peran sebagai antioksidan dan antidiabetes, sehingga dapat berkontribusi dalam menurunkan kenaikan glukosa darah postprandial secara signifikan pada penderita DM tipe 2 (Rofianti & Septiani, 2022).

Efek positif pada penambahan daun kelor ini juga memiliki dampak yang cukup jelas terlihat ketika daun kelor ditambahkan pada minuman teh yang diseduh dengan air 200 ml, hal ini memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar glukosa darah postprandial pada penderita diabetes melitus tipe 2 (Rofianti & Septiani, 2022). Penelitian lain membahas mengenai khasiat penggunaan susu kedelai dengan rebusan daun kelor juga terbukti memberikan dampak yang signifikan terhadap penurunan kadar glukosa darah (Putra *et al.*, 2024). Selain peran dari senyawa bioaktif kelor, kandungan serat pangan dalam minuman sereal uji juga memiliki peran penting dalam menurunkan risiko terjadinya diabetes melitus tipe 2 (Alahmari, 2024). Dengan demikian, konsumsi asupan makanan tinggi serat dapat berkontribusi dalam menurunkan kadar glukosa darah melalui mekanisme memperpanjang periode rasa kenyang (Rimbawan & Siagian, 2004).

Beban Glikemik

Tabel 7. Kategori Beban Glikemik Minuman Sereal

Produk	Beban Glikemik	Kategori*
Sereal Komersial	15,26	Sedang
Sereal Uji Daun Kelor	12,67	Sedang

Keterangan:

*Kategori Beban Glikemik: BG rendah: <10 ; BG sedang: 11-19; BG tinggi: >20 (Villarruel-López *et al.*, 2018)

Tabel 7 menggambarkan hasil perhitungan nilai beban glikemik pada sereal komersial sebesar 15,26 dan sereal uji sebesar 12,67 yang juga

termasuk dalam kategori sedang. Beban glikemik digunakan untuk menilai seberapa cepat glukosa dari makanan masuk kedalam aliran darah, semakin tinggi nilai beban glikemik pada makanan maka kadar glukosa darah serta respons insulin akan mengalami peningkatan secara bertahap (Soviana & Pawestri, 2020). Mengonsumsi makanan dengan beban glikemik tinggi ketika tubuh mengalami resistensi insulin akan memicu peningkatan sekresi insulin. Sekresi ini jika terus berlanjut dan mengalami peningkatan maka akan menyebabkan kelelahan pada sel- β pankreas yang akan berdampak tidak tercukupinya insulin yang dibutuhkan oleh tubuh. Akan tetapi, konsumsi makanan dengan nilai beban glikemik yang lebih rendah dapat membantu dalam memperlambat penyerapan glukosa serta mengurangi dari sekresi insulin, sehingga kadar gula darah akan lebih stabil dan mengurangi terjadinya lonjakan gula darah yang signifikan (Soviana & Maenasari, 2019).

Penambahan daun kelor pada produk sereal uji memberikan nilai tambah pada kandungan serat. Pada 100 gram produk sereal uji daun kelor memiliki kandungan serat pangan sebesar 14,91 gram yang termasuk dalam klaim kategori makanan tinggi serat berdasarkan BPOM nomor 1 tahun 2022 tentang pengawasan klaim pada label dan iklan pangan olahan. Makanan dapat dikatakan tinggi serat pangan tidak kurang memiliki kandungan serat 6 gram dalam 100 gram bentuk padat dan 3 gram dalam 100 gram bentuk cair (Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia., 2022).

Penggunaan daun kelor merupakan bahan penting dalam formulasi sereal yang memiliki potensi dalam mengontrol glikemik, sebagai sumber serat, dan fitokimia serta berperan dalam mengatur kadar glukosa darah. Pemberian bubuk daun kelor sebanyak 1-2 gram setelah mengonsumsi roti putih pada pasien diabetes melitus tipe 2 cenderung dapat menurunkan glukosa darah postprandial, efek tersebut jelas terlihat pada menit ke-90 setelah konsumsi (Sissoko *et al.*, 2020). Efek hipoglikemik pada daun kelor juga ditunjukkan pada penelitian yang dilakukan pada hewan. Pemberian bubuk kelor pada tikus diabetes mengalami penurunan kadar glukosa darah secara signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol, sehingga efek tersebut memberikan efek positif tidak hanya pada hewan, tetapi juga relevan terhadap manusia (Villarruel-López *et al.*, 2018).

Dalam formulasi yang digunakan bahwa madu randu bukan hanya berperan sebagai perisa alami. Akan tetapi, memiliki fungsi lain sebagai senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi penderita diabetes melitus. Pada penelitian klinis menunjukkan bahwa mengonsumsi 50 gram per hari madu meskipun tidak secara signifikan dalam memengaruhi glukosa darah, tetapi dapat memberikan efek yang positif terhadap penurunan lingkaran pinggang sebagai indikator penting resistensi insulin. Hal ini menunjukkan bahwa madu memiliki peran yang baik dalam perbaikan profil metabolik meskipun madu memiliki kandungan gula yang relatif tinggi (Sadeghi *et al.*, 2019). Temuan tersebut juga sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa madu memiliki kandungan kaya akan polifenol dan antioksidan yang dapat mengurangi stres oksidatif pada tubuh, melindungi sel β pankreas, serta meningkatkan sensitivitas oleh insulin (Blasa *et al.* 2006).

Perbedaan respon glikemik berkaitan dengan kandungan serat pangan pada sereal uji daun kelor. Serat memiliki peran sebagai penghambat laju pencernaan dan penyerapan karbohidrat, konsumsi serat cukup dapat mengontrol kadar glukosa darah dengan memperlambat pengosongan lambung dan penyerapan glukosa, sehingga dapat menunda rasa lapar dan mencegah terjadinya lonjakan kadar glukosa darah yang tajam setelah makan (Soviana & Maenasari, 2019).

Dengan kombinasi indeks glikemik rendah dan kandungan serat tinggi menjadikan produk sereal uji daun kelor ini sebagai pilihan yang lebih baik sebagai pengendalian kadar glukosa darah tubuh. Selain kandungan dan fungsi dari daun kelor yang baik untuk tubuh, oat memiliki kandungan serat yang tinggi serta memberikan manfaat yang baik dalam menurunkan kenaikan glukosa darah (Ikatan Dokter Anak Indonesia, 2015). Konsumsi makanan dengan indeks glikemik dan beban glikemik lebih rendah dapat membantu mengurangi beban kerja pankreas dalam mengeluarkan insulin serta menjaga kestabilan glukosa darah yang akan mendorong pengurangan risiko resistensi insulin dan komplikasi diabetes melitus tipe 2.

SIMPULAN

Produk minuman sereal berbasis kedelai, oat, madu, dan bubuk daun kelor memiliki kandungan serat lebih tinggi dan indeks glikemik lebih rendah jika dibandingkan sereal komersial. Kombinasi tersebut mampu memberikan kontrol glukosa

darah yang lebih stabil, sehingga berpotensi menjadi pangan fungsional dalam pengelolaan diabetes melitus tipe 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M., Mulyati, T., & Isworo, J. T. (2013). Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) Dengan Kadar Gula Darah Penderita Diabetes Mellitus (DM) Tipe 2 Rawat Jalan Di RS Tugurejo Semarang. *Jurnal Gizi*, 2(April), 18–25.
- Afifah, D. N., Sari, L. N. I., Sari, D. R., Probosari, E., Wijayanti, H. S., & Anjani, G. (2020). Analisis Kandungan Zat Gizi, Pati Resisten, Indeks Glikemik, Beban Glikemik dan Daya Terima Cookies Tepung Pisang Kepok (Musa paradisiaca) Termodifikasi Enzimatis dan Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiata*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 9(3), 101–107. <https://doi.org/10.17728/jatp.8148>
- Agrib, N. A., Dini, L. H., Reni, W. M., Ela, N., & Yunita, F. (2017). Analysis of Total Reducing Sugar Content , Acidity Value , and Hydroxymethylfurfural (HMF) Content of Various Honey Types. *Indonesian Journal of Chemistry and Environment*, 1(1), 21–28.
- Agung, A. L., Susanti, E., Wahyuningrum, D. R., & Cahyono, J. (2025). Analisis Perbedaan Indeks Glikemik Dan Beban Glikemik Pada Berbagai Jenis Minuman Kekinian: Peningkatan Risiko Metabolik. *SAGO Gizi dan Kesehatan*, 6(1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30867/gikes.v6i1.2163>
- Ahmed, S., Sulaiman, S. A., Baig, A. A., Ibrahim, M., Liaqat, S., Fatima, S., Jabeen, S., Shamim, N., & Othman, N. H. (2018). Honey as a Potential Natural Antioxidant Medicine: An Insight into Its Molecular Mechanisms of Action. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8367846>
- Al-Malki, A. L., & El Rabey, H. A. (2015). The Antidiabetic Effect of Low Doses of Moringa oleifera Lam. Seeds on Streptozotocin Induced Diabetes and Diabetic Nephropathy in Male Rats. *BioMed Research International*, 2015(1), 1–13. <https://doi.org/10.1155/2015/381040>
- Alahmari, L. A. (2024). Dietary fiber influence on overall health, with an emphasis on CVD, diabetes, obesity, colon cancer, and inflammation. *Frontiers in Nutrition*, 11(December), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1510564>
- Angelita, N. N. I., Damayanti, E., Iqbal, M., & Wardana, M. F. (2025). Jurnal Kesehatan dan Agromedicine The Role of Natural Antioxidants in Inhibiting Oxidative Stress as a Preventive Effort Against Type 2 Diabetes Mellitus Complications : A Narrative Review. *Jurnal Kesehatan dan Agromedicine*, 12(2), 28–35. <https://doi.org/https://doi.org/10.23960/jka.v12i2.pp28-35>
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. (2018). *Laporan Nasional Riskesdas 2018*. https://repository.badankebijakan.kemkes.go.id/id/eprint/3514/1/Laporan_Riskesdas_2018_Nasional.pdf
- 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. In *Peraturan BPOM* (Vol. 11).
- Blasa, M., Candiracci, M., Accorsi, A., Piacentini, M. P., Albertini, M. C., & Piatti, E. (2006). Raw Millefiori honey is packed full of antioxidants. *Food chemistry*, 97(2), 217–222.
- Brouns, F., Bjorck, I., Frayn, K. N., Gibbs, A. L., Lang, V., Slama, G., & Wolever, T. M. S. (2005). Glycaemic index methodology. *Nutrition Research Reviews*, 18(1), 145–171. <https://doi.org/10.1079/nrr2005100>
- Chairul, M. A., Makmun, A., Rasfayanah, Safitri, A., & Wahyu, S. (2024). Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) terhadap Glukosa Darah Puasa Mencit dengan Hiperglikemia. *Fakumi Medical Jurnal*, 4(1). <https://fmj.fk.umi.ac.id/index.php/fmj>
- Fatimah, R. N. (2015). DIABETES MELITUS TIPE 2. *Jurnal majority*, 4(5), 93–101.
- Handayani, L., & Ayustaningwarno, F. (2014). Indeks Glikemik dan Beban Glikemik Vegetable Leather Brokoli (*Brassica Oleracea* Var. *Italica*) dengan Substitusi Inulin. *Journal of Nutrition College*, 3(4), 783–790. <https://doi.org/10.14710/jnc.v3i4.6881>
- Hidayatullah, A., Amukti, R., Avicena, R. S., Kawitantri, O. H., Nugroho, F. A., & Kurniasari, F. N. (2017). Substitusi Tepung Ampas Kedelai pada Mie Basah sebagai Inovasi Makanan Penderita Diabetes Apriliawan. *Indonesian Journal of Human Nutrition*, 4(1), 34–47.
- IDF. (2025). *International Diabetes Federation* (11 ed.). International Diabetes Federation. <https://diabetesatlas.org/resources/idf-diabetes-atlas-2025/>
- Ikatan Dokter Anak Indonesia. (2015). *Konsensus Nasional Pengelolaan Diabetes Melitus tipe 1* *Konsensus Nasional Pengelolaan Diabetes Melitus tipe 1*. Badan Penerbit Ikatan Dokter Anak Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). Survei Kesehatan Indonesia 2023 (SKI). In *Kemenkes*.
- Marlina, T. R., Aminah, M., Mutiyani, M.,

- Suparman, S., & Fauzy r, A. R. (2019). Makanan Selingan Tinggi Serat dan Rendah Indeks Glikemik untuk Penderita Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 11(2), 51. <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v11i2.659>
- Maryanto, S., Harly, W., & Oktianti, D. (2022). Indeks Glikemik dan Beban Glikemik Bolu Kukus dan Kukis Labu Kuning (Cucurbita moschata Durch) Berbahan Formula Modisco Glycemic Index and Glycemic Load of Steamed Cakes and Pumpkin Cookies (Cucurbita moschata Durch) Based on The Modisco Formulas. 6(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.20473/amnt.v6i1SP.2022.206-213>
- Purbowati, & Septiani, D. D. (2024). I g p s b p l. *Jurnal Medika Indonesia*, 5(1), 19–26.
- Putra, B. Z. A. P., Maigoda, T. C., & Suryani, D. (2024). the Effect of Soy Milk With Boiled Moringa Leaves on Blood Sugar Levels in Type 2 Diabetes Mellitus Patients: Study in Bengkulu, Indonesia. In *Media Gizi Indonesia* (Vol. 19, Nomor 1SP, hal. 36–44). <https://doi.org/10.20473/mgi.v19i1SP.36-44>
- Rimbawan & Siagian, A. (2004). *Indeks Glikemik Pangan*. Penebar Swadaya.
- Rofianti, K., & Septiani. (2022). Dampak Pemberian Teh Daun Kelor (Moringa oleifera) terhadap Kadar Glukosa Darah pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Wilayah Puskesmas Kecamatan Cakung, Jakarta Timur. *Journal of Agri-food, Nutrition and Public Health*, 3(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20961/agrihealth.v3i2.59662>
- Sadeghi, F., Salehi, S., Kohanmoo, A., & Akhlaghi, M. (2019). Effect of Natural Honey on Glycemic Control and Anthropometric Measures of Patients with Type 2 Diabetes: A Randomized Controlled Crossover Trial. *International Journal of Preventive Medicine*, 10(1), 3. https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_109_18
- Sissoko, L., Diarra, N., Nientao, I., Stuart, B., Togola, A., Diallo, D., & Willcox, M. L. (2020). Moringa Oleifera Leaf Powder for Type 2 Diabetes: a Pilot Clinical Trial. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 17(2), 29–36. <https://doi.org/10.21010/ajtcamv17i2.3>
- Soviana, E., & Maenasari, D. (2019). Asupan Serat, Beban Glikemik Dan Kadar Glukosa Darah Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Kesehatan*, 12(1), 19–29. <https://doi.org/10.23917/jk.v12i1.8936>
- Soviana, E., & Pawestri, C. (2020). Efek konsumsi bahan makanan yang mengandung beban glikemik terhadap kadar glukosa darah. *Darussalam Nutrition Journal*, 4(2), 94. <https://doi.org/10.21111/dnj.v4i2.4047>
- Villarruel-López, A., López-de la Mora, D. A., Vázquez-Paulino, O. D., Puebla-Mora, A. G., Torres-Vitela, M. R., Guerrero-Quiroz, L. A., & Nuño, K. (2018). Effect of Moringa oleifera consumption on diabetic rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2180-2>