



**KORELASI ASUPAN MAKRONUTRIEN DENGAN STATUS GIZI DAN KADAR GLUKOSA DARAH PENYANDANG DIABETES MELLITUS TIPE 2
(CORRELATION OF MACRONUTRIENT INTAKE, NUTRITIONAL STATUS AND BLOOD GLUCOSE IN TYPE 2 DIABETES MELLITUS PATIENTS)**

Meirina Dwi Larasati^{1,*}, Dian Luthfita Prasetya Muningsar², Mohammad Jaelani², dan Firmansyah³

¹Poltekkes Kemenkes Malang, Jalan Besar Ijen No 77 C Klojen, Malang, Jawa Timur, Indonesia

²Poltekkes Kemenkes Semarang, Jalan Wolter Monginsidi No 115 Pedurungan, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

³Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jalan A. Yani, Pabelan, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

*Korespondensi: meirinadwilarasati@poltekkes-malang.ac.id

Diterima: 09-05-2026

Direvisi: 11-06-2026

Disetujui: 21-06-2026

ABSTRACT

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a metabolic disorder characterized by impaired glycemic control, while nutritional status plays an important role in metabolic management. Macronutrient energy distribution may be associated with nutritional status and blood glucose levels. To analyze the association between the percentage contribution of energy from macronutrients, nutritional status, and fasting blood glucose levels in individuals with T2DM. This cross-sectional analytical observational study involved 43 participants with T2DM enrolled in the Chronic Disease Management Program (Prolanis), recruited using consecutive sampling. Dietary intake was assessed using two non-consecutive 24-hour dietary recalls and calculated as the percentage contribution of energy from protein, fat, and carbohydrates. Nutritional status was assessed using body mass index (BMI), waist circumference, and waist-to-hip ratio (WHR), while glycemic control was assessed using fasting blood glucose levels. Pearson or Spearman correlation tests and multiple linear regression were used for analysis. The percentage contribution of energy from protein was negatively correlated with BMI ($r = -0.324$; $p = 0.034$). No significant associations were found between the percentage contribution of energy from protein, fat, or carbohydrates and waist circumference, WHR, or fasting blood glucose levels ($p > 0.05$). After adjustment in the multivariable analysis, the association between the percentage of energy from protein and BMI was attenuated and was no longer statistically significant ($\beta = -0.284$; $p = 0.068$). No significant associations were observed between macronutrient energy distribution and nutritional status indicators or fasting blood glucose levels after adjustment for potential confounders.

Keywords: type 2 diabetes mellitus, macronutrients, nutritional status, fasting blood glucose

ABSTRAK

Diabetes Melitus (DM) tipe 2 merupakan gangguan metabolik yang ditandai gangguan kontrol glikemik, sementara status gizi berperan penting dalam pengelolaan metabolik. Distribusi energi dari makronutrien diduga berhubungan dengan status gizi dan kadar glukosa darah. Tujuan untuk menganalisis hubungan persentase kontribusi energi makronutrien dengan status gizi dan kadar glukosa darah puasa pada penyandang DM tipe 2. Penelitian observasional analitik dengan desain *cross-sectional* dilakukan pada 43 peserta Prolanis dengan DM tipe 2 menggunakan *consecutive sampling*. Asupan makanan dinilai melalui *food recall* 24 jam selama dua hari tidak berurutan dan dihitung sebagai persentase kontribusi energi protein, lemak, dan karbohidrat. Status gizi dinilai menggunakan indeks massa tubuh (IMT), lingkar pinggang, dan rasio lingkar pinggang-panggul (RLPP), sedangkan kontrol glikemik dinilai menggunakan glukosa darah puasa. Analisis menggunakan korelasi Pearson/Spearman dan regresi linear berganda. Persentase kontribusi energi dari protein menunjukkan korelasi negatif dengan IMT ($r = -0,324$; $p = 0,034$). Tidak ditemukan hubungan yang bermakna antara persentase kontribusi energi dari protein, lemak, maupun karbohidrat dengan lingkar pinggang, RLPP, dan kadar glukosa darah puasa ($p > 0,05$). Setelah dilakukan penyesuaian pada analisis multivariat, hubungan antara persentase kontribusi energi dari protein dan IMT melemah dan tidak lagi signifikan secara statistik ($\beta = -0,284$; $p = 0,068$). Tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara distribusi energi makronutrien dengan indikator status gizi maupun kadar glukosa darah puasa setelah penyesuaian terhadap faktor perancu. [**Penel Gizi Makan 2026, 49(1):1-12**]

Kata kunci: DM Tipe 2, makronutrien, status gizi, glukosa darah puasa

DOI : 10.36457/pgm.v49i1.825



Copyright © 2026 Author(s). Published by PERSAGI. This article is open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License \(CC BY-NS-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

PENDAHULUAN

Diabetes mellitus (DM) merupakan kelompok gangguan metabolik yang ditandai dengan kondisi hiperglikemia akibat defisiensi produksi atau kerja hormon insulin. Hiperglikemia kronis yang tidak terkontrol dapat meningkatkan risiko komplikasi vascular dan kerusakan berbagai organ¹.

DM merupakan masalah kesehatan masyarakat yang terus meningkat. WHO melaporkan bahwa jumlah penyandang DM meningkat dari 200 juta orang pada tahun 1990 menjadi 830 juta orang pada tahun 2022). Hasil Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 menunjukkan prevalensi DM berdasarkan diagnosis dokter pada penduduk semua umur mencapai 1,7 persen. Pada penduduk berusia ≥ 15 tahun, prevalensi DM berdasarkan diagnosis dokter sebesar 2,2 persen, sedangkan prevalensi berdasarkan pemeriksaan kadar glukosa darah mencapai 11,7 persen². Tingginya prevalensi tersebut menunjukkan pentingnya optimalisasi pengelolaan penyakit pada penyandang DM, terutama melalui pengendalian faktor risiko, status gizi dan kontrol glikemik.

DM tipe 2 merupakan penyakit multifaktorial yang dipengaruhi oleh interaksi faktor genetik, metabolik dan gaya hidup. Beberapa faktor yang dapat dimodifikasi yaitu pola makan, status gizi dan adipositas memiliki peran penting dalam perkembangan resistensi insulin serta pengendalian glikemik. Asupan energi yang melebihi kebutuhan dalam jangka panjang dapat meningkatkan akumulasi lemak tubuh dan berkontribusi terhadap gangguan sensitivitas insulin³.

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan indikator antropometri yang umum digunakan untuk menilai status gizi, namun tidak dapat menggambarkan distribusi lemak tubuh secara spesifik. Pengukuran lingkaran pinggang dapat digunakan sebagai indikator pendamping untuk menilai adipositas sentral dan risiko metabolik. Penelitian menunjukkan bahwa IMT dan lingkaran pinggang merupakan indikator penting untuk menilai status gizi dan adipositas sentral yang berkaitan dengan kondisi metabolik dan kontrol glikemik^{4,5,6}.

Pola makan yang tidak seimbang, terutama komposisi makronutrien terhadap total energi harian berhubungan dengan gangguan kontrol glikemik. *Medical Nutrition Therapy* (MNT) merupakan pilar utama dalam manajemen DM tipe 2 untuk mencapai kontrol metabolik yang optimal⁷. PERKENI merekomendasikan pengaturan proporsi energi dari karbohidrat, protein dan lemak¹ namun tidak terdapat satu distribusi makronutrien yang

secara konsisten optimal bagi seluruh penyandang DM. Oleh karena itu, pengaturan komposisi makronutrien perlu dilakukan secara individual sesuai kondisi metabolik, tujuan terapi dan karakteristik pasien DM tipe 2^{7,8,9}.

Karbohidrat berperan penting dalam respons glikemik setelah makan^{10,11}. Penelitian menunjukkan bahwa proporsi karbohidrat yang tinggi (termasuk $>65\%$ dari total energi) pada populasi tertentu berhubungan dengan kontrol glikemik yang kurang baik^{10,11,12}. Namun, angka tersebut bukan merupakan ambang universal bagi seluruh penyandang DM tipe 2 karena respons glikemik juga dipengaruhi oleh kualitas karbohidrat, total energi dan karakteristik individu. Oleh karena itu PERKENI merekomendasikan proporsi karbohidrat sebesar 45-65 persen dari total asupan energi harian, dengan penekanan pada pemilihan sumber karbohidrat berkualitas dan tinggi serat¹.

Selain karbohidrat, proporsi protein dan lemak dalam perencanaan makan juga mempengaruhi regulasi glukosa^{3,13}. Metabolisme protein dan asam amino pada DM tipe 2 berinteraksi dengan resistensi insulin secara kompleks. Di sisi lain, asupan lemak mempengaruhi sensitivitas insulin melalui komposisi asam lemak pada membran sel^{12,13}.

Pola konsumsi makronutrien pada penyandang DM tipe 2 dapat bervariasi antar-populasi. Penelitian menunjukkan bahwa proporsi asupan karbohidrat dan protein penyandang DM sebagian besar masih berada dalam rentang rekomendasi, tetapi konsumsi lemak cenderung tinggi¹⁴. Selain itu, hasil *systematic review* dan meta-analisis terhadap uji klinis acak menunjukkan bahwa pengaturan komposisi makronutrien dapat memberikan manfaat terhadap indikator metabolik pada pasien DM tipe 2, tetapi hasilnya perlu diinterpretasikan dengan mempertimbangkan karakteristik intervensi dan kondisi individu⁸. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pentingnya penilaian pola konsumsi aktual sebagai dasar perencanaan terapi gizi yang kontekstual.

Sebagian besar hasil penelitian mengidentifikasi jumlah konsumsi protein, lemak, dan karbohidrat dalam satuan gram atau tingkat kecukupan terhadap kebutuhan energi. Penelitian tersebut belum sepenuhnya menggambarkan distribusi energi yang berasal dari masing-masing makronutrien, padahal rekomendasi terapi gizi menekankan proporsi energi dari karbohidrat, protein, dan lemak sebagai bagian dari pengaturan pola makan. Meskipun PERKENI telah memberikan rekomendasi proporsi makronutrien bagi penyandang DM tipe 2, bukti mengenai

hubungan distribusi energi aktual dari masing-masing makronutrien dengan indikator antropometri dan kontrol glikemik pada populasi penyandang DM tipe 2 di layanan primer di Indonesia masih perlu diperkuat. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam menggambarkan pola distribusi energi makronutrien aktual dan relevansinya terhadap status gizi serta kontrol glikemik pada penyandang DM tipe 2. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi antara proporsi asupan makronutrien terhadap kadar glukosa darah dan status gizi berdasarkan parameter antropometri pada penyandang DM. Hipotesis penelitian ini adalah terdapat korelasi antara proporsi asupan makronutrien dengan outcome primer berupa indeks massa tubuh dan kadar glukosa darah puasa pada penyandang DM tipe 2. Lingkaran pinggang dan rasio lingkaran pinggang-panggul dianalisis sebagai outcome sekunder untuk memberikan gambaran tambahan mengenai adipositas sentral.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain studi potong lintang (*cross-sectional*). Populasi penelitian ini adalah penyandang DM tipe 2 yang tergabung dalam Program Pengelolaan Penyakit Kronis (Prolanis) UPTD Puskesmas Tlogosari Wetan dan Kulon pada bulan Januari 2026. Subjek penelitian dipilih menggunakan teknik *consecutive sampling* berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan yaitu pasien dewasa yang telah didiagnosis DM tipe 2 sekurang-kurangnya selama 6 bulan, tidak sedang hamil dan tidak menderita penyakit ginjal kronis atau gangguan hati berat. Batas minimal 6 bulan setelah diagnosis ditetapkan untuk memperoleh subjek dengan kondisi metabolik dan pola makan yang relatif stabil setelah dinyatakan DM.

Besar sampel dihitung menggunakan rumus perbedaan rerata berdasarkan data penelitian Vasan et al. (2012). Penelitian tersebut melaporkan selisih rerata asupan energi sebesar 107,49 kkal. Perhitungan menggunakan tingkat kemaknaan 5% ($Z\alpha=1,96$), kekuatan uji 80% ($Z\beta=0,84$) dan simpangan baku 233,36 kkal. Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh kebutuhan minimal sekitar 37 subjek. Pertimbangan kemungkinan *drop-out* sebesar 10 persen, jumlah subjek yang ditargetkan sebesar 41 orang.

Variabel independen dalam penelitian ini adalah proporsi asupan makronutrien yang

meliputi karbohidrat, protein, dan lemak terhadap total asupan energi. Variabel dependen meliputi status gizi berdasarkan parameter antropometri (IMT dan status adipositas sentral) dan kadar glukosa darah puasa. Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran langsung dan wawancara menggunakan kuesioner. Karakteristik subjek dikumpulkan menggunakan formulir terstruktur sedangkan data asupan makanan diperoleh melalui wawancara menggunakan formulir recall 24 jam selama dua hari tidak berurutan. Seluruh proses pengumpulan data dilakukan oleh enumerator yang lulus pendidikan profesi gizi dan telah dilakukan persamaan persepsi untuk menyeragamkan teknik wawancara agar meminimalkan bias antar-pengumpul data dan menjamin validitas data yang dikumpulkan termasuk pencatatan asupan makan.

Data asupan makronutrien dikumpulkan melalui metode recall 24 jam selama dua hari yang tidak berurutan (*weekday* dan *weekend*) untuk mendapatkan data variasi pola konsumsi antara hari kerja dan akhir pekan serta memberikan gambaran asupan yang lebih representatif dibandingkan recall satu hari. Asupan energi dan makronutrien dihitung menggunakan Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI). Asupan energi dan makronutrien dihitung dari rata-rata asupan antara *weekday* dan *weekend*. Selanjutnya, proporsi makronutrien dihitung sebagai persentase kontribusi energi masing-masing makronutrien terhadap total energi yang dikonsumsi dengan mengonversi protein dan karbohidrat menggunakan faktor konversi 4 kkal/g serta lemak 9 kkal/g sehingga diperoleh persentase energi yang berasal dari protein (% protein), lemak (% lemak) dan karbohidrat (% karbohidrat).

Pengukuran antropometri berupa berat badan (kg), tinggi badan (m), lingkaran pinggang (cm) dan lingkaran pinggul (cm). Berat badan diukur menggunakan timbangan injak digital dengan ketelitian 0,1 kg, sedangkan tinggi badan diukur menggunakan stadiometer dengan ketelitian 0,1 cm. Lingkaran pinggang dan pinggul diukur menggunakan dengan pita ukur non elastis dg ketelitian 0,1 cm. Nilai IMT dihitung dari BB/TB^2 dan dikategorikan merujuk pada Kemenkes (2025)¹⁵, serta dilakukan perhitungan rasio lingkaran pinggang-panggul (RLPP) sebagai indikator distribusi lemak tubuh. Lingkaran pinggang diukur menggunakan pita ukur non-elastis pada titik tengah antara tepi bawah iga terakhir dan puncak krista iliaka, sedangkan lingkaran pinggul diukur pada bagian terlebar dari pantat. Pengukuran antropometri dibantu oleh enumerator terlatih menggunakan

prosedur yang telah distandarkan. Data kadar glukosa darah puasa (GDP) diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium rutin bulanan peserta Prolanis yang tercatat dalam rekam medis dengan periode yang berdekatan dengan pengumpulan data asupan makanan..

Pengukuran asupan makan dilakukan berdekatan waktu dengan pelaksanaan pemeriksaan laboratorium rutin pada bulan yang sama. Data asupan makronutrien dan kadar GDP menggambarkan kondisi subjek dalam periode yang sama meskipun sumber data berasal dari pengumpulan primer dan data rekam medis. Seluruh pemeriksaan dilakukan oleh petugas laboratorium yang bekerjasama dengan Puskesmas dengan prosedur pemeriksaan yang sama dengan pengambilan darah melalui pembuluh darah vena.

Seluruh data yang terkumpul diolah dan dianalisis menggunakan perangkat lunak analisis data statistik. Analisis univariat diterapkan untuk mendeskripsikan karakteristik demografi subjek, profil asupan makronutrien, antropometri dan kadar glukosa darah puasa disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi, nilai rerata dan standar deviasi (SD). Uji normalitas data menggunakan *Shapiro-Wilk* untuk menentukan jenis uji statistik yang akan digunakan selanjutnya. Analisis bivariat untuk mengetahui korelasi antara proporsi asupan makronutrien dengan status gizi dan kadar glukosa darah puasa dilakukan dengan uji korelasi *Pearson* untuk data berdistribusi normal, atau *Spearman* sebagai alternatif non-parametrik. Analisis multivariat menggunakan regresi linear berganda dilakukan untuk menentukan hubungan antar-variabel dan mengontrol faktor perancu (*confounding factors*) seperti usia dan lama menderita. Variabel dipilih sebagai variabel perancu berdasarkan pertimbangan biologis karena variabel tersebut diketahui berhubungan dengan status gizi, kebutuhan energi, komposisi tubuh, dan kontrol glikemik pada penyandang DM tipe 2. Persentase kontribusi energi dari karbohidrat, protein, dan lemak diperlakukan sebagai komponen yang saling bergantung karena seluruhnya berasal dari total asupan energi. Oleh karena itu, ketiga komponen tidak dimasukkan secara simultan dalam satu model regresi untuk menghindari ketergantungan linear dan multikolinearitas. Seluruh uji ditetapkan pada tingkat signifikansi *p-value* <0,05 dengan interval kepercayaan 95%. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian

nomor DP.04.03/F.XIII.31/0666/2026. Selain itu, penelitian telah memperoleh izin dari lokasi penelitian. Seluruh subjek mendapatkan penjelasan mengenai tujuan dan prosedur penelitian serta memberikan persetujuan tertulis sebelum berpartisipasi.

HASIL

Proses rekrutmen subjek penelitian dilakukan pada populasi anggota Prolanis. Setelah dilakukan skrining berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, 7 peserta dikeluarkan, yaitu 1 peserta karena lama diagnosis DM kurang dari 6 bulan dan 6 peserta karena tidak menjalani puasa sebelum pemeriksaan laboratorium sehingga tidak tersedia data glukosa darah puasa. Dengan demikian, sebanyak 43 peserta memenuhi kriteria dan dianalisis dalam penelitian ini.

Sebagian besar subjek penelitian berjenis kelamin perempuan (72,1%), dengan rerata usia subjek adalah $63,35 \pm 7,94$ tahun dengan lama menderita DM $8,28 \pm 5,32$ tahun. Rerata IMT subjek penelitian sebesar $25,59 \pm 3,18$ kg/m² dan rerata rasio RLPP sebesar $0,95 \pm 0,07$, dengan rentang 0,9-1,1. Rerata GDP sebesar $162,53 \pm 69,82$ mg/dL, dengan nilai minimum 69 mg/dL dan maksimum 325 mg/dL sedangkan median GDP sebesar 136,0 mg/dL.. Rerata asupan energi subjek penelitian adalah $1035,94 \pm 305,87$ kkal/hari dengan kontribusi energi dari protein, lemak, dan karbohidrat masing-masing sebesar $14,48 \pm 2,92\%$, $31,27 \pm 7,61\%$, dan $55,49 \pm 7,40\%$ (Tabel 1).

Tabel 2 menunjukkan bahwa laki-laki memiliki asupan energi dan karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan perempuan. Rerata asupan energi pada laki-laki adalah $1177,43 \pm 235,31$ kkal/hari, lebih tinggi dibandingkan perempuan sebesar $981,17 \pm 315,55$ kkal/hari (*p*=0,035). Selain itu, rerata asupan karbohidrat pada laki-laki juga lebih tinggi dibandingkan perempuan ($165,67 \pm 35,01$ g/hari vs $134,15 \pm 44,39$ g/hari; *p*=0,022).

Tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara laki-laki dan perempuan pada variabel IMT, lingkar pinggang, RLPP, asupan protein, asupan lemak, persentase asupan protein, persentase asupan lemak, maupun persentase asupan karbohidrat (*p*>0,05). Ada perbedaan asupan energi harian (kkal) dan karbohidrat harian (g) antara laki-laki dan perempuan (*p*<0,05).

Tabel 1
Karakteristik Subjek Penelitian

Variabel	Jumlah n (%)	Mean	Median	Min	Maks	SD
Karakteristik						
Jenis kelamin						
Laki-laki	12 (27,9)	-	-	-	-	
Perempuan	31 (72,1)	-	-	-	-	
Usia (tahun)		63,35	65,0	43	75	7,94
Lama menderita (tahun)		8,28	8,00	1	29	5,32
Antropometri dan Status Gizi						
Tinggi badan (m)		1,57	1,58	1,4	1,8	0,08
Berat badan (kg)		63,34	61,3	48	88	10,35
IMT (kg/m ²)		25,59	25,3	18,7	33,5	3,18
Lingkar pinggang (cm)		94,3	92,3	77,5	115,7	9,6
Lingkar pinggul (cm)		99,21	100,4	80,3	113,5	9,19
RLPP		0,95	0,9	0,9	1,1	0,07
Status Glikemik						
GDP (mg/dL)		162,53	136,0	69	325	69,82
Asupan						
Energi (kkal/hari)		1035,94	1021,6	372,9	1870,5	305,87
Protein (g/hari)		38,07	36,0	14,4	76,1	15,3
Lemak (g/hari)		36,07	35,5	12,9	64	13,63
Karbohidrat (g/hari)		142,94	139,3	46,7	257,5	43,97
% protein		14,48	14,2	9,4	21,4	2,92
% lemak		31,27	31,2	15,3	51,3	7,61
% karbohidrat		55,49	55,2	39	72,2	7,4

Tabel 2
Perbandingan Karakteristik Antropometri, Asupan Energi, dan Distribusi Makronutrien Berdasarkan Jenis Kelamin

Variabel	Wanita (n=31) Mean ± SD	Pria (n=12) Mean ± SD	p-value
IMT (kg/m ²)	25,81 ± 3,01	25,02 ± 3,67	0,470
Lingkar pinggang (cm)	94,81 ± 10,10	92,98 ± 8,44	0,581
RLPP*	21,29†	23,83†	0,501
Asupan energi (kkal/hari)	981,17 ± 315,55	1177,43 ± 235,31	0,035
Asupan protein (g/hari)	35,78 ± 14,84	43,96 ± 15,51	0,133
Asupan lemak (g/hari)	34,85 ± 13,66	39,23 ± 13,64	0,355
Asupan karbohidrat (g/hari)	134,15 ± 44,39	165,67 ± 35,01	0,022
% protein	14,38 ± 2,80	14,75 ± 3,32	0,735
% lemak	31,86 ± 7,43	29,74 ± 8,17	0,446
% karbohidrat	55,04 ± 7,22	56,67 ± 8,05	0,547

Keterangan:

Uji Independent t-test digunakan untuk IMT, lingkar pinggang, asupan energi, protein, lemak, karbohidrat dan persentase makronutrien

*analisis menggunakan uji Mann-Whitney.

†Nilai yang ditampilkan adalah mean rank, bukan nilai RLPP aktual.

Tabel 3
Hubungan Persentase Asupan Makronutrien dengan Status Gizi dan Status Glikemik

Variabel	Status Gizi				Status Glikemik			
	IMT		Lingkar Pinggang		RLPP		GDP	
	r	p-value	r	p-value	r	p-value	r	p-value
% Protein	-0,324	0,034*	-0,186	0,231	0,22	0,156	0,039	0,803
% Lemak	-0,182	0,242	-0,113	0,471	0,05	0,749	-0,171	0,274
% Karbohidrat	0,258	0,095	0,126	0,422	-0,111	0,479	0,054	0,729

Variabel IMT dan lingkar pinggang menunjukkan distribusi normal sehingga dianalisis menggunakan uji korelasi Pearson, sedangkan variabel RLPP dan kadar GDP tidak berdistribusi normal sehingga dianalisis menggunakan uji korelasi Spearman. Tabel 3 menunjukkan bahwa hanya persentase asupan protein yang berhubungan signifikan dengan IMT ($r=-0,324$; $p=0,034$). Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi energi yang berasal dari protein, semakin rendah nilai IMT subjek penelitian. Tidak ditemukan hubungan yang bermakna antara persentase asupan protein, lemak, maupun karbohidrat dengan lingkar pinggang, RLPP dan GDP ($p>0,05$).

Persentase asupan lemak tidak berhubungan secara signifikan dengan IMT ($r=-0,182$; $p=0,242$), lingkar pinggang ($r=-0,113$; $p=0,471$), RLPP ($r=0,050$; $p=0,749$), maupun GDP ($r=-0,171$; $p=0,274$). Meskipun arah hubungan dengan IMT, lingkar pinggang, dan GDP bersifat negatif, kekuatan korelasi sangat lemah.

Persentase asupan karbohidrat tidak menunjukkan hubungan yang bermakna dengan IMT ($r=0,258$; $p=0,095$), lingkar pinggang ($r=0,126$; $p=0,422$), RLPP ($r=-0,111$; $p=0,479$), maupun GDP ($r=0,054$; $p=0,729$). Ada terdapat kecenderungan hubungan positif antara persentase asupan karbohidrat dan IMT.

Analisis multivariat dilakukan menggunakan model terpisah. Pada model pertama, persentase protein dan lemak dimasukkan bersama dengan mengeluarkan persentase karbohidrat dari model sedangkan pada model kedua persentase karbohidrat dimasukkan sebagai prediktor utama.

Persentase energi dari protein, lemak, dan karbohidrat merupakan data komposisional dengan jumlah total 100%, model indikator status gizi menggunakan persentase protein dan lemak sebagai prediktor, dengan persentase karbohidrat sebagai komponen energi yang tersisa. Hasil analisis regresi linear berganda (Tabel 4) menunjukkan bahwa tidak terdapat variabel yang berhubungan secara signifikan dengan IMT, lingkar pinggang, maupun RLPP setelah dikontrol oleh usia ($p>0,05$). Namun, persentase asupan protein menunjukkan kecenderungan hubungan negatif terhadap IMT ($\beta=-0,284$; $p=0,068$). Model regresi menjelaskan 15,6 persen variasi IMT, 7,0 persen variasi lingkar pinggang dan 5,6 persen variasi RLPP. Persentase kontribusi energi dari protein berkorelasi negatif dengan IMT. Namun, hubungan tersebut tidak lagi signifikan setelah dilakukan penyesuaian dalam analisis multivariat. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara proporsi energi protein dan IMT pada populasi penelitian kemungkinan dipengaruhi oleh faktor lain.

Tabel 4
Analisis Multivariat Hubungan Persentase Asupan Protein dan Lemak dengan Indikator Status Gizi

Variabel	β	p-value	β	p-value	B	p-value
Usia (tahun)	-0,144	0,352	0,145	0,37	0,138	0,398
% Protein	-0,284	0,068	-0,177	0,273	0,139	0,39
% Lemak	-0,129	0,409	-0,125	0,444	-0,015	0,927
R ²	0,156		0,07		0,056	
Adjusted R ²	0,067		-0,028		-0,043	
p model	0,158		0,585		0,69	

Tabel 5
Analisis Multivariat Faktor yang Berhubungan dengan GDP

Variabel	% Karbohidrat		% Protein dan Lemak	
	β	<i>p-value</i>	β	<i>p-value</i>
Usia (tahun)	-0,24	0,141	-0,233	0,16
Lama DM (tahun)	0,016	0,924	0	0,999
% Karbohidrat	0,037	0,818	–	–
% Protein	–	–	0,038	0,819
% Lemak	–	–	-0,084	0,618
R^2	0,066		0,072	
<i>Adjusted R²</i>	-0,032		-0,054	
<i>p model</i>	0,614		0,72	

Analisis multivariat menggunakan persentase energi dari karbohidrat sebagai prediktor utama karena relevansinya terhadap metabolisme glukosa dengan penyesuaian terhadap usia. Hasil analisis regresi linear berganda menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara persentase asupan karbohidrat dengan kadar glukosa darah puasa setelah dikontrol oleh usia dan lama menderita DM ($\beta=0,037$; $p=0,818$). Hasil yang serupa juga diperoleh pada model yang menggunakan persentase asupan protein dan lemak sebagai variabel utama yang tidak ada hubungan yang signifikan antara persentase

asupan protein ($\beta=0,038$; $p=0,819$) maupun persentase asupan lemak ($\beta=-0,084$; $p=0,618$) dengan kadar glukosa darah puasa. Kedua model memiliki kemampuan prediksi yang rendah ($R^2 < 10\%$). Nilai R^2 masing-masing sebesar 0,066 dan 0,072, sedangkan adjusted R^2 bernilai negatif (-0,032 dan -0,054). Hal ini menunjukkan bahwa setelah mempertimbangkan jumlah prediktor dalam model, variabel-variabel yang dimasukkan hampir tidak memberikan tambahan kemampuan dalam menjelaskan variasi kadar glukosa darah puasa.

BAHASAN

Karakteristik subjek penelitian menunjukkan bahwa mayoritas berjenis kelamin perempuan (72,1%) dengan rerata usia 63,35 tahun. Hal ini sejalan dengan data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 yang menunjukkan bahwa kelompok perempuan merupakan proporsi terbesar pada populasi yang menjalani pemeriksaan glukosa darah, yaitu sekitar 62,7%² yang sebagian besar ditemukan pada kelompok usia dewasa dan lanjut usia.

Rerata IMT sebesar 25,59 kg/m² menunjukkan bahwa sebagian besar subjek berada pada kategori *overweight* berdasarkan klasifikasi Asia Pasifik. Kondisi ini konsisten dengan hasil SKI 2023 yang melaporkan peningkatan prevalensi obesitas nasional pada penduduk usia >18 tahun menjadi 23,4%, lebih tinggi dibandingkan tahun 2018^{2,16}. Selain itu, rerata lingkaran pinggang subjek penelitian sebesar 94,30 cm dan RLPP sebesar 0,95 menunjukkan adanya kecenderungan obesitas sentral pada populasi penelitian. Jika ditinjau berdasarkan jenis kelamin, rerata lingkaran pinggang perempuan mencapai 94,81 cm, jauh melebihi batas obesitas sentral untuk perempuan (≥ 80 cm). Demikian pula pada laki-laki, rerata lingkaran pinggang sebesar 92,98 cm

juga telah melampaui batas obesitas sentral yang direkomendasikan untuk populasi Asia (≥ 90 cm). Begitu pula dengan rerata RLPP keseluruhan sebesar 0,95 berada di atas nilai ambang risiko metabolik baik pada laki-laki ($>0,90$) maupun perempuan ($>0,85$). Hal ini mengindikasikan distribusi lemak tubuh yang cenderung terpusat di area abdomen (*android obesity*), yang secara metabolik lebih berbahaya dibandingkan penumpukan lemak perifer. Lemak visceral diketahui memiliki aktivitas metabolik yang tinggi dan berperan dalam peningkatan pelepasan asam lemak bebas, sitokin proinflamasi dan adipokin yang dapat memperburuk resistensi insulin.

Rerata kadar glukosa darah puasa dalam penelitian ini adalah 162,53 mg/dL, yang menunjukkan bahwa sebagian besar subjek belum mencapai target kontrol glikemik yang direkomendasikan. Hasil ini juga mengindikasikan bahwa masih banyak individu dengan gangguan glikemik yang belum terkontrol secara optimal.

Rerata asupan energi harian pada subjek penelitian ini menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik antara laki-laki dan perempuan ($p=0,035$). Pada kelompok laki-laki, rerata asupan energi adalah sebesar $1177,43 \pm 235,31$ kkal/hari, angka ini masih berada di bawah rentang rekomendasi energi harian

yang disarankan bagi laki-laki penyandang DM, yaitu sebesar 1200-1600 kkal/hari¹. Hal serupa ditemukan pada kelompok perempuan, di mana rerata asupan energi hanya mencapai $981,17 \pm 315,55$ kkal/hari, yang berarti belum memenuhi target asupan harian yang dipersyaratkan bagi perempuan penyandang DM, yakni 1000-1200 kkal/hari¹. Kebutuhan energi individual dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin, ukuran tubuh, aktivitas fisik dan kondisi klinis, sedangkan kebutuhan energi masing-masing subjek tidak dihitung dalam penelitian ini. Oleh karena itu, hasil tersebut diinterpretasikan sebagai asupan energi yang dilaporkan lebih rendah daripada rentang rujukan..

Persentase makronutrien pada penelitian ini dihitung sebagai persentase kontribusi energi masing-masing makronutrien terhadap total energi yang dikonsumsi, bukan terhadap kebutuhan energi individu. Kontribusi makronutrien pada penelitian ini terdiri dari karbohidrat (55,49%), lemak (31,27%) dan protein (14,48%). Perbedaan signifikan pada asupan energi dan karbohidrat antara laki-laki dan perempuan ($p < 0,05$) menunjukkan adanya variasi kebutuhan metabolik dan pola aktivitas fisik berdasarkan gender, meskipun persentase distribusi makronutrien antar gender tetap homogen.

Hasil penelitian menunjukkan persentase kontribusi energi dari protein menunjukkan korelasi negatif dengan IMT. Arah asosiasi tetap negatif setelah adjustment, tetapi hubungan tersebut tidak lagi signifikan secara statistik.. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan proporsi energi dari protein berhubungan dengan nilai IMT yang lebih rendah. Secara fisiologis, protein memiliki efek termogenik yang lebih tinggi dan mampu meningkatkan rasa kenyang (satiety) lebih lama dibandingkan karbohidrat dan lemak^{3,7}. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pola makan dengan proporsi protein yang lebih tinggi dapat mempengaruhi satiety, termogenesis dan perubahan berat badan^{7,13,17}. Literatur tersebut digunakan dalam penelitian ini hanya untuk menjelaskan kemungkinan mekanisme biologis, bukan untuk menyimpulkan bahwa peningkatan asupan protein menyebabkan penurunan IMT.

Tidak ditemukannya hubungan antara distribusi makronutrien dengan lingkar pinggang dan RLPP menunjukkan bahwa obesitas sentral pada penyandang DM merupakan hasil akumulasi paparan metabolik jangka panjang⁶. Lingkar pinggang dan RLPP merefleksikan distribusi lemak visceral yang terbentuk dalam jangka panjang^{5,18} sehingga

tidak selalu berkorelasi dengan pola konsumsi saat ini yang diukur melalui recall makanan dan distribusi makronutrien harian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa asupan karbohidrat tidak berkorelasi signifikan dengan kadar glukosa darah puasa (GDP) ($p > 0,05$). Hal ini dapat dijelaskan melalui beberapa perspektif. Pertama, proporsi karbohidrat subjek penelitian (55,49%) masih tergolong cukup dan belum mencapai ambang batas asupan tinggi ($> 65\%$)^{11,12} yang biasanya dikaitkan dengan kontrol glikemik yang buruk. Kedua, literatur menekankan bahwa kualitas karbohidrat lebih menentukan respons glikemik dibandingkan sekadar kuantitasnya^{7,13}. Meskipun GDP merupakan parameter yang direkomendasikan untuk pemantauan rutin DM, parameter ini hanya menggambarkan kondisi glikemik pada satu titik waktu. Sebaliknya, HbA1c merefleksikan rerata kadar glukosa darah selama sekitar dua hingga tiga bulan sehingga lebih representatif dalam menilai kontrol glikemik jangka panjang. Selain itu, penggunaan indeks glikemik (GI) dan beban glikemik (GL) serta asupan serat makanan (*non-starch polysaccharides* (NSP)) terbukti lebih efektif dalam menurunkan HbA1c dan memperlambat absorpsi glukosa postprandial^{11,13,19,20}. Oleh karena itu, rendahnya asupan karbohidrat secara kuantitatif dalam penelitian ini mungkin tidak memberikan dampak klinis langsung terhadap GDP jika tidak disertai dengan pengaturan kualitas sumber karbohidrat¹³.

Hasil analisis bivariat menunjukkan ada korelasi terbalik antara persentase kontribusi energi dari protein dan IMT. Namun, setelah dilakukan penyesuaian terhadap kovariat dalam analisis multivariat, hubungan tersebut melemah dan tidak lagi signifikan secara statistik ($\beta = -0,284$; $p = 0,068$). Analisis multivariat juga menunjukkan tidak ditemukan variabel makronutrien tunggal yang secara independen mampu memprediksi variasi GDP maupun parameter antropometri secara signifikan ($R^2 < 15,6\%$) setelah dikontrol oleh variabel perancu. Rendahnya kemampuan prediksi model ini menunjukkan bahwa status metabolik penyandang DM^{7,13} dipengaruhi oleh faktor multifaktorial yang kompleks, termasuk kepatuhan pengobatan, aktivitas fisik, stres oksidatif dan variasi genetik dalam sensitivitas insulin^{10,14,20} serta kepatuhan diet yang tidak dianalisis sehingga berpotensi menjadi *residual confounding* dan perlu dipertimbangkan pada penelitian selanjutnya.

Kelebihan dari penelitian ini antara lain menilai hubungan asupan makronutrien dengan berbagai indikator status gizi, meliputi

IMT, lingkar pinggang dan RLPP yang dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai status gizi dan obesitas sentral pada penyandang DM tipe 2. Selanjutnya, asupan makronutrien dianalisis berdasarkan persentase kontribusi energi (% protein, % lemak dan % karbohidrat), yang lebih mencerminkan distribusi energi dalam pola makan dibandingkan asupan absolut. Selain itu, penelitian ini menggunakan analisis multivariat untuk mengendalikan faktor perancu seperti usia, jenis kelamin dan lama menderita sehingga hasil yang diperoleh dapat menggambarkan hubungan yang lebih independen antara komposisi makronutrien, status gizi dan kadar glukosa darah.

Desain *cross-sectional* tidak memungkinkan penentuan hubungan kausal antara asupan makronutrien dengan status gizi maupun kadar glukosa darah menjadi salah satu keterbatasan dari penelitian ini^{4, 11, 12, 21}. Ukuran sampel yang relatif kecil merupakan keterbatasan lain karena dapat mengurangi presisi estimasi dan kekuatan analisis multivariat. Selain itu, seluruh subjek direkrut dari peserta Prolanis, sehingga terdapat potensi *selection bias* karena karakteristik peserta program dapat berbeda dari penyandang DM tipe 2 yang tidak mengikuti Prolanis. Kondisi ini membatasi representativeness sampel dan generalisasi hasil terhadap populasi penyandang DM tipe 2 secara umum. Selain itu, data asupan diperoleh melalui metode survei konsumsi recall 24 jam yang berpotensi menimbulkan bias dan *under-reporting*. Penelitian ini hanya menilai distribusi makronutrien tanpa mempertimbangkan kualitas sumber pangan, seperti indeks glikemik, kandungan serat, maupun jenis lemak yang dikonsumsi^{9, 11, 13}. Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi kontrol glikemik, seperti aktivitas fisik, kepatuhan pengobatan, jenis terapi antidiabetes, kualitas tidur, stres psikologis, dan kadar HbA1c juga tidak dievaluasi^{4, 12, 21} sehingga kemungkinan berkontribusi terhadap rendahnya kemampuan prediksi model regresi yang diperoleh.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain longitudinal atau kohort prospektif sehingga hubungan temporal antara distribusi energi makronutrien, perubahan status gizi dan kontrol glikemik dapat dievaluasi secara lebih komprehensif. Penelitian berikutnya juga perlu mempertimbangkan variabel perancu dan faktor yang berpotensi memodifikasi hubungan tersebut, seperti tingkat aktivitas fisik, kualitas karbohidrat yang dikonsumsi, indeks dan beban glikemik diet,

penggunaan obat antidiabetes, kepatuhan terhadap terapi, serta kualitas diet secara keseluruhan. Pendekatan tersebut diharapkan mampu memberikan bukti yang lebih kuat mengenai peran distribusi energi makronutrien dalam pengelolaan status gizi dan kontrol glikemik pada penyandang DM tipe 2 serta menjadi dasar penyusunan rekomendasi terapi gizi yang lebih efektif dan berbasis bukti di pelayanan kesehatan primer.

KESIMPULAN

Persentase kontribusi energi dari protein menunjukkan korelasi negatif dengan IMT. Namun, setelah dilakukan penyesuaian terhadap faktor perancu, hubungan tersebut tidak lagi signifikan secara statistik. Secara keseluruhan, persentase kontribusi energi dari protein, lemak dan karbohidrat tidak menunjukkan hubungan independen yang signifikan dengan indikator status gizi maupun kadar glukosa darah puasa pada penyandang DM tipe 2. Hasil ini mengindikasikan bahwa pengelolaan status gizi dan kontrol glikemik pada penyandang DM tipe 2 merupakan proses yang kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor selain distribusi makronutrien dalam pola makan sehari-hari.

SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain longitudinal atau prospektif diperlukan untuk mengevaluasi hubungan antara distribusi energi makronutrien, perubahan status gizi, dan kontrol glikemik. Pengukuran asupan sebaiknya menggunakan metode yang lebih mampu menggambarkan kebiasaan makan disertai penilaian kualitas diet, asupan serat, indeks dan beban glikemik dan jenis lemak. Selain itu, faktor potensial perancu seperti aktivitas fisik, penggunaan dan kepatuhan terhadap obat antidiabetes perlu dipertimbangkan dalam analisis. Dengan demikian, peran distribusi makronutrien terhadap status gizi dan kontrol glikemik dapat dipahami secara komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh subjek penelitian yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pengelola Prolanis, petugas kesehatan dan pihak Puskesmas yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses pengumpulan data. Penulis juga mengapresiasi

seluruh tim penelitian dan pihak-pihak yang telah memberikan bantuan teknis, masukan ilmiah dan dukungan dalam penyusunan naskah ini.

RUJUKAN

1. Soelistijo S. *Pedoman Pengelolaan Dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa Di Indonesia 2021*. PB Perkeni; 2021.
2. Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan (BKPK). *Survei Kesehatan Indonesia (SKI) Dalam Angka Dalam Angka*. Kementerian Kesehatan RI. Published 2023. <https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/ski-2023-dalam-angka/>
3. Yang W, Jiang W, Guo S. Regulation of Macronutrients in Insulin Resistance and Glucose Homeostasis during Type 2 Diabetes Mellitus. *Nutrients*. 2023;15(21). doi:10.3390/nu15214671
4. Bai K, Chen X, Song R, Shi W, Shi S. Association of body mass index and waist circumference with type 2 diabetes mellitus in older adults: a cross-sectional study. *BMC Geriatr*. 2022;22(1):1-10. doi:10.1186/s12877-022-03145-w
5. Fan Y, Wang R, Ding L, et al. Waist circumference and its changes are more strongly associated with the risk of type 2 diabetes than body mass index and changes in body weight in Chinese adults. *J Nutr*. 2020;150(5):1259-1265. doi:10.1093/jn/nxaa014
6. Li S, Wang Y, Ying Y, et al. Independent and Joint Associations of BMI and Waist Circumference With the Onset of Type 2 Diabetes Mellitus in Chinese Adults: Prospective Data Linkage Study. *JMIR Public Heal Surveill*. 2023;9. doi:10.2196/39459
7. Koloverou E, Panagiotakos DB. Macronutrient composition and management of non-insulin-dependent diabetes mellitus (NIDDM): A new paradigm for individualized nutritional therapy in diabetes patients. *Rev Diabet Stud*. 2016;13(1):6-16. doi:10.1900/RDS.2016.13.6
8. Badrooj N, Jayedi A, Shab-Bidar S. Comparative effects of different macronutrient compositions for type 2 diabetes management: a systematic review and network meta-analysis of randomized trials. *J Heal Popul Nutr*. 2025;44(1):1-15. doi:10.1186/s41043-025-00818-1
9. Medeiros FL, Fernandes AC, Kraemer MVS, et al. Structural Concepts, Definition, Classification, and Macronutrient and Food Composition of Carbohydrate-Restricted Diets for Individuals with Type 2 Diabetes Mellitus: A Scoping Review. *Nutr*. 2025;17(6):1-21. doi:10.3390/nu17061061
10. Wang H. Association between dietary intake of macro-nutrient and type 2 diabetes mellitus. *Theor Nat Sci*. 2024;74(1):67-78. doi:10.54254/2753-8818/2024.la18822
11. Al-Mssallem MQ, Al-Qarni AA, Al-Jamaan M. Dietary carbohydrate intake in patients with type 2 diabetes mellitus and diabetes control: A cross-sectional study. *Food Nutr Res*. 2020;64:1-7. doi:10.29219/fnr.v64.4751
12. El-Alameey IR, Aljohani RN, Allhebi SA, Alahmadi HA, Alsakrani RK. Macronutrient Intake and Association with the Risk Factors of Diabetic Complications among People with Type 2 Diabetes Mellitus in Al-Madinah Al-Munawara. *Open Access Maced J Med Sci*. 2024;12(1):73-82. doi:10.3889/oamjms.2024.11743
13. Russell WR, Baka A, Björck I, et al. Impact of Diet Composition on Blood Glucose Regulation. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2016;56(4):541-590. doi:10.1080/10408398.2013.792772
14. Zaleha MI, Noor Hassim I, Azmi MT, et al. Pattern of macronutrients intake among type-2 diabetes mellitus (T2DM) patients in Malaysia. *BMC Nutr*. 2023;9(1):1-8. doi:10.1186/s40795-022-00648-y
15. Kemenkes. *Pedoman Nasional Pelayanan Klinis Tata Laksana Obesitas Dewasa*.; 2025:1-76.
16. Kemenkes. *Laporan Riskesdas 2018 Nasional*.; 2018.
17. Gupta L, Lal P, Khandelwal D. Optimizing Macronutrients in People with Diabetes. *J Soc Heal Diabetes*. 2018;06(02):065-071. doi:10.1055/s-0038-1675684
18. Akwaras AN, Abah Jonah O OOE, Amodu A, et al. Relationship between Body Mass Index, waist-to-hip ratio and glycaemic control status of adult diabetics in Makurdi, Nigeria. *Ann Basic Med Sci*. 2020;3(1). doi:doi.org/10.51658/ABMS.202011.6
19. Wahyuni FC, Nisa A, Wiratama BS, Huriyati E, Yanti V. Effect of low glycemic index diet on HbA1c in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis in Asia Pengaruh diet indeks glikemik rendah terhadap HbA1c pada penyandang diabetes melitus tipe 2: Systematic review dan meta-analysis di

- Asi. *AcTion Aceh Nutr J.* 2026;11(1):307-318. doi:10.30867/action.v11i1.2585
20. Gifari N, Nuzrina R, Kuswari M, Sitoayu L. Association between body composition and fasting blood glucose in patients with type 2 diabetes. *AcTion Aceh Nutr J.* 2025;10(2):485. doi:10.30867/action.v10i2.2555
21. Pandya A, Mehta M, Sankavaram K. The relationship between macronutrient distribution and type 2 diabetes in asian indians. *Nutrients.* 2021;13(12). doi:10.3390/nu13124406

[Dikosongkan]