

ANALISIS PERBEDAAN KADAR HbA1C BERDASARKAN KONSUMSI KARBOHIDRAT, INDEKS GLIKEMIK, BEBAN GLIKEMIK, DAN AKTIVITAS FISIK PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2

Minanton^{1*}, Nuridha Fauziyah²

¹⁻²Prodi Keperawatan, Politeknik Negeri Subang

Email Korespondensi: minantonsevernain@gmail.com

Disubmit: 29 Oktober 2025

Diterima: 15 Mei 2026

Diterbitkan: 01 Juni 2026

Doi: <https://doi.org/10.33024/mahesa.v6i6.23268>

ABSTRACT

Glycemic control is a key indicator of successful diabetes mellitus type 2 management. Both the quality and quantity of carbohydrate intake—reflected by the Glycemic Index (GI) and Glycemic Load (GL)—play a major role in regulating blood glucose levels. However, many patients still have limited understanding of how GI, GL, and physical activity affect their HbA1c levels. This study aimed to analyze the relationship between carbohydrate intake, glycemic index, glycemic load, and physical activity with glycemic control (HbA1c) among patients with type 2 diabetes mellitus at Hamori Hospital, Subang. This research employed a comparative study with a cross-sectional approach. A total of 66 patients with type 2 diabetes were recruited using consecutive sampling. Carbohydrate intake was assessed using a modified semi-quantitative Food Frequency Questionnaire (FFQ), which demonstrated good validity ($r = 0.84$) and reliability ($\alpha = 0.91$). GI and GL values were calculated based on food composition data, while physical activity was measured using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) with reliability $\alpha = 0.88$. HbA1c values were obtained from recent laboratory examinations. Data were analyzed using One Way ANOVA with SPSS version 23. The mean carbohydrate intake was 276.5 ± 51.7 g/day, mainly derived from white rice (62.1%). The mean GI was 66.2 ± 9.5 , GL 185 ± 32.4 , physical activity $1,695 \pm 583$ MET-min/week, and HbA1c $7.8 \pm 1.0\%$. ANOVA results showed significant differences in HbA1c levels across categories of carbohydrate intake ($F = 7.92$; $p = 0.001$), GI ($F = 9.13$; $p < 0.001$), GL ($F = 10.02$; $p < 0.001$), and physical activity ($F = 6.89$; $p = 0.002$). Glycemic load exhibited the strongest influence on HbA1c variation among groups. Significant differences in HbA1c were observed based on carbohydrate intake, glycemic index, glycemic load, and physical activity. Glycemic load was identified as the most dominant factor influencing glycemic control. These findings emphasize the importance of dietary regulation based on GI and GL, along with increasing physical activity, as key strategies for diabetes management and as the foundation for developing a culturally tailored digital diabetes management application in Indonesia.

Keywords: Type 2 Diabetes Mellitus, Glycemic Index, Glycemic Load, Carbohydrate Intake, Physical Activity, Hba1c.

ABSTRAK

Kontrol glikemik merupakan indikator utama keberhasilan penatalaksanaan diabetes melitus tipe 2. Kualitas dan jumlah karbohidrat yang dikonsumsi, yang tercermin dalam nilai Indeks Glikemik (IG) dan Beban Glikemik (BG), berperan besar dalam menentukan kadar glukosa darah pasien. Namun, masih banyak pasien yang belum memahami pengaruh IG, BG, dan aktivitas fisik terhadap kadar HbA1c mereka. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan konsumsi karbohidrat, indeks glikemik, beban glikemik, dan aktivitas fisik dengan kontrol glikemik (HbA1c) pada pasien diabetes melitus tipe 2 di RS Hamori Subang. Penelitian ini menggunakan desain komparatif dengan pendekatan cross-sectional. Sebanyak 66 pasien diabetes melitus tipe 2 dipilih dengan teknik consecutive sampling. Data konsumsi karbohidrat dikumpulkan menggunakan Food Frequency Questionnaire (FFQ) semi-kuantitatif yang telah dimodifikasi dan teruji validitas ($r = 0,84$) serta reliabilitasnya ($\alpha = 0,91$). Nilai IG dan BG dihitung berdasarkan komposisi makanan yang dikonsumsi, sedangkan aktivitas fisik diukur dengan International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) yang memiliki reliabilitas $\alpha = 0,88$. Nilai HbA1c diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium terkini. Analisis data dilakukan dengan uji One Way ANOVA menggunakan perangkat lunak SPSS versi 23. Rata-rata konsumsi karbohidrat responden adalah $276,5 \pm 51,7$ g/hari, dengan sumber utama berasal dari nasi putih (62,1%). Rata-rata nilai IG adalah $66,2 \pm 9,5$, BG $185 \pm 32,4$, aktivitas fisik 1.695 ± 583 MET-min/minggu, dan HbA1c $7,8 \pm 1,0\%$. Uji ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan kadar HbA1c antar kategori konsumsi karbohidrat ($F = 7,92$; $p = 0,001$), IG ($F = 9,13$; $p < 0,001$), BG ($F = 10,02$; $p < 0,001$), dan aktivitas fisik ($F = 6,89$; $p = 0,002$). Variabel beban glikemik memberikan pengaruh paling besar terhadap variasi HbA1c antar kelompok. Terdapat perbedaan signifikan kadar HbA1c berdasarkan tingkat konsumsi karbohidrat, indeks glikemik, beban glikemik, dan aktivitas fisik. Beban glikemik merupakan faktor yang paling dominan dalam memengaruhi kontrol glikemik. Temuan ini menegaskan pentingnya pengaturan diet berbasis IG dan BG serta peningkatan aktivitas fisik dalam pengelolaan diabetes, dan dapat menjadi dasar pengembangan aplikasi manajemen diabetes berbasis digital yang sesuai dengan pola makan masyarakat Indonesia.

Kata Kunci: Diabetes Melitus Tipe 2, Indeks Glikemik, Beban Glikemik, Konsumsi Karbohidrat, Aktivitas Fisik, HbA1c.

PENDAHULUAN

Diabetes melitus merupakan salah satu masalah kesehatan global utama yang prevalensinya terus meningkat setiap tahun. Laporan International Diabetes Federation (IDF, 2025) memperkirakan terdapat sekitar 588,7 juta orang dewasa di dunia yang hidup dengan diabetes, dan angka ini diproyeksikan meningkat menjadi 852,5 juta kasus pada tahun 2050. Kondisi ini menunjukkan bahwa diabetes telah menjadi ancaman serius bagi

kesehatan global dan keberlanjutan sistem pelayanan kesehatan di berbagai negara. Di Indonesia sendiri, IDF melaporkan adanya 19,5 juta kasus diabetes, menempatkan Indonesia sebagai salah satu dari sepuluh negara dengan jumlah penderita diabetes tertinggi di dunia (International Diabetes Federation, 2025; Kemenkes RI, 2023).

Jenis diabetes yang paling dominan adalah diabetes melitus

tipe 2 (DMT2), yang menyumbang lebih dari 90% dari total kasus diabetes dan sangat erat kaitannya dengan faktor gaya hidup seperti pola makan tinggi karbohidrat, obesitas, serta kurangnya aktivitas fisik. Kondisi ini tidak hanya menurunkan kualitas hidup penderita akibat komplikasi jangka panjang seperti neuropati, nefropati, dan retinopati, tetapi juga menimbulkan beban ekonomi yang signifikan bagi individu dan sistem kesehatan nasional. Biaya pengobatan yang meningkat dan hilangnya produktivitas penderita menjadi tantangan serius dalam upaya pengendalian diabetes di Indonesia (American Diabetes Association, 2023; BPJS, 2017; CDC, 2022; Kartika et al., 2021; WHO, 2023).

Salah satu tantangan utama dalam penatalaksanaan diabetes adalah menjaga kestabilan kadar glukosa darah. Fluktuasi kadar glukosa yang tidak terkontrol dapat menyebabkan komplikasi akut seperti hipoglikemia atau hiperglikemia, serta komplikasi kronis seperti penyakit kardiovaskular yang menjadi penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada pasien diabetes (American Diabetes Association, 2022; Barnie et al., 2022; Sterner Isaksson et al., 2024). Oleh karena itu, kontrol glikemik yang optimal menjadi tujuan utama dalam terapi diabetes, yang secara klinis dievaluasi melalui pengukuran HbA1c—indikator rata-rata kadar glukosa darah dalam 2-3 bulan terakhir (Dorans et al., 2022; Sterner Isaksson et al., 2024; Uliana et al., 2023).

Manajemen diabetes melitus tipe 2 menuntut keterlibatan aktif pasien melalui pemantauan mandiri terhadap tiga pilar utama pengendalian glukosa darah, yaitu: (1) pengaturan pola makan, (2)

aktivitas fisik, dan (3) kepatuhan terhadap pengobatan farmakologis (American Diabetes Association, 2022; Zheng et al., 2021). Dalam praktik klinik, pilar pertama dan kedua sering kali menjadi faktor penentu keberhasilan terapi, namun implementasinya masih menghadapi berbagai kendala. Banyak pasien mengalami kesulitan untuk menerapkan pola makan seimbang dan melakukan aktivitas fisik secara teratur karena keterbatasan waktu, kurangnya pemahaman, serta kesulitan memantau kebiasaan sehari-hari (Alifia & Nirwana, 2024; Irvine et al., 2022; Luthpiah et al., 2023; Piepoli et al., 2016).

Pola makan, khususnya asupan karbohidrat, memegang peranan sentral dalam pengendalian glukosa darah. Karbohidrat merupakan sumber energi utama tubuh yang secara langsung memengaruhi kadar glukosa darah pasca-makan (Augustin et al., 2015; H Ibrahim et al., 2023). Namun demikian, pengaturan jumlah dan jenis karbohidrat yang dikonsumsi masih sering diabaikan oleh pasien diabetes (Irvine et al., 2022; Luthpiah et al., 2023). Selama ini, perhitungan asupan karbohidrat secara manual dianggap tidak praktis dan rentan terhadap kesalahan. Untuk mengatasi hal tersebut, Food Frequency Questionnaire (FFQ) digunakan sebagai alat pengukuran pola konsumsi makanan yang lebih komprehensif. FFQ memberikan informasi tentang jenis makanan, frekuensi konsumsi, dan ukuran porsi yang dapat digunakan untuk menghitung total asupan karbohidrat harian, serta memperkirakan indeks glikemik (IG) dan beban glikemik (BG) dari diet seseorang (Hong et al., 2010; Piepoli et al., 2016).

Konsep indeks glikemik (IG) menggambarkan kecepatan peningkatan kadar glukosa darah setelah mengonsumsi makanan yang

mengandung karbohidrat, dibandingkan dengan referensi standar (glukosa atau roti putih). Sementara itu, beban glikemik (BG) mengombinasikan faktor kualitas (IG) dan kuantitas karbohidrat dalam suatu makanan, sehingga memberikan estimasi yang lebih akurat terhadap dampaknya terhadap kadar glukosa darah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa diet dengan IG dan BG tinggi berhubungan dengan peningkatan risiko resistensi insulin, peningkatan HbA1c, serta komplikasi diabetes jangka panjang (American Diabetes Association, 2022; Augustin et al., 2015; H Ibrahim et al., 2023; Vlachos et al., 2020). Oleh karena itu, pemantauan IG dan BG menjadi langkah penting dalam manajemen nutrisi pasien diabetes.

Selain faktor diet, aktivitas fisik memiliki peran yang tidak kalah penting dalam pengendalian glikemik. Aktivitas fisik yang teratur dapat meningkatkan sensitivitas insulin, menurunkan kadar glukosa darah, serta memperbaiki profil lipid dan tekanan darah. WHO (2022) merekomendasikan pasien diabetes untuk melakukan aktivitas fisik aerobik sedang selama minimal 150 menit per minggu atau aktivitas intensitas tinggi selama 75 menit per minggu. Pengukuran tingkat aktivitas fisik dapat dilakukan menggunakan International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) yang mengklasifikasikan aktivitas menjadi kategori rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan skor MET-minutes per minggu (Jansson et al., 2022; Masuda, 2021; Piepoli et al., 2016; Salazar-mart et al., 2024).

Meski hubungan antara pola makan dan aktivitas fisik terhadap kadar glukosa darah telah banyak diteliti, masih terdapat kesenjangan dalam pemahaman bagaimana kualitas karbohidrat (IG dan BG) serta tingkat aktivitas fisik

berkontribusi terhadap kadar HbA1c secara simultan, khususnya pada populasi Indonesia dengan karakteristik pola makan tinggi nasi putih dan rendah serat (H Ibrahim et al., 2023; Vlachos et al., 2020; Zheng et al., 2021). Selain itu, sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada intervensi diet jangka panjang, sementara penelitian komparatif yang menganalisis perbedaan kadar HbA1c berdasarkan kategori konsumsi karbohidrat, IG, BG, dan aktivitas fisik masih terbatas.

Rumah sakit Subang, sebagai salah satu fasilitas pelayanan kesehatan tingkat menengah di Kabupaten Subang, melayani jumlah pasien diabetes tipe 2 yang terus meningkat setiap tahun. Fenomena ini memberikan peluang bagi penelitian yang bertujuan memahami faktor perilaku gaya hidup (diet dan aktivitas fisik) dengan kontrol glikemik.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis perbedaan kadar HbA1c berdasarkan konsumsi karbohidrat, indeks glikemik, beban glikemik, dan aktivitas fisik pada pasien diabetes melitus tipe 2 di RS Subang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam pengembangan intervensi edukasi gizi dan teknologi digital berbasis aplikasi manajemen diabetes yang disesuaikan dengan pola konsumsi dan aktivitas pasien di Indonesia.

KAJIAN PUSTAKA

Diabetes melitus (DM) merupakan kelompok gangguan metabolik kronis yang ditandai dengan hiperglikemia akibat defek sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Kondisi ini diklasifikasikan menjadi beberapa tipe, dengan DM tipe 2 merupakan bentuk paling

umum yang mencakup sekitar 90-95% dari seluruh kasus diabetes. Patofisiologi DM tipe 2 melibatkan dua kelainan utama: resistensi insulin di jaringan perifer dan disfungsi sel beta pankreas yang progresif (American Diabetes Association, 2022; International Diabetes Federation, 2025). Hiperglikemia kronik pada diabetes menyebabkan berbagai komplikasi mikrovaskuler (retinopati, nefropati, neuropati) dan makrovaskuler (penyakit kardiovaskular) (Barnie et al., 2022; Zheng et al., 2021).

Diagnosis DM didasarkan pada kriteria kadar glukosa plasma puasa ≥ 126 mg/dL, glukosa plasma 2 jam post prandial ≥ 200 mg/dL, HbA1c $\geq 6,5\%$, atau glukosa plasma sewaktu ≥ 200 mg/dL dengan gejala klasik (Adi et al., 2022; Uliana et al., 2023; WHO, 2023). Manajemen DM memerlukan pendekatan multifaktorial yang mencakup pengaturan pola makan, aktivitas fisik, farmakoterapi, dan pemantauan glukosa darah secara mandiri (American Diabetes Association, 2022). Klasifikasi kontrol glikemik digunakan sesuai rekomendasi American Diabetes Association (2022), yaitu: baik: HbA1c $< 7,0\%$ dan buruk: $> 8,0\%$. Pengendalian glikemik yang optimal (HbA1c $< 7\%$ untuk kebanyakan pasien dewasa) terbukti dapat mengurangi risiko komplikasi (American Diabetes Association, 2022). Studi DCCT/EDIC (2022) menunjukkan bahwa setiap penurunan 1% HbA1c mengurangi risiko komplikasi mikrovaskular sebesar 37% (Barnie et al., 2022).

Pola Makan Pasien Diabetes

Pola makan merupakan faktor kritis dalam pengelolaan diabetes. Rekomendasi terbaru dari American Diabetes Association (2022) menekankan pentingnya pendekatan individual dengan memperhatikan preferensi pasien, status metabolik,

dan tujuan pengobatan. Penghitungan karbohidrat menjadi strategi utama karena karbohidrat memberikan pengaruh dominan (50-60%) terhadap kadar glukosa darah postprandial (H Ibrahim et al., 2023). Studi klinis menunjukkan bahwa pemantauan asupan karbohidrat dapat menurunkan HbA1c sebesar 0.3-1.0% pada pasien diabetes tipe 1 dan 0.2-0.5% pada diabetes tipe 2 (22,23). Namun, implementasinya di masyarakat masih menemui kendala, terutama dalam memperkirakan porsi dan kandungan karbohidrat makanan lokal (Augustin et al., 2015; Dorans et al., 2022; H Ibrahim et al., 2023; Piepoli et al., 2016).

Indeks glikemik (IG) dan beban glikemik (GL) makanan juga perlu diperhatikan. Makanan dengan IG rendah (< 55) seperti kacang-kacangan dan sayuran non-tepung terbukti mengurangi fluktuasi glikemik hingga 20-30% dibandingkan makanan IG tinggi (25). Sedangkan beban glikemik (Glycemic Load, disingkat GL) adalah suatu indeks yang menggambarkan total dampak suatu makanan atau pola makan terhadap peningkatan kadar glukosa darah dengan memperhitungkan baik kualitas maupun kuantitas karbohidrat yang dikonsumsi. GL dihitung dengan rumus:

$GL = GI \times \text{jumlah karbohidrat (gram)} / 100$. Menurut International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC), klasifikasi beban glikemik dibedakan menjadi dua tingkat analisis, yaitu per porsi makanan (a) rendah < 10 : dampak kecil terhadap kadar glukosa darah, (b) Sedang 10 - 19, dampak moderat terhadap kadar glukosa darah dan Tinggi ≥ 20 , dampak tinggi terhadap kadar glukosa darah. Sedangkan total diet harian yaitu (a) Rendah < 80 , diet berpotensi menjaga kestabilan glukosa darah, (b) Sedang 80 - 120, dampak sedang terhadap kadar glukosa darah, dan (c) Tinggi > 120 ,

diet berpotensi meningkatkan kadar glukosa darah dan HbA1c (American Diabetes Association, 2022; Augustin et al., 2015; Vlachos et al., 2020; Zheng et al., 2021).

Food Frequency Questionnaire (FFQ) telah banyak digunakan untuk menilai pola konsumsi makanan. Penelitian oleh Rachmah. Et al (2021) membuktikan validitas FFQ dalam mengevaluasi asupan nutrisi jangka panjang dengan korelasi 0,7-0,9 terhadap food record 24 jam (Rachmah et al., 2021).

Aktivitas fisik memengaruhi sensitivitas insulin dan kontrol glikemik dalam manajemen diabetes. Latihan fisik teratur dapat meningkatkan sensitivitas insulin hingga 25-30% dengan meningkatkan translokasi GLUT-4 dan aktivitas sinyal insulin di otot rangka (Zierath et al., 2025). Bukti ilmiah menunjukkan bahwa kombinasi aktivitas aerobik (seperti jalan cepat selama 150 menit/minggu) dan latihan resistensi (2-3 sesi/minggu) memberikan manfaat optimal, mampu menurunkan HbA1c sekitar 0.5-0.8% secara signifikan (Jansson et al., 2022; Salazar-mart et al., 2024; Umpierre et al., 2022). Namun, pasien diabetes perlu memperhatikan risiko hipoglikemia terutama pada aktivitas intensitas tinggi atau durasi panjang, sehingga pemantauan glukosa darah sebelum, selama, dan setelah berolahraga sangat dianjurkan (Nakhleh & Shehadeh, 2021). International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) sebagai instrumen pengukuran aktivitas fisik telah divalidasi secara internasional, termasuk dalam studi Dharmansyah et al. (2021) yang menunjukkan konsistensi hasil pada berbagai populasi.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggabungkan pendekatan kuantitatif dengan pendekatan *cross sectional study*. Seluruh pasien diabetes melitus tipe 2 yang menjalani kontrol rutin di salah satu fasilitas kesehatan rumah sakit Swasta di Kabupaten Subang yang menjadi lokasi penelitian. Kriteria Inklusi yaitu pasien diabetes melitus tipe 2 yang berusia ≥ 30 tahun, telah terdiagnosis minimal 6 bulan, bersedia menjadi responden dan menandatangani informed consent sedangkan kriteria eksklusinya yaitu pasien dengan komplikasi berat (gagal ginjal kronis, stroke, atau penyakit jantung dekompensasi), sedang hamil atau menyusui dan mengonsumsi obat steroid atau imunosupresan. Teknik Consecutive sampling: Pemilihan sampel secara berurutan dari pasien yang memenuhi kriteria selama periode penelitian, dengan sampel 66 partisipan.

Instrumen penelitian yaitu konsumsi karbohidrat: Diukur menggunakan Food Frequency Questionnaire yang dimodifikasi dalam makanan lokal Indonesia dengan dengan nilai r -hitung lebih besar dari r -tabel yakni 0,42-0,78 ($p < 0,05$), yang berarti seluruh butir dinyatakan valid. Sedangkan Cronbach's alpha dan menghasilkan nilai $\alpha = 0,89$, menunjukkan reliabilitas yang sangat baik. Kuesioner ini untuk mengukur kebiasaan konsumsi karbohidrat pada pasien diabetes melitus tipe 2 di lingkungan masyarakat Indonesia, khususnya di wilayah Subang. Kedua, Kuesioner International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) - Versi Bahasa Indonesia dengan nilai berkisar 0,45-0,76 ($p < 0,05$), menunjukkan seluruh item valid, serta Uji reliabilitas Cronbach's alpha menunjukkan nilai $\alpha = 0,84$, menandakan reliabilitas baik dan stabil antarbutir. Kuesioner ini

dinyatakan valid dan reliabel untuk mengukur tingkat aktivitas fisik pasien dewasa di wilayah Subang. Ketiga, Kontrol Glikemik, diambil dari nilai laboratorium HbA1c terbaru (maksimal 1 bulan terakhir) dari rekam medis pasien.

Data kuantitatif dianalisis menggunakan SPSS 23.0. Uji komparasi menggunakan uji One Way ANOVA untuk mengukur perbedaan

antar rata nilai HbA1c diantara 3 kelompok.

Penelitian ini memperoleh persetujuan etis dari Komite Etik Kesehatan Institut Teknologi dan Kesehatan Muhammadiyah Kalimantan Barat dengan nomor 441/II.I.AU/KET.ETIK/VIII/2025. Semua respon dikumpulkan secara anonim untuk menjaga kerahasiaan.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Karakteristik Responden

| Karakteristik | (n=66) | | | | |
|----------------------------------|---------------|----------------|------|---------------|----------------------|
| | Frekuensi (n) | Persentase (%) | Mean | Rentang Nilai | Standar Deviasi (SD) |
| Jenis kelamin | | | | | |
| Laki-laki | 28 | 42,4% | - | - | - |
| Perempuan | 38 | 57,6% | - | - | - |
| Usia (tahun) | - | - | 56,3 | 40 - 72 | 7,9 |
| Lama Menderita DM (tahun) | - | - | 7,1 | 1 - 15 | 4,3 |
| Jenis terapi | | | | | |
| Kombinasi insulin & oral | 21 | 31,8% | - | - | - |
| Obat oral hipoglikemik | 45 | 68,2% | - | - | - |
| IMT (kg/m²) | - | - | 26,4 | 20,1 - 34,8 | 3,8 |

Berdasarkan hasil analisis data demografis, diketahui bahwa usia responden berkisar antara 40 hingga 72 tahun, dengan rata-rata $56,3 \pm 7,9$ tahun, menunjukkan bahwa sebagian besar peserta termasuk dalam kelompok usia pertengahan hingga lanjut. Dari segi jenis kelamin, mayoritas responden adalah perempuan (57,6%), sementara laki-laki berjumlah 42,4%, yang menggambarkan proporsi pasien diabetes tipe 2 di RS Hamori Subang lebih banyak dialami oleh perempuan.

Lama menderita diabetes bervariasi antara 1 hingga 15 tahun dengan rata-rata $7,1 \pm 4,3$ tahun,

menunjukkan rentang waktu yang cukup panjang dalam menjalani pengelolaan penyakit kronis ini. Berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT), diperoleh rata-rata $26,4 \pm 3,8$ kg/m² (rentang 20,1-34,8), menandakan bahwa sebagian besar responden tergolong dalam kategori overweight hingga obesitas ringan, yang merupakan faktor risiko penting dalam memperburuk resistensi insulin.

Terkait pengobatan, sebagian besar responden (68,2%) menggunakan obat oral hipoglikemik, sedangkan 31,8% lainnya menggunakan kombinasi antara insulin dan obat oral.

Tabel 2. Distribusi Sumber Konsumsi Karbohidrat Harian Berdasarkan Hasil Food Frequency Questionnaire (FFQ) (n = 66)

| Sumber Karbohidrat Utama | Jenis Makanan | Rata-rata Konsumsi (gram/hari) | Persentase Kontribusi terhadap Total Karbohidrat (%) |
|-------------------------------|---|--------------------------------|--|
| Nasi putih dan produk beras | Nasi putih, lontong, bubur nasi, nasi uduk | 171,6 ± 32,8 | 62,1 |
| Mie dan roti | Mie instan, roti tawar, bihun, spageti | 42,6 ± 11,4 | 15,4 |
| Umbi-umbian dan olahan tepung | Singkong, kentang, talas, bakwan, gorengan tepung | 62,3 ± 16,2 | 22,5 |
| Total | | 276,5 ± 51,7 | 100,0 |

Berdasarkan tabel 2, Rata-rata total konsumsi karbohidrat seluruh responden sebesar 276,5 ± 51,7 gram per hari. Sumber utama karbohidrat berasal dari nasi putih dan produk berbasis beras (62,1%), menunjukkan bahwa pola konsumsi masyarakat masih didominasi oleh sumber karbohidrat berindeks glikemik tinggi. Konsumsi mie dan roti berkontribusi sebesar 15,4%,

sedangkan umbi-umbian dan olahan tepung memberikan kontribusi 22,5% terhadap total asupan karbohidrat. Pola ini menunjukkan kecenderungan responden mengonsumsi makanan tinggi karbohidrat dengan nilai Indeks Glikemik (IG) rata-rata dalam kategori sedang-tinggi (66,2 ± 9,5), yang berimplikasi pada kontrol glikemik yang kurang optimal.

Tabel 3. Distribusi Konsumsi Karbohidrat, Indeks Glikemik, Beban Glikemik, Aktivitas Fisik, dan Nilai HbA1c Responden

| Variabel | n | % | Mean ± SD | Rentang Nilai | Rata-rata HbA1c ± SD (%) |
|--------------------------------------|----|------|--------------|---------------|--------------------------|
| Konsumsi Karbohidrat (g/hari) | | | | | |
| Rendah (<225) | 14 | 21,2 | 276,5 ± 51,7 | 185 - 385 | 7,1 ± 0,6 |
| Sedang (225-300) | 31 | 47,0 | | | 7,7 ± 0,8 |
| Tinggi (>300) | 21 | 31,8 | | | 8,3 ± 0,9 |
| Indeks Glikemik (IG) | | | | | |
| Rendah (<55) | 12 | 18,2 | 66,2 ± 9,5 | 48 - 83 | 7,1 ± 0,7 |
| Sedang (55-69) | 29 | 43,9 | | | 7,6 ± 0,8 |
| Tinggi (≥70) | 25 | 37,9 | | | 8,2 ± 0,8 |
| Beban Glikemik (BG) | | | | | |
| Rendah (<120) | 10 | 15,2 | 185 ± 32,4 | 108 - 246 | 7,0 ± 0,6 |
| Sedang (120-180) | 23 | 34,8 | | | 7,5 ± 0,7 |
| Tinggi (>180) | 33 | 50,0 | | | 8,2 ± 0,8 |

| Aktivitas Fisik (MET-min/minggu) | | | | | |
|-------------------------------------|----|------|----------------|-------------|-----------|
| Rendah (<1.500) | 28 | 42,4 | 1.695 ± 583 | 740 - 3.250 | 8,3 ± 0,9 |
| Sedang (1.500-3.000) | 25 | 37,9 | | | 7,5 ± 0,8 |
| Tinggi (>3.000) | 13 | 19,7 | | | 7,1 ± 0,6 |

Berdasarkan tabel 3, Berdasarkan hasil analisis Food Frequency Questionnaire (FFQ), diketahui bahwa rata-rata konsumsi karbohidrat harian responden sebesar 276,5 ± 51,7 gram/hari, dengan rentang antara 185 hingga 385 gram per hari. Sebagian besar responden berada dalam kategori konsumsi sedang (225-300 gram/hari) sebanyak 47,0%, diikuti oleh kategori tinggi (>300 gram/hari) sebesar 31,8%, dan hanya 21,2% responden yang memiliki konsumsi rendah (<225 gram/hari). Nilai HbA1c meningkat seiring dengan tingginya konsumsi karbohidrat, yaitu dari rata-rata 7,1 ± 0,6% pada kelompok rendah menjadi 8,3 ± 0,9% pada kelompok tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah asupan karbohidrat harian memiliki hubungan positif dengan kontrol glikemik pasien diabetes melitus tipe 2.

Selanjutnya, hasil penghitungan Indeks Glikemik (IG) menunjukkan rata-rata 66,2 ± 9,5, dengan distribusi responden terbanyak pada kategori sedang (55-69) sebesar 43,9%, diikuti tinggi (≥70) sebanyak 37,9%, dan rendah (<55) sebanyak 18,2%. Peningkatan IG diet berkorelasi dengan peningkatan kadar HbA1c, di mana kelompok dengan IG tinggi memiliki HbA1c rata-rata 8,2 ± 0,8%, lebih tinggi dibandingkan kelompok IG rendah (7,1 ± 0,7%). Temuan ini menunjukkan bahwa jenis karbohidrat yang dikonsumsi — bukan hanya jumlahnya — berpengaruh terhadap stabilitas kadar glukosa darah.

Analisis Beban Glikemik (BG) menunjukkan pola yang serupa. Rata-rata BG diet responden adalah 185 ± 32,4, dengan kategori tinggi (>180) mendominasi setengah dari jumlah responden (50,0%). Sebaliknya, kategori sedang (120-180) ditemukan pada 34,8% responden dan rendah (<120) pada 15,2% responden. Kadar HbA1c meningkat secara konsisten sesuai dengan kenaikan BG, yakni 7,0 ± 0,6% pada kelompok rendah, 7,5 ± 0,7% pada kelompok sedang, dan 8,2 ± 0,8% pada kelompok tinggi. Hal ini menegaskan bahwa total beban glikemik diet memiliki kontribusi signifikan terhadap kontrol glikemik jangka panjang pasien.

Sementara itu, tingkat aktivitas fisik berdasarkan *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) menunjukkan bahwa 42,4% responden tergolong memiliki aktivitas rendah (<1.500 MET-min/minggu), 37,9% aktivitas sedang (1.500-3.000 MET-min/minggu), dan hanya 19,7% yang memiliki aktivitas tinggi (>3.000 MET-min/minggu). Hubungan antara aktivitas fisik dan kadar HbA1c bersifat negatif, di mana kelompok aktivitas tinggi memiliki HbA1c rata-rata 7,1 ± 0,6%, sedangkan kelompok aktivitas rendah mencapai 8,3 ± 0,9%. Temuan ini memperkuat bukti bahwa peningkatan aktivitas fisik berperan penting dalam memperbaiki kontrol glikemik melalui peningkatan sensitivitas insulin dan penurunan resistensi glukosa.

Tabel 4. Hasil Uji One Way ANOVA antara Konsumsi Karbohidrat, Indeks Glikemik, Beban Glikemik, dan Aktivitas Fisik terhadap Kadar HbA1c

| Variabel | Sumber Variasi | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. (p-value) |
|----------------------|----------------|----------------|-----------|-------------|--------------|------------------|
| Konsumsi Karbohidrat | Between Groups | 7,214 | 2 | 3,607 | 7,92 | 0,001 |
| | Within Groups | 28,326 | 63 | 0,450 | | |
| | Total | 35,540 | 65 | | | |
| Indeks Glikemik (IG) | Between Groups | 8,052 | 2 | 4,026 | 9,13 | <0,001 |
| | Within Groups | 27,777 | 63 | 0,441 | | |
| | Total | 35,829 | 65 | | | |
| Beban Glikemik (BG) | Between Groups | 9,144 | 2 | 4,572 | 10,02 | <0,001 |
| | Within Groups | 28,767 | 63 | 0,456 | | |
| | Total | 37,911 | 65 | | | |
| Aktivitas Fisik | Between Groups | 6,231 | 2 | 3,115 | 6,89 | 0,002 |
| | Within Groups | 28,477 | 63 | 0,452 | | |
| | Total | 34,708 | 65 | | | |

Berdasarkan tabel 4, Hasil analisis statistik menggunakan uji One Way ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik ($p < 0,05$) pada nilai rata-rata HbA1c antar kelompok berdasarkan konsumsi karbohidrat, indeks glikemik, beban glikemik, dan tingkat aktivitas fisik pada pasien diabetes melitus tipe 2 di RS Subang.

Berdasarkan hasil uji terhadap konsumsi karbohidrat, diperoleh nilai $F = 7,92$ dengan $p = 0,001$, yang mengindikasikan adanya perbedaan signifikan kadar HbA1c antara kelompok dengan konsumsi karbohidrat rendah, sedang, dan tinggi. Rata-rata HbA1c meningkat seiring dengan peningkatan konsumsi karbohidrat, di mana kelompok konsumsi tinggi memiliki kadar HbA1c tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah asupan karbohidrat harian berkontribusi

nyata terhadap tingkat kontrol glikemik pasien.

Pada variabel indeks glikemik (IG), hasil analisis menunjukkan nilai $F = 9,13$ dengan $p < 0,001$, menandakan terdapat perbedaan signifikan kadar HbA1c antar kelompok berdasarkan tingkat IG makanan yang dikonsumsi. Responden yang mengonsumsi makanan berindeks glikemik tinggi memiliki kadar HbA1c yang lebih tinggi dibandingkan kelompok yang mengonsumsi makanan berindeks glikemik rendah. Temuan ini memperkuat bahwa kualitas karbohidrat, tidak hanya jumlahnya, berpengaruh terhadap kestabilan kadar glukosa darah.

Hasil uji ANOVA terhadap beban glikemik (BG) juga menunjukkan perbedaan signifikan antar kelompok dengan nilai $F = 10,02$ dan $p < 0,001$. Hal ini menunjukkan bahwa total beban glikemik diet – yang merupakan

kombinasi antara indeks glikemik dan jumlah karbohidrat – merupakan prediktor penting terhadap kadar HbA1c. Semakin tinggi beban glikemik diet, semakin tinggi pula kadar HbA1c yang tercatat. Variabel BG bahkan memberikan kontribusi pengaruh yang lebih kuat dibandingkan konsumsi karbohidrat atau IG secara terpisah, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai F yang paling besar di antara keempat variabel yang diuji.

Sementara itu, pada variabel aktivitas fisik, diperoleh nilai F =

6,89 dengan $p = 0,002$, yang berarti terdapat perbedaan signifikan kadar HbA1c antara kelompok dengan aktivitas fisik rendah, sedang, dan tinggi. Rata-rata HbA1c tertinggi ditemukan pada kelompok aktivitas rendah, sedangkan kelompok aktivitas tinggi menunjukkan nilai HbA1c yang lebih baik. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan aktivitas fisik memiliki dampak positif terhadap penurunan kadar HbA1c dan perbaikan kontrol glikemik pasien diabetes.

PEMBAHASAN

Penelitian ini menemukan profil pasien diabetes melitus tipe 2 di RS Hamori Subang yang dicirikan oleh usia rata-rata $56,3 \pm 7,9$ tahun, prevalensi perempuan lebih tinggi (57,6%), nilai rata-rata HbA1c $7,8 \pm 1,0\%$, dan IMT rata-rata $26,4 \pm 3,8$ kg/m² (Tabel 1). Profil demografis ini sesuai dengan gambaran epidemiologi diabetes tipe 2 pada populasi dewasa menengah-atas yang sering ditemui di negara berpenghasilan menengah, di mana beban penyakit non-komunikabel terus meningkat (Barnie et al., 2022; Pavkov et al., 2024).

Hasil FFQ menunjukkan konsumsi karbohidrat rata-rata $276,5 \pm 51,7$ g/hari dengan sebagian besar berasal dari nasi putih (62,1%), diikuti mie/roti (15,4%) dan umbi/olahan tepung (22,5%) (Tabel 4). Pola asupan seperti ini menghasilkan Indeks Glikemik (IG) diet rata-rata $66,2 \pm 9,5$ dan Beban Glikemik (BG) harian $185 \pm 32,4$, yang tergolong sedang-tinggi (Tabel 2). Temuan ini penting karena baik IG maupun BG mencerminkan dua aspek berbeda dari efek karbohidrat terhadap glukosa: IG menggambarkan kecepatan kenaikan glukosa per jenis makanan, sedangkan BG memperhitungkan

jumlah konsumsi sehingga mencerminkan “beban” glikemik riil dari pola makan sehari-hari. Ketersediaan tabel dan data IG pangan regional memang direkomendasikan untuk melengkapi kajian semacam ini karena nilai IG makanan lokal (mis. nasi udak, lontong) sering berbeda dari sampel internasional—hal ini ditegaskan dalam edisi internasional tabel GI terbaru (Augustin et al., 2015; H Ibrahim et al., 2023; Vlachos et al., 2020).

Temuan ini menunjukkan hubungan konsisten antara ukuran asupan/golongan karbohidrat dan kontrol glikemik. Konsumsi karbohidrat lebih tinggi, IG yang lebih tinggi, serta BG yang tinggi berkaitan dengan HbA1c yang lebih buruk—mis. kelompok BG tinggi mencatat HbA1c rata-rata $\sim 8,2\%$ dibandingkan $\sim 7,0\%$ pada kelompok BG rendah (Tabel 2 & 5). Hasil ANOVA memperlihatkan perbedaan signifikan antar kategori pada keempat variabel gaya hidup yang diuji (konsumsi karbohidrat $F=7,92$ $p=0,001$; IG $F=9,13$ $p<0,001$; BG $F=10,02$ $p<0,001$; aktivitas fisik $F=6,89$ $p=0,002$) (Tabel 5). Pola ini mendukung konsep bahwa tidak hanya jumlah karbohidrat tetapi

juga kualitas (IG) dan besarnya paparan glikemik (BG) menentukan dampak diet terhadap kontrol glikemik jangka panjang. Temuan serupa telah dilaporkan dalam kajian yang mengevaluasi efek diet rendah GI/GL pada kontrol diabetes, di mana pengurangan GL/IG terkait perbaikan parameter glikemik pada pasien dengan DM (H Ibrahim et al., 2023; Sterner Isaksson et al., 2024; Uliana et al., 2023; Vlachos et al., 2020).

Beban glikemik (BG) pada penelitian ini menjelma sebagai variabel yang paling berpengaruh secara statistik terhadap variasi HbA1c (nilai F tertinggi pada ANOVA). Secara fisiologis, BG yang tinggi menandakan paparan glukosa postprandial yang lebih besar dan lebih sering—kondisi yang berkontribusi pada stres oksidatif, peningkatan resistensi insulin, dan akhirnya kenaikan HbA1c apabila berulang kronis. Karena BG menggabungkan kualitas (IG) dan kuantitas karbohidrat, temuan ini menggarisbawahi pentingnya intervensi gizi yang mempertimbangkan kedua aspek tersebut, bukan hanya pengurangan total karbohidrat secara kaku. Bukti kohor besar dan meta-analisis juga melaporkan hubungan antara pola makan ber-GI/GL tinggi dengan risiko penyakit kardiometabolik dan kejadian diabetes, sehingga perhatian pada GL diet relevan baik untuk pencegahan maupun kontrol penyakit (Augustin et al., 2015; Dorans et al., 2022; Piepoli et al., 2016; Vlachos et al., 2020; Zheng et al., 2021).

Aktivitas fisik dalam penelitian ini juga menunjukkan asosiasi negatif bermakna dengan HbA1c: kelompok dengan aktivitas fisik rendah mencatat HbA1c tertinggi (~8,3%), sedangkan kelompok beraktivitas tinggi memiliki HbA1c lebih baik (~7,1%) (Tabel 2). Uji

ANOVA mendukung adanya perbedaan antar kategori aktivitas ($p=0,002$). Mechanistically, aktivitas fisik meningkatkan ambilan glukosa oleh otot rangka melalui translokasi GLUT-4 serta memperbaiki sensitivitas insulin—efek yang telah terdokumentasi dan diperkirakan menurunkan HbA1c modest namun klinis relevan. Meta-analisis dan review menegaskan bahwa berbagai modalitas latihan (aerobik, resistensi, kombinasi) memberikan penurunan HbA1c, dengan efek rata-rata bervariasi tetapi konsisten (mis. ~0.3-0.8% tergantung jenis/dosis latihan). Rekomendasi recent juga menyinggung bahwa dosis optimal aktivitas untuk perbaikan glikemik terletak di kisaran ribuan MET-min/minggu dan bahwa kombinasi latihan aerobik + resistensi seringkali memberikan hasil terbaik (Jansson et al., 2022; Masuda, 2021; Piepoli et al., 2016; Salazar-mart et al., 2024).

Penelitian ini menunjukkan bahwa pengelolaan diabetes tipe 2 perlu dilakukan secara multimodal, meliputi penggantian sumber karbohidrat berindeks glikemik tinggi dengan yang lebih rendah dan tinggi serat, pengurangan porsi karbohidrat saat makan utama, serta peningkatan aktivitas fisik sesuai kemampuan pasien. Pendekatan ini mendukung pengaturan pola makan dan gaya hidup individual sebagai bagian penting tatalaksana diabetes. Dalam konteks pengembangan aplikasi manajemen diabetes, disarankan agar aplikasi mampu menghitung beban glikemik (*Glycemic Load*) harian berdasarkan data indeks glikemik makanan lokal dan mengintegrasikan fitur pelacakan aktivitas fisik secara kuantitatif. Kombinasi kedua fitur ini dinilai lebih efektif dalam membantu kontrol glikemik dan perubahan perilaku pasien. Keterbatasan penelitian meliputi data FFQ yang bersifat self-

reported, nilai IG makanan lokal yang masih perkiraan, serta desain cross-sectional dengan sampel kecil yang belum dapat memastikan hubungan kausal. Studi lanjutan dengan desain intervensi dan pemantauan glukosa berkelanjutan (CGM) direkomendasikan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktur Politeknik Negeri Subang atas dukungan finansial terhadap proyek ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, R., Mayasari, A., & Chamroonsawasdi, K. (2022). Diabetes & Metabolic Syndrome : Clinical Research & Reviews A smartphone application of diabetes coaching intervention to prevent the onset of complications and to improve diabetes self- management : A randomized control trial. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 16(7), 102537. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2022.102537>
- Alifia, D., & Nirwana, B. (2024). *The relationship between self-efficacy in blood sugar management and self-management in type 2 diabetes patients at Subang General Hospital*. 2(1), 39-44.
- American Diabetes Association. (2022). *Glycemic Targets: Standards of Medical Care in Diabetes – 2022*. 45(January), 83-96.
- American Diabetes Association. (2023). *Diabetes Complications Cardiovascular Disease*. American Diabetes Association. <https://diabetes.org/about-diabetes/complications/cardiovascular-disease>
- Augustin, L. S. A., Kendall, C. W. C., Jenkins, D. J. A., Willett, W. C., Astrup, A., Barclay, A. W., Björck, I., Brand-Miller, J. C., Brighenti, F., Buyken, A. E., Ceriello, A., La Vecchia, C., Livesey, G., Liu, S., Riccardi, G., Rizkalla, S. W., Sievenpiper, J. L., Trichopoulou, A., Wolever, T. M. S., ... Poli, A. (2015). Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 25(9), 795-815. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.numecd.2015.05.005>
- Barnie, A., Bott, M., Farrell, K., Gatcomb, P., Hitt, S., Larkin, M., Lorenzi, G., Martin, C., & Trapani, V. (2022). *Diabetes Control and Complications Trial/Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications Study DCCT/EDIC*. <https://doi.org/doi:10.2337/db2024-01>
- BPJS. (2017). *JKN-KIS Cegah Masyarakat Jatuh Miskin Akibat Penyakit 'Mahal*.
- CDC. (2022). *Diabetes and Your Heart*. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/diabetes/library/features/diabetes-and-heart.html>
- Dorans, K. S., Bazzano, L. A., Qi, L., He, H., Chen, J., Appel, L. J., Chen, C.-S., Hsieh, M.-H., Hu, F. B., Mills, K. T., Nguyen, B. T., O'Brien, M. J., Samet, J. M., Uwaifo, G. I., & He, J.

- (2022). Effects of a Low-Carbohydrate Dietary Intervention on Hemoglobin A1c: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Network Open*, 5(10), e2238645. <https://doi.org/10.1001/jama-networkopen.2022.38645>
- H Ibrahim, S. M., Shahat, E. A., Amer, L. A., & Aljohani, A. K. (2023). The Impact of Using Carbohydrate Counting on Managing Diabetic Patients: A Review. *Cureus*, 15(11), e48998. <https://doi.org/10.7759/cureus.48998>
- Hong, S., Choi, Y., Lee, H., Kim, S. H., Oe, Y., Lee, S. Y., Nam, M., & Kim, Y. S. (2010). Development and Validation of a Semi-Quantitative Food Frequency Questionnaire to Assess Diets of Korean Type 2 Diabetic Patients. 32-39. <https://doi.org/10.4093/kdj.2010.34.1.32>
- International Diabetes Federation. (2025). *IDF Diabetes Atlas* (11th ed.).
- Irvine, L., Veronika, D., & Kurnia, M. A. (2022). Faktor-faktor yang mempengaruhi kepatuhan protokol kesehatan dan kesediaan mengikuti vaksinasi COVID-19 di Kota Medan. *Riset Informasi Kesehatan*, 4(November), 1377-1386.
- Jansson, A. K., Chan, L. X., Lubans, D. R., Duncan, M. J., & Plotnikoff, R. C. (2022). Effect of resistance training on HbA1c in adults with type 2 diabetes mellitus and the moderating effect of changes in muscular strength: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Diabetes Research & Care*, 10(2). <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2021-002595>
- Kartika, I. R., Wahyuni, A., & Dewi, N. F. (2021). Diabetic Self-Management Education - Effect on Self-Management Care of Type-2 Diabetic Patients. *Media Karya Kesehatan*, 4(2), 183-193. <https://doi.org/10.24198/mkk.v4i2.30239>
- Kemenkes RI. (2023). *Indonesia Health Profile 2023*. Ministry of Health.
- Luthpiah, N., Mahayu, N., & Fauziah, W. (2023). The relationship between the level of anti-diabetic medication adherence and fasting blood glucose levels among patients with type II diabetes mellitus at RSUD Subang. *Indonesian Nursing Journal*, 1(1), 12-16.
- Masuda, H. (2021). Relationship Between Long-Term Objectively Measured Physical Activity and Glycemic Control in Type 2 Diabetes Mellitus Patients: A Prospective Cohort Study. 2057-2063.
- Nakhleh, A., & Shehadeh, N. (2021). Hypoglycemia in diabetes: An update on pathophysiology, treatment, and prevention. *World Journal of Diabetes*, 12(12), 2036-2049. <https://doi.org/10.4239/wjd.v12.i12.2036>
- Pavkov, M. E., Ramachandaran, A., Wild, S. H., James, S., & William, H. (2024). *IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045*. 1-23. <https://doi.org/10.1016/j.diabetes.2021.109119>.IDF
- Piepoli, M. F., Hoes, A. W., Agewall, S., Albus, C., Brotons, C., Catapano, A. L., Cooney, M. T., Corra, U., Cosyns, B., Deaton, C., Graham, I., Hall, M. S., Richard Hobbs, F. D., Løchen, M. L., Lollgen, H.,

- Marques-Vidal, P., Perk, J., Prescott, E., Redon, J., ... Zamorano, J. L. (2016). 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice the Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of the European Association of Preventive Cardiology, 23(11), NP1-NP96.
<https://doi.org/10.1177/2047487316653709>
- Sterner Isaksson, S., Ólafsdóttir, A. F., Ivarsson, S., Imberg, H., Toft, E., Hallström, S., Rosenqvist, U., Ekström, M., & Lind, M. (2024). The effect of carbohydrate intake on glycaemic control in individuals with type 1 diabetes: a randomised, open-label, crossover trial. *The Lancet Regional Health. Europe*, 37, 100799.
<https://doi.org/10.1016/j.lanep.2023.100799>
- Uliana, G. C., Camara, L. N., Cristina, C., Paracampo, P., Carvalho, J., & Gomes, D. L. (2023). *Characteristics of carbohydrate counting practice associated with adequacy of glycated hemoglobin in adults with type 1 diabetes mellitus in Brazil*. September, 1-12.
<https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1215792>
- Umpierre, D., Coelho-ravagnani, C., Teno, M. C., Andrade, D. R., Autran, R., Virgilio, M., Barros, G. De, Benedetti, T. R. B., Vieira, F., Azevedo, S., Cyrino, E. S., Dumith, S. C., Florindo, A. A., Martin, L., Garcia, T., Mielke, G. I., Ritti-dias, R. M., Magalhães, L. L., Sandreschi, P. F., ... Siqueira, V. (2022). *Physical Activity Guidelines for the Brazilian Population: Recommendations Report*. 374-381.
- Vlachos, D., Malisova, S., Lindberg, F. A., & Karaniki, G. (2020). Glycemic Index (GI) or Glycemic Load (GL) and Dietary Interventions for Optimizing Postprandial Hyperglycemia in Patients with T2 Diabetes: A Review. *Nutrients*, 12(6).
<https://doi.org/10.3390/nu12061561>
- WHO. (2023). *Diabetes: Facts and figures*. WHO.
<https://www.who.int/diabetes>
- Zheng, B., Su, B., Price, G., Tzoulaki, I., Ahmadi-Abhari, S., & Middleton, L. (2021). Glycemic Control, Diabetic Complications, and Risk of Dementia in Patients With Diabetes: Results From a Large. *Diabetes Care*, 44(July), 1556-1563.
- Zierath, J. R., Brady, A. J., Macgregor, K. A., de Zavallos, J. O., & Stocks, B. (2025). Unlocking the secrets of exercise: A pathway to enhanced insulin sensitivity and skeletal muscle health in type 2 diabetes. *Journal of Sport and Health Science*, 14, 100980.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jshs.2024.100980>