

HUBUNGAN INDEKS MASSA TUBUH, PERSEN LEMAK TUBUH, DAN AKTIVITAS FISIK DENGAN KADAR GULA DARAH REMAJA

Naintina Lisnawati^{1*}, Florentina Kusmiyati², Bagus Herwibawa², Budi Adi Kristanto², Anggit Rizkika¹

¹Bagian Gizi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

²Program Studi Agroekoteknologi, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

*Korespondensi : E-mail: naintina.lisnawati@live.undip.ac.id

ABSTRACT

Background: Adolescent blood sugar levels in Indonesia can be influenced by nutritional status and body composition. Adolescents with obesity and low levels of physical activity, were at risk of having high blood sugar levels.

Objectives: The purpose of this study was to analyze the correlation between body mass index, percent body fat, physical activity and adolescent blood sugar levels

Methods: This research was an analytic observational study with a cross sectional design. The subjects in this study were 27 students at one of the university in Central Java with an age range of 18-23 years who were taken by purposive sampling. Blood sugar variables were measured using instantaneous blood sugar measurements with an easy touch glucometer. Body fat percentage was measured using a Bio Impedance Analyzer (BIA). Body weight was measured using a digital scale, height was measured using a microtoise. Physical activity levels were measured using the physical activity level (PAL) recall form. Meanwhile, the data on the characteristics of the subjects were collected through a questionnaire. Data analysis used in this study was Kendall's tau-b, Mann Whitney-U and Independent Sample T-test.

Results: The blood sugar levels in this study were all in the normal category. The mean blood sugar level for teenagers is 110.56 ± 21.66 . Most of the body mass index (55.6%) of adolescents are included in the normal category. The majority of adolescents have a body fat percentage category of overweight as much as 37% and obesity as much as 37%. Based on the results of the analysis, it was found that there was no relationship between percent body fat, BMI, and physical activity with sugar levels. Meanwhile, there was a correlation between age and blood sugar levels ($p=0.012$ $r=0.380$). In addition, there was a difference in the average percentage of body fat for male and female where female have more fat than male.

Conclusion: Body mass index, percent body fat, and physical activity are not related to blood sugar levels. Age is another variable in this study that is related to blood sugar levels

Keywords: Adolescents; Body fat percent; Blood sugar; BMI; Physical activity

ABSTRAK

Latar belakang: Kadar gula darah remaja di Indonesia dapat dipengaruhi oleh status gizi dan komposisi tubuh. Remaja dengan status gizi obesitas berisiko memiliki kadar gula darah yang tinggi. Tingkat aktivitas fisik remaja yang rendah juga berisiko meningkatkan kadar gula darah.

Tujuan: Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan indeks massa tubuh, persen lemak tubuh, dan aktivitas fisik dengan kadar gula darah remaja.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain *cross sectional*. Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa di salah satu perguruan tinggi negeri di Jawa Tengah berjumlah 27 orang dengan rentang usia 18-23 tahun yang diambil secara purposive sampling. Variabel gula darah diukur menggunakan pengukuran gula darah sesaat dengan *easy touch glucometer*. Persen lemak tubuh diukur dengan *Bio Impedance Analyzer (BIA)*. Berat badan diukur dengan menggunakan timbangan digital, tinggi badan diukur menggunakan microtoise. Tingkat aktivitas fisik diukur menggunakan *form recall physical activity level (PAL)*. Sedangkan data karakteristik subjek dikumpulkan melalui kuesioner. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Kendall's tau-b*, *Mann Whitney U*, dan *Independent Sample T-test*.

Hasil: Kadar gula darah remaja dalam penelitian ini seluruhnya dalam kategori normal. Rerata kadar gula darah sesaat remaja adalah $110,56 \pm 21,66$. Sebagian besar (55,6%) indeks massa tubuh remaja termasuk dalam kategori normal. Sebagian besar remaja memiliki kategori persen lemak tubuh overweight sebanyak 37% dan obesitas sebanyak 37%. Berdasarkan hasil analisis diperoleh hasil bahwa tidak ada hubungan antara persen lemak tubuh, IMT, dan aktivitas fisik dengan kadar gula darah. Namun, ada hubungan antara usia dengan kadar gula darah ($p=0,012$ $r=0,380$).

Simpulan: Indeks massa tubuh, persen lemak tubuh, dan aktivitas fisik tidak berhubungan dengan kadar gula darah, terdapat variabel lain dalam penelitian ini yang berhubungan dengan kadar gula darah yaitu usia.

Kata Kunci : Aktivitas fisik; Gula darah; IMT; Persen lemak tubuh; Remaja

PENDAHULUAN

Diabetes merupakan salah satu penyakit kronis yang menjadi masalah prioritas dunia untuk segera ditangani. Data *World Health Organization* (WHO) menunjukkan bahwa secara global penderita diabetes di dunia mencapai 422 juta jiwa.¹ Indonesia masuk ke dalam 10 besar negara dengan kasus diabetes terbanyak dan berada pada peringkat ke-5 pada tahun 2021. Pada tahun tersebut jumlah penderita diabetes usia 20-70 tahun di Indonesia sebanyak 19,5 juta. Bahkan pada tahun 2045 diperkirakan Indonesia akan mengalami peningkatan jumlah penderita diabetes menjadi 28,6 juta jiwa.² Sebanyak 90% penderita diabetes adalah dewasa dan lansia, namun beberapa diantaranya adalah anak-anak dan remaja yang salah satunya merupakan akibat dari status gizi lebih.³

Prevalensi Diabetes Mellitus Tipe 2 pada anak-anak dan remaja di beberapa negara mengalami peningkatan. Menurut laporan dari Internasional Diabetes Federation (IDF), sekitar 7,2% anak-anak dan remaja di Amerika tahun 2015 mengalami diabetes.⁴ Sebanyak 22% remaja di Brazil masuk dalam kategori prediabetes dan 3,3% remaja Brazil menderita diabetes tipe 2.⁵ Berdasarkan Riskesdas 2013 dan 2018 prevalensi diabetes di Indonesia menurut diagnosis dokter pada remaja yang berusia >15 tahun mengalami peningkatan dari 1,5% menjadi 2%. Kasus diabetes remaja di Indonesia berdasarkan diagnosis dokter dengan kategori usia 15-24 tahun berjumlah 159.014 orang.⁶

Diabetes memang rentan terjadi pada kelompok usia lanjut dengan beberapa faktor penyebab. Apabila pada masa remaja dan dewasa memiliki kadar gula darah yang tinggi maka risiko diabetes di masa mendatang akan lebih besar. Diabetes ditandai dengan kadar gula darah yang tinggi. Kadar gula darah setiap orang berbeda-beda. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain umur, jenis kelamin, keturunan, asupan makan, gaya hidup, obat-obatan, stress, dan aktivitas fisik.⁷ Selain itu, komponen gizi seperti indeks massa tubuh, persen lemak tubuh turut berkontribusi dalam kadar gula darah seseorang.⁸

Masa remaja merupakan masa peralihan dari anak-anak menuju dewasa. Pada masa tersebut terjadi pertumbuhan yang sangat pesat yang disebut *adolescence growth spurt*. Perkembangan fisik, mental, sosial, dan emosional terjadi pada masa remaja. Perubahan pada masa remaja yang secara nyata dapat diamati adalah penambahan berat badan, tinggi badan, dan perubahan komposisi tubuh.⁹

Pertumbuhan remaja akan tercapai dengan baik apabila didukung oleh asupan gizi yang adekuat. Ketidakseimbangan asupan gizi baik kurang maupun berlebih dapat mempengaruhi status gizi dan

kesehatan remaja. Status gizi remaja dapat diketahui melalui Indeks Massa Tubuh (IMT). Namun, Indeks Massa Tubuh tidak dapat menggambarkan proporsi lemak yang ada di dalam tubuh sehingga diperlukan perhitungan komposisi tubuh khususnya lemak melalui persen lemak tubuh.¹⁰

Indeks Massa Tubuh remaja yang berada di atas normal dapat meningkatkan risiko kenaikan total kolesterol, trigliserida, dan kadar gula dalam darah. Peningkatan kolesterol dan trigliserida dapat mengakibatkan adanya resistensi insulin yang berujung pada naiknya kadar gula darah. Masa remaja juga masa-masa mudah terpengaruh oleh teman salah satunya terkait konsumsi makanan. Saat ini ada pengaruh globalisasi yaitu konsumsi makanan barat yang biasa disebut sebagai *fast food*. Hal tersebut memicu naiknya indeks massa tubuh remaja yang dapat mempengaruhi kadar gula darah.¹¹ Beberapa penelitian terdahulu juga menyebutkan bahwa remaja lebih suka mengonsumsi makanan berlemak dan manis-manis. Hal tersebut turut serta dalam peningkatan kadar gula darah pada remaja.¹²

Penelitian (Polii, 2016) menemukan bahwa seseorang yang mempunyai status gizi *overweight* bahkan obesitas memiliki kadar gula yang lebih tinggi dibandingkan non obesitas. Kumpulan lemak pada orang dengan status gizi yang lebih akan meningkatkan resistensi insulin. Akibatnya kadar gula di dalam darah akan meningkat karena kemampuan hormon insulin yang menurun.¹³ Kadar gula darah yang tinggi disertai dengan status gizi lebih dapat menandakan seseorang memiliki gangguan penyakit metabolik.¹⁴ Oleh karena itu, salah satu cara untuk mengontrol kadar gula darah seseorang adalah dengan mencapai status gizi yang baik. Remaja perlu mencapai status gizi yang baik agar nantinya tidak menimbulkan masalah kenaikan kadar gula darah di kemudian hari yang berujung pada diabetes. Kadar gula darah yang tinggi memang belum tentu menunjukkan bahwa seseorang menderita diabetes. Namun, tingginya kadar gula di dalam darah tersebut perlu diwaspadai keberadaannya. Apabila kadar gula darah sudah sering dalam kondisi abnormal menuju ke prediabetes, perkembangannya untuk menjadi diabetes akan sangat cepat.¹⁵

Selain status gizi dan komposisi tubuh yang dapat mempengaruhi kadar gula darah remaja, tingkat aktivitas fisik dapat berhubungan dengan kadar gula darah. Menurut penelitian sebelumnya, masih banyak remaja yang malas melakukan aktivitas fisik secara rutin. Hal tersebut dapat terjadi karena perkembangan teknologi dan akses transportasi yang semakin mudah, sehingga banyak remaja yang pola hidupnya berubah menjadi kurang gerak (*sedentary lifestyle*). Aktivitas fisik memiliki

peran penting dalam menurunkan kadar gula darah. Aktivitas fisik yang kurang pada remaja dapat meningkatkan risiko penumpukan kalori yang akan meningkatkan berat badan bahkan dapat berujung pada kegemukan. Hal tersebut berhubungan kembali dengan latar belakang sebelumnya yang menjelaskan hubungan status gizi lebih dengan kadar gula darah.¹⁶

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan dalam pengembangan produk beras dengan indeks glikemik yang rendah, untuk kebaruannya sejauh ini di lokasi penelitian belum ada penelitian serupa sehingga hasil penelitian nantinya dapat menjadi dasar dalam pengambilan kebijakan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan indeks massa tubuh, persen lemak tubuh, dan aktivitas fisik dengan kadar gula darah pada remaja.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain studi *cross sectional*. Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa di salah satu perguruan tinggi negeri di Jawa Tengah berjumlah 27 orang yang diambil secara *purposive sampling*. Rumus sampling yang digunakan adalah menggunakan rumus minimum Slovin. Kriteria inklusi subjek antara lain berusia 18-23 tahun, dalam keadaan sehat, terdaftar di dalam database mahasiswa di perguruan tinggi X di Jawa Tengah, dan bersedia menjadi responden penelitian dengan menandatangani *informed consent*. Kriteria eksklusi subjek antara lain subjek dalam keadaan sakit pada saat proses penelitian, dan subjek sedang berpuasa. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah kadar gula darah. Variabel independen dalam penelitian ini terdiri atas usia, indeks massa tubuh, persen lemak tubuh, dan aktivitas fisik. Data dalam penelitian ini merupakan data primer dengan pengukuran secara langsung dan melalui kuesioner. Variabel gula darah diukur menggunakan pengukuran Gula Darah Sesaat (GDS) dengan alat *Easy Touch Glucometer*. Persen lemak tubuh diukur dengan *Bio Impedance Analyzer* (BIA). Berat badan diukur dengan menggunakan timbangan digital, tinggi badan diukur menggunakan microtoise. Sedangkan aktivitas fisik diukur menggunakan form *recall physical activity level (PAL)*. Data karakteristik subjek yang terdiri atas usia, jenis kelamin, dan waktu makan terakhir kali dikumpulkan melalui kuesioner. Indeks Massa Tubuh subjek dikategorikan menurut WHO Asia menjadi kurus apabila IMT <18,5, Normal 18,5-22,9, *Overweight* 23-25, dan obesitas >25.¹⁷ Persen lemak tubuh subjek dikategorikan menurut jenis kelamin. Untuk subjek laki-laki persen lemak tubuhnya dikategorikan baik 11-14%, masih normal 15-18%, *overweight* 19-24%,

dan obesitas $\geq 25\%$. Persen lemak tubuh subjek perempuan dikategorikan baik 16-19%, masih normal 20-25%, *overweight* 26-29%, dan obesitas $\geq 30\%$.¹⁸ Aktivitas fisik subjek dikategorikan menjadi 3 (tiga) klasifikasi, yaitu ringan (< 1,76 PAL Score), sedang (PAL Score antara 1,76 – 2,09), dan berat (> 2,09 PAL Score). Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Kendall's tau-b* dan *Mann Whitney-U* untuk menguji hubungan antara dua variabel, *Independent Sample T-test* untuk mengetahui perbedaan rata-rata. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komite Etik Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro (No: 004/EA/KEPK-FKM/2023).

HASIL

Distribusi frekuensi subjek berdasarkan jenis kelamin, indeks massa tubuh, dan persen lemak tubuh diuraikan dalam **Tabel 1**. Berdasarkan **Tabel 1** diperoleh hasil bahwa sebagian besar subjek berjenis kelamin perempuan yaitu sebanyak 77,8%. Indeks Massa Tubuh subjek yang paling banyak adalah normal (55,6%), sedangkan yang paling sedikit adalah kurus (7,4%). Subjek dengan kategori persen lemak tubuh yang baik hanya sebesar 3,7%. Subjek dengan kategori persen lemak tubuh normal sebanyak 22,2%. Sebanyak 37% subjek memiliki persen lemak tubuh dengan kategori *overweight*. Subjek dengan kategori persen lemak tubuh obesitas sebanyak 37%. Seluruh subjek dalam penelitian ini memiliki kadar gula darah sesaat kategori normal.

Berdasarkan **Tabel 1** rata-rata usia subjek adalah 20,56 tahun dengan usia termuda 18 tahun dan usia tertua 23 tahun. Persentase lemak tubuh subjek rata-rata 28,14%. Rata-rata Indeks massa tubuh subjek adalah kategori normal yaitu 22,13 kg/m². Sebagian besar subjek yaitu sebanyak 51,9% berada dalam kategori aktivitas fisik yang ringan. Rata-rata nilai PAL subjek adalah 1,79 dengan nilai PAL terendah 1,54 dan PAL tertinggi 2,19. Berdasarkan hasil pengukuran kadar Gula Darah Sesaat (GDS), semua subjek memiliki GDS normal dengan rata-rata kadar gula darahnya sebesar 110,56 mg/dL. Kadar gula darah terendah adalah 63,00 gr/dL dan yang tertinggi adalah 171,00 gr/dL.

Berdasarkan hasil uji hubungan melalui *Kendall's tau-b* pada **Tabel 2** diperoleh hasil bahwa dari keempat variabel yaitu usia, persen lemak tubuh, IMT, dan aktivitas fisik hanya variabel usia yang berhubungan dengan kadar gula darah remaja dengan *p value* sebesar 0,012 ($p < 0,05$). Koefisien korelasi pada variabel usia adalah sebesar -0,380 yang berarti hubungan usia dengan kadar gula darah berbanding terbalik. Semakin tinggi usia maka semakin rendah kadar gula darah remaja.

Tabel 1. Gambaran Umum Subjek Berdasarkan Usia, Jenis Kelamin, Indeks Massa Tubuh, Persen Lemak Tubuh, Aktivitas Fisik, dan Kadar Gula Darah Sesaat

Variabel	n (%)	Mean ± SD	Minimum	Maksimum
Usia (Tahun)		20,56 ± 1,42	18,00	23,00
Jenis Kelamin				
Laki-laki	21 (77,8)			
Perempuan	6 (22,2)			
Indeks Massa Tubuh (IMT)				
Kurus	2 (7,4)			
Normal	15 (55,6)	22,13 ± 3,04	17,70	27,40
Overweight	4 (14,8)			
Obesitas	6 (22,2)			
Persen Lemak Tubuh				
Baik	1 (3,7)			
Normal	6 (22,2)	28,14 ± 6,0	14,30	37,30
Overweight	10 (37,0)			
Obesitas	10 (37,0)			
Aktivitas Fisik				
Ringan	14 (51,9)			
Sedang	10 (37,0)	1,79 ± 0,16	1,54	2,19
Berat	3 (11,1)			
Kadar GDS				
Normal	27 (100)	110,56 ± 21,66	63,00	171,00

Tabel 2. Hubungan Usia, Persen Lemak Tubuh, IMT, dan Aktivitas Fisik dengan Kadar Gula Darah Remaja

Variabel	Koefisien Korelasi	p value
Usia	-0,380	0,012*
% Lemak Tubuh	-0,078	0,573
IMT	-0,043	0,754
Aktivitas Fisik	-0,023	0,867

*p value <0,05

Berdasarkan **Tabel 3** melalui uji perbedaan rata-rata pada kelompok yang berbeda yaitu *Independent Sample T-test* dapat diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata kadar gula darah remaja perempuan maupun laki-laki. **Tabel 3** menunjukkan bahwa terdapat perbedaan persen lemak tubuh berdasarkan jenis kelamin dengan nilai $p < 0,05$ ($p = 0,045$). Berdasarkan hasil penelitian ini, persen lemak tubuh pada remaja perempuan rata-rata lebih besar dibandingkan persen lemak tubuh pada laki-laki. Sedangkan, untuk Indeks Massa Tubuh remaja pada penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan indeks massa tubuh pada perempuan maupun laki-laki $p = 0,589$. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan rata-

rata aktivitas fisik menurut jenis kelamin dengan nilai $p = 0,026$. Tingkat aktivitas fisik pada laki-laki cenderung lebih tinggi dibandingkan perempuan.

Berdasarkan **Tabel 4** subjek dengan jenis kelamin perempuan cenderung memiliki kategori aktivitas fisik ringan dibandingkan laki-laki. Subjek perempuan yang masuk kategori aktivitas fisik ringan sebanyak 48,1% sedangkan laki-laki hanya 3,7%. Subjek perempuan juga lebih banyak yang memiliki aktivitas fisik sedang yaitu sebanyak 29,6% sedangkan laki-laki hanya 7,4%. Sebanyak 11,1% subjek laki-laki memiliki kategori aktivitas fisik yang berat, tidak ada subjek perempuan yang melakukan aktivitas fisik kategori berat.

Tabel 3. Perbedaan rata-rata Kadar Gula Darah, Persen Lemak Tubuh, Indeks Massa Tubuh, dan Aktivitas Fisik Remaja Menurut Jenis Kelamin

Variabel	Mean ± SD		p value
	Laki-laki	Perempuan	
Kadar Gula Darah	117,17 ± 23,40	108,67 ± 21,36	0,793
% Lemak Tubuh	22,03 ± 7,25	29,88 ± 4,43	0,045*
Indeks Massa Tubuh	22,73 ± 4,06	21,95 ± 2,78	0,589
Aktivitas Fisik	1,99 ± 0,19	1,74 ± 0,11	0,026*

*p value <0,05

Tabel 4. Tabulasi Silang Aktivitas Fisik dengan Jenis Kelamin

Kategori Aktivitas Fisik	Jenis Kelamin		Total
	Laki-laki	Perempuan	
Ringan	1 (3,7%)	13 (48,1%)	14 (51,9%)
Sedang	2 (7,4%)	8 (29,6%)	10 (37,0%)
Berat	3 (11,1%)	0 (0,0%)	3 (11,1%)
Total			100%

PEMBAHASAN

Hubungan Usia dengan Kadar Gula Darah

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada hubungan antara usia dengan kadar gula darah remaja ($p=0,012$). Menurut penelitian sebelumnya, peningkatan kadar gula darah sejalan dengan peningkatan usia seseorang. Hal tersebut dapat terjadi karena semakin meningkat usia seseorang dengan kata lain terjadi penuaan maka kemampuan sel β pankreas untuk memproduksi insulin akan menurun. Usia yang semakin tua juga menunjukkan terjadinya penurunan aktivitas mitokondria yang berhubungan dengan peningkatan kadar lemak dan memicu resistensi insulin.¹⁹ Resistensi insulin merupakan keadaan ketika insulin tidak dapat bekerja optimal pada sel-sel targetnya seperti sel otot, sel lemak dan sel hepar. Insulin yang seharusnya berfungsi untuk mengatur kadar gula darah di dalam sel menjadi tidak berfungsi dengan baik. Akibatnya kadar gula darah di dalam tubuh bisa meningkat.¹⁵ Namun, dalam penelitian ini menunjukkan hasil yang berbanding terbalik antara peningkatan usia dengan kadar gula darah. Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin bertambah usia seseorang justru semakin menurun kadar gula darahnya. Menurunnya kadar gula darah tersebut berhubungan dengan waktu makan terakhir kali subjek. Subjek yang usianya lebih tua memiliki waktu terakhir makan yang sudah lebih lama dibandingkan dengan subjek yang lebih muda pada saat dilakukan pengukuran gula darah sesaat. Hal tersebut membuat kadar gula darah remaja yang usianya lebih tua menjadi lebih rendah dibandingkan subjek yang lebih muda.

Hasil penelitian serupa menyatakan bahwa usia berhubungan dengan peningkatan kadar gula darah. Temuan dalam penelitian tersebut yaitu usia yang berhubungan dengan kadar gula darah merupakan kelompok usia lanjut (60-92 tahun). Pada usia tersebut terjadi intoleransi glukosa akibat dari proses penuaan. Hubungan usia dengan kadar gula darah dalam penelitian tersebut adalah hubungan yang positif, artinya semakin tua seseorang maka kadar gula darahnya semakin tinggi. Perbedaan arah hubungan yang negatif dalam penelitian ini kemungkinan juga dikarenakan perbedaan usia subjek. Subjek dalam penelitian ini merupakan kelompok remaja yang memiliki karakteristik fisik

berbeda dengan usia lanjut. Pada masa remaja justru masih dalam masa pertumbuhan dan bukan mengalami proses penuaan yang dapat berujung pada kenaikan kadar gula darah. Kadar gula darah remaja yang naik turun dapat disebabkan karena pengaruh dari lemak tubuh, kebugaran fisik.²⁰

Beberapa penelitian yang menghubungkan usia dengan kadar gula darah merupakan pengukuran gula darah puasa. Sementara, dalam penelitian ini pengukuran gula darah dilakukan dengan pengukuran gula darah sesaat. Hasil pengukuran GDS tersebut tentunya erat kaitannya dengan waktu makan terakhir kali subjek karena semakin dekat waktu terakhir makan dengan waktu pengukuran gula darah akan semakin tinggi pula kadar gula darahnya. Oleh karena itu, meskipun terjadi peningkatan usia subjek, belum tentu kadar gula darahnya tinggi karena menyangkut waktu makan terakhir kali sebelum dilakukan pengukuran kadar gula darah.

Penelitian Rista Tahun 2021 menunjukkan bahwa seseorang yang berusia >45 tahun memiliki risiko untuk mengalami intoleransi glukosa karena adanya faktor degeneratif. Pada usia tersebut terjadi penurunan fungsi dalam metabolisme glukosa yang dapat berakibat pada naiknya kadar gula di dalam tubuh. *World Health Organization* menyebutkan bahwa pengukuran gula darah sewaktu yang dilakukan pada orang dengan usia 40 tahun ke atas akan meningkat sekitar 5,6 – 13 mg% pada 2 jam setelah makan.²¹ Sama halnya dalam penelitian ini, subjek yang gula darah sewaktunya tinggi adalah subjek yang waktu makannya mendekati pemeriksaan gula darah sewaktu. Meski demikian, menurut Kekenusa Tahun 2018, umur bukanlah satu-satunya faktor yang mempengaruhi gula darah. Gula darah yang tinggi atau berujung pada diabetes mellitus dapat terjadi karena ada faktor lain salah satunya adalah riwayat keluarga. Orang yang lahir dari keluarga dengan penyakit diabetes akan berisiko 4,7 kali untuk menderita diabetes. Riwayat keturunan tersebut akan semakin berisiko apabila ditambah dengan gaya hidup yang tidak baik dan tidak melakukan pola hidup sehat.²²

Lansia khususnya wanita akan memiliki risiko peningkatan gula darah yang lebih tinggi dibandingkan laki-laki. Hal tersebut disebabkan karena penurunan hormon estrogen akibat

menopause. Hormon tersebut berfungsi untuk menjaga keseimbangan kadar gula darah. Selain hormon estrogen, wanita juga mempunyai hormon progesteron yang berfungsi untuk menormalkan kadar gula darah serta untuk memanfaatkan lemak sebagai energi. Apabila wanita mengalami menopause maka akan terjadi perubahan hormon yang dapat mempengaruhi kadar gula darah.²³ Selain hubungan usia dengan hormon dan kadar gula darah, semakin meningkatnya usia juga dapat terjadi gangguan metabolisme karbohidrat yang berujung pada resistensi insulin. Resistensi insulin tersebut bisa terjadi karena faktor perubahan komposisi tubuh yang mana jaringan lemak lebih banyak dibandingkan jaringan otot, pada usia tua akan semakin sedikit aktivitas fisik sehingga jumlah reseptor insulin akan menurun.¹⁵

Proses penuaan tidak dapat dihindari, namun faktor risiko diabetes maupun gula darah yang lebih terkontrol dapat dikelola dengan mempraktikkan gaya hidup sehat seperti mengurangi asupan lemak, garam, dan gula dalam makanan, meningkatkan aktivitas fisik, dan mempertahankan berat badan normal.²⁴

Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan Kadar Gula Darah

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara indeks massa tubuh dengan kadar gula darah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara IMT dengan gula darah dan tidak ada perbedaan IMT antara laki-laki dengan perempuan. Menurut teorinya, seseorang yang obesitas erat hubungannya dengan kelebihan lemak. Lemak berhubungan dengan hormon insulin sebagai perangsang metabolisme lemak. Lemak yang berlebih memicu terjadinya resistensi insulin yang dapat berujung pada intoleransi glukosa.²⁵

Penelitian serupa di Amerika menemukan bahwa indeks massa tubuh tidak menggambarkan massa lemak di dalam tubuh. Menurut penelitian tersebut, adanya peningkatan glukosa dalam darah lebih berhubungan dengan lemak di dalam tubuh. Seseorang yang berat badannya normal dengan persen lemak tubuh yang tinggi memiliki risiko glukosa abnormal yang lebih tinggi dibandingkan orang dengan berat badan normal dan persen lemak tubuh yang rendah. Sebaliknya, seseorang dengan kelebihan berat badan dan persen lemak tubuh tidak secara signifikan berhubungan dengan risiko kadar gula darah yang abnormal.¹⁰

Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa ada hubungan IMT dengan gula darah $p=0,000$. Indeks massa tubuh yang berada di atas normal akan meningkatkan kadar gula darah dengan mekanisme resistensi insulin.²⁶ Peningkatan

Indeks massa tubuh sejalan dengan peningkatan nilai *odd ratio* prevalensi diabetes.²⁷ Beberapa faktor penyebab indeks massa tubuh remaja yang dapat berujung obesitas seperti pola makan, gaya hidup, dan aktivitas fisik yang kurang. Selain itu, pada masa remaja terkadang mengalami emosi yang tidak stabil dan beberapa diantaranya melakukan pelampiasan emosi pada makanan. Remaja akan makan makanan yang tinggi kalori maupun kolesterol yang tinggi.¹¹

Hasil yang sama juga diperoleh dari penelitian Oktariza dkk Tahun 2021 terdapat korelasi positif dan bermakna antara IMT dengan kadar gula darah puasa ($r=0,217$, $p=0,008$). Pada penelitian tersebut gula darah puasa (GDP) yang tinggi cenderung ditemukan pada mahasiswa dengan IMT lebih besar. Tingkat gula darah puasa yang lebih tinggi lebih sering terjadi pada wanita dibandingkan pria.²⁸

Penelitian yang telah ada lebih banyak meneliti hubungan indeks massa tubuh dengan kadar gula darah puasa. Penelitian ini menggunakan kadar gula darah sewaktu. Menurut sebuah penelitian di Jharkhand, India terdapat korelasi positif yang signifikan antara indeks massa tubuh dan glukosa darah puasa ($r=0,751$, $P<0,0001$). Rata-rata IMT yang ditemukan dalam penelitian tersebut berada dalam kisaran kelebihan berat badan dan lebih tinggi pada wanita dibandingkan laki-laki. Berbeda dengan penelitian ini, rerata indeks massa tubuhnya lebih besar pada kelompok laki-laki daripada perempuan. Penelitian di India juga menemukan bahwa sebanyak 73,5% penderita diabetes adalah orang yang obesitas. Hal tersebut menunjukkan bahwa obesitas kemungkinan dapat menjadi penyebab gula darah tidak terkontrol. IMT dengan berat badan berlebih yang berhubungan dengan gula darah juga berasal dari adanya kemungkinan interaksi faktor genetik, gaya hidup dan kurangnya olahraga pada sebagian orang India.²⁹

Kadar gula yang tinggi diketahui dapat dikontrol dengan aktivitas fisik yang rutin. Menurut penelitian, seseorang yang obesitas yang melakukan aktivitas fisik tetap memiliki kemungkinan kadar gulanya tinggi. IMT memiliki peran yang besar dalam perubahan kadar gula darah.^{30,31}

Menurut hasil penelitian ini, meskipun subjek mengalami obesitas tetapi beberapa subjek memiliki waktu makan terakhir pada malam hari sedangkan waktu pengambilan data pada pagi menjelang siang. Hal tersebut membuat kadar gula darah subjek belum tentu tinggi. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa indeks massa tubuh tidak berhubungan dengan kadar gula darah. Status gizi tergantung dengan kualitas dan kuantitas zat gizi yang dikonsumsi. Meskipun seseorang mengalami kelebihan berat badan,

mungkin saja mereka telah mengontrol makanannya dan mengurangi konsumsi makanan tinggi glukosa dan tinggi lemak. Oleh karena itu, kadar gula darah pada remaja obesitas tidak selalu tinggi.³² Hasil serupa juga diperoleh dalam penelitian pada remaja di Denpasar utara bahwa indeks massa tubuh tidak berhubungan dengan kadar gula darah $p=0,121$.

Masih banyak faktor lain yang turut berkontribusi dalam kadar gula darah seperti aktivitas fisik, pola makan, genetik, gaya hidup, dan sosial ekonomi namun tidak diteliti dalam penelitian ini.³³ Rata-rata orang dengan status IMT *overweight* memiliki kadar gula tinggi yang juga ada faktor pemberat lain seperti keturunan, kurang aktivitas fisik, dan gaya hidup tidak sehat.²⁹ Remaja dengan IMT *overweight* maupun obesitas dalam penelitian ini belum tentu memiliki faktor pemberat lain yang meningkatkan kadar gula darah sehingga membuat hasil penelitian tidak signifikan.

Hubungan indeks massa tubuh dengan kadar gula darah lebih mengarah kepada obesitas. Orang yang memiliki berat badan berlebih berhubungan dengan peningkatan kadar hormon leptin. Peningkatan hormon leptin dapat menghambat resistensi insulin sehingga orang dengan berat badan berlebih berisiko mengalami peningkatan kadar gula darah di dalam tubuh.³⁴ Sebagian besar subjek dalam penelitian ini (55,5%) merupakan kategori IMT normal, hanya 22,2% remaja obesitas, sehingga hubungan antara IMT dengan kadar gula darah tidak terbukti signifikan.

Hubungan Persen Lemak Tubuh dengan Kadar Gula Darah

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara persen lemak tubuh dengan kadar gula darah. Penelitian di Tanzania menyatakan bahwa persen lemak tubuh dapat berhubungan dengan kadar gula darah apabila disertai dengan faktor lain seperti kurangnya aktivitas fisik, pola makan yang buruk, dan penambahan usia.³⁵ Tidak berhubungannya persen lemak tubuh dengan kadar gula darah dalam penelitian ini dapat disebabkan karena peningkatan persen lemak tubuh tidak disertai dengan penambahan usia. Subjek dengan usia yang lebih tua belum tentu memiliki persen lemak yang tinggi dan kadar gula darah yang lebih tinggi pula. Perbedaan kadar gula darah dalam penelitian ini lebih berhubungan dengan waktu makan terakhir kali subjek.

Teori yang ada menyatakan bahwa lemak tubuh berhubungan dengan kadar gula darah. Lemak berlebih dapat meningkatkan terjadinya resistensi insulin. Risiko diabetes akan lebih besar pada individu yang memiliki persen lemak tubuh yang tinggi dibandingkan persen lemak tubuh normal. Studi terdahulu juga menyebutkan bahwa lemak

tubuh lebih memiliki pengaruh terhadap kenaikan kadar gula darah dibandingkan dengan IMT. Oleh karena itu, meskipun seseorang IMTnya normal tetapi memiliki lemak tubuh yang tinggi maka terdapat risiko besar terhadap kejadian diabetes.³⁶

Menurut penelitian, remaja perempuan lebih banyak yang mengalami hiperglikemia dibandingkan remaja laki-laki. Akumulasi lemak tubuh sentral diketahui dapat mengganggu kerja hormon insulin yang akhirnya menyebabkan terjadinya hiperglikemia/gula darah tinggi. Hiperglikemia dapat merusak sel dan menurunkan sensitivitas insulin.¹¹

Berdasarkan penelitian ini, terdapat perbedaan persen lemak tubuh remaja perempuan dengan remaja laki-laki. Hal tersebut sesuai dengan teori yang ada bahwa memang perempuan cenderung memiliki lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan laki-laki. Perempuan biasanya memiliki persen lemak yang berkisar antara 20-25% sedangkan laki-laki 15-20% saja. Tingginya kadar lemak pada wanita meningkatkan risiko peningkatan kadar gula darah.²¹ Lemak pada wanita cenderung terdistribusi pada bagian perut. Suatu penelitian menemukan bahwa jaringan adiposa di bagian perut yang memicu terjadinya resistensi insulin.³⁷ Menurut penelitian, setiap peningkatan 1% lemak tubuh khususnya pada wanita dengan persentase lemak tubuh 30% terjadi peningkatan kadar gula darah sebesar 1.306 kali.³⁸

Penelitian di China menemukan adanya hubungan persentase lemak tubuh yang tinggi, dapat berkontribusi pada penurunan *Time In Range* pada populasi yang obesitas dan mengalami diabetes. *Time In Range* (TIR) adalah persentase waktu ketika gula darah berada di kisaran 70-180 mg/dL. *Time In Range* (TIR) menjadi ukuran kontrol glukosa dan mengukur jumlah waktu kadar glukosa "sehat" untuk orang yang menderita penyakit diabetes. Berdasarkan penelitian mengenai TIR, persen lemak tubuh yang banyak dapat mempengaruhi waktu kadar glukosa sehat menjadi lebih sedikit yang tentunya hal tersebut bukanlah hal yang baik bagi penderita diabetes. Hasil penelitian di China juga menunjukkan bahwa persentase lemak tubuh secara signifikan berkorelasi dengan indeks glikemik. Indeks glikemik (IG) adalah angka yang menunjukkan seberapa cepat makanan berkarbohidrat diproses menjadi glukosa di dalam tubuh. Indeks glikemik pada pasien Diabetes Tipe 2 dengan persentase lemak tubuh yang relatif tinggi menunjukkan bahwa lemak tubuh mungkin menjadi penyebab utama naiknya kadar gula darah.³⁹

Meningkatnya persentase lemak tubuh pada kelompok wanita obesitas disertai dengan gula darah puasa yang juga meningkat. Kelompok wanita secara keseluruhan dan kelompok obesitas wanita yang persentase lemak tubuhnya lebih dari 30%

menunjukkan hubungan positif dan signifikan secara statistik. Berbeda pada kelompok laki-laki, kelompok obesitas laki-laki (persentase lemak tubuh kurang dari 25%) menunjukkan bahwa tidak ada hubungan persen lemak tubuh dengan gula darah puasa. Tidak berhubungannya faktor tersebut kemungkinan karena ada faktor lain yang terkait seperti kebiasaan merokok, minum alkohol, dan olahraga tidak rutin pada kelompok laki-laki.²⁷

Hasil penelitian di China diperoleh bahwa kelompok laki-laki bisa lebih berisiko memiliki gula darah tidak normal dan berujung Diabetes Tipe 2 apabila disertai faktor usia tua, rasio pinggang-pinggul di atas nilai ambang batas, persentase lemak tubuh di atas ambang batas, dan VFA (*volatile fatty acid*) yang tinggi. Tingkat prevalensi Diabetes Tipe 2 pada kelompok laki-laki adalah 1,68 kali lebih tinggi dibandingkan perempuan.⁴⁰

Berdasarkan penelitian ini (**Tabel 3**) tidak terdapat perbedaan rata-rata kadar gula darah remaja perempuan maupun laki-laki. Menurut penelitian Boku Tahun 2019 jenis kelamin tidak berpengaruh terhadap perbedaan kadar gula darah. Jenis kelamin tidak mempengaruhi peningkatan maupun penurunan kadar gula darah khususnya pada pasien diabetes mellitus, karena baik laki-laki maupun perempuan keduanya memiliki risiko yang sama terkait peningkatan kadar gula darah.⁴¹

Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Gula Darah

Aktivitas fisik dan kadar gula darah dalam penelitian ini menunjukkan hubungan yang tidak bermakna dengan nilai $p=0,867$. Hasil penelitian ini sama dengan penelitian (Azitha dkk, 2018) yang menyatakan bahwa tidak ada hubungan aktivitas fisik dengan kadar gula darah $p=0.602$ ($p>0.05$). Menurut teorinya, aktivitas fisik dapat meningkatkan sensitivitas insulin sehingga mampu menurunkan kadar gula darah. Aktivitas fisik yang dilakukan secara rutin 3-4 kali dalam satu minggu dapat menurunkan kadar gula darah dengan mekanisme meningkatkan transfer glukosa ke dalam otot. Aktivitas fisik meningkatkan penggunaan energi sehingga glukosa akan berkurang karena digunakan dalam proses penggantian energi akibat aktivitas fisik tersebut.⁴²

Subjek dengan tingkat aktivitas fisik kategori ringan, sedang, dan berat dalam penelitian ini semuanya memiliki kadar gula darah sewaktu yang normal. Menurut penelitian sebelumnya, semakin berat tingkat aktivitas fisik yang dilakukan maka akan semakin rendah risiko tingginya kadar gula darah, sebaliknya semakin rendah tingkat aktivitas fisiknya maka risiko gula darah tinggi akan semakin meningkat.⁴³ Hasil penelitian ini menunjukkan tidak ada hubungan antara aktivitas fisik dengan kadar gula

darah, kemungkinan karena ada faktor lain yang lebih berpengaruh terhadap gula darah subjek yaitu asupan makanan. Sebagian besar subjek dalam penelitian ini berada pada kategori aktivitas fisik ringan yang apabila menurut teorinya seharusnya kadar glukosa darah akan tinggi. Namun, bisa saja subjek dengan tingkat aktivitas fisik ringan tersebut mengonsumsi makanan rendah glukosa sebelum pengambilan darah, sehingga tidak akan berpengaruh terhadap gula darah yang tinggi (gula darah subjek akan tetap normal). Akan tetapi, variabel asupan makanan menjadi keterbatasan penelitian ini karena tidak ikut diteliti. Hal tersebut dapat menjadi masukan bagi penelitian berikutnya.⁴⁴

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini usia berhubungan dengan kadar gula darah remaja. Semakin tinggi usia semakin rendah kadar gula darahnya. Hal tersebut dikarenakan ada pengaruh dari waktu makan terakhir dari subjek. Indeks massa tubuh dan persen lemak tubuh tidak mempunyai hubungan yang signifikan dengan kadar gula darah. Persen lemak tubuh dalam penelitian ini tidak berhubungan dengan kadar gula darah, tetapi terdapat perbedaan rata-rata persen lemak tubuh antara remaja perempuan dengan remaja laki-laki. Aktivitas fisik juga tidak berhubungan dengan gula darah akan tetapi ada perbedaan tingkat aktivitas fisik antara perempuan dengan laki-laki. Komposisi tubuh tidak sepenuhnya berkontribusi dalam kadar gula darah apabila disertai dengan pola hidup yang sehat dan tidak ada faktor pemberat lain. Gula darah akan semakin tidak terkontrol apabila dalam suatu individu ada interaksi antar faktor. Salah satu langkah yang dapat dilakukan remaja saat ini adalah dengan menjaga komposisi tubuh tetap ideal dan melakukan pola hidup sehat termasuk mengatur asupan dan melakukan aktivitas fisik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Diponegoro dan semua subjek penelitian yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Hari Diabetes Sedunia Tahun 2018. Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. 2019. Available from : <https://p2ptm.kemkes.go.id/tag/hari-diabetes-sedunia-tahun-2018>
2. International Diabetes Federation. Diabetes Research and Clinical Practice. 2021. Vol. 10. Available from: <https://idf.org/>

3. Pangestika, H., Ekawati, D., & Murni NS. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian diabetes mellitus tipe 2. *Jurnal Aisyiah Medika*. 2022;7(1). <https://doi.org/10.36729/jam.v7i1.779>
4. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes. *The Journal Of Clinical And Applied Research And Education*. 2015;38. Available from: <https://www.diabetes.teithe.gr/%0AUsersFiles/entypa/STANDARDS%0A%2520OF%2520MEDICAL%2520CARE%25%0A20IN%2520DIABETES%25202015.pdf>.
5. Telo GH, Cureau FV, Szklo M, Bloch KV SB. Prevalence of type 2 diabetes among adolescents in Brazil: Findings from Study of Cardiovascular Risk in Adolescents (ERICA) : *Pediatr Diabetes*. 2019;20(4):389–96. <https://doi.org/10.1111/pedi.12828>.
6. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Hasil Utama Riskesdas 2018. 2018. Available from: https://kesmas.kemkes.go.id/assets/upload/dir_519d41d8cd98f00/files/Hasil-riskesdas-2018_1274.pdf
7. Sry A, Nababan V, Pinem MM, et al. Faktor yang memengaruhi kadar gula darah penderita diabetes mellitus (DM) Tipe 2 di RSUD Dr. Djasamen Saragih Pematangsiantar. *Jurnal Dunia Gizi*. 2020;3(1):23–31. <https://doi.org/10.33085/jdg.v3i1.4657>
8. Azizah N. Hubungan indeks massa tubuh dengan kadar gula darah puasa pasien rawat jalan diabetes melitus tipe 2 Di Rsup Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar Periode Januari-Desember 2018. *Khazanah: Jurnal Mahasiswa*. 2020;12(1):25–32. <https://doi.org/10.20885/khazanah.vol12.iss1.art6>
9. Rahayu TB, Fitriana D. Analisis Faktor-faktor yang mempengaruhi status gizi remaja putri. *Jurnal Vokasi Kesehatan*. 2020;6(1):46–51. <https://doi.org/10.30602/jvk.v6i1.158>
10. Jo A, Mainous AG. Informational value of percent body fat with body mass index for the risk of abnormal blood glucose: A nationally representative cross-sectional study. *BMJ Open*. 2018;8(4):1–7. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2017-019200>
11. Umar FA, Bodhi W, Kepel BJ. Gambaran gula darah pada remaja obes di Minahasa. *Jurnal e-Biomedik*. 2013;1(1). <https://doi.org/10.35790/ebm.v1i1.4357>
12. Rahman N, Nikmah Utami Dewi, Armawaty F. Faktor-faktor yang berhubungan dengan perilaku makan pada remaja SMA Negeri 1 Palu. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2016;7(1):1–64. Available from: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Preventif/article/view/5818>
13. Astiti AP, Dwipayana MP. Hubungan indeks massa tubuh (IMT) dengan kadar gula darah puasa pada siswa sekolah menengah atas (SMA) Negeri di wilayah Denpasar Utara. *E-Jurnal Medika Udayana*. 2018;7(3):95–8. Available from: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/eum/article/view/38048/23079>
14. Sihombing JA, Prihantini NN, Raizza FD. Hubungan glukosa darah sewaktu dengan indeks massa tubuh pada usia produktif. *Jurnal Ilmiah WIDYA*. 2018;5(1):1–4. Available from: <http://repository.uki.ac.id/id/eprint/1711>
15. Sulistiowati E, Sihombing M. Perkembangan diabetes melitus tipe 2 dari prediabetes di Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pelayanan Kesehatan*. 2018;2(1):59–69. <https://doi.org/10.22435/jpppk.v2i1.53>
16. Jeki AG, Isnaini IF. Aktivitas fisik remaja dengan kegemukan; sistematik review. *Ikesma: Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*. 2022;18(2):117–26. <https://doi.org/10.19184/ikesma.v18i1.24902>
17. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Klasifikasi Obesitas setelah pengukuran IMT. Direktorat P2PTM.. 2018. Available from: <http://p2ptm.kemkes.go.id/infographic-p2ptm/obesitas/klasifikasi-obesitas-setelah-pengukuran-imt>
18. Savitri I, Winaya I, Muliarta I, & Griadhi I. Hubungan persentase lemak tubuh dan imt dengan kekuatan otot genggam pada remaja putri usia 15-17 Tahun di SMK Kesehatan Bali Medika Denpasar. *Majalah ilmiah Fisioterapi Indonesia*. 2020;6(3):1–6. <https://doi.org/10.24843/MIFI.2020.v08.i03.p10>
19. Komariah K, Rahayu S. Hubungan usia, jenis kelamin dan indeks massa tubuh dengan kadar gula darah puasa pada pasien diabetes melitus tipe 2 Di Klinik Pratama Rawat Jalan Proklamasi, Depok, Jawa Barat. *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada*. 2020;11(1):41–50. <https://doi.org/10.34035/jk.v11i1.412>
20. Chia CW, Egan JM, Ferrucci L. Age-related changes in glucose metabolism, hyperglycemia, and cardiovascular risk. *Circulation Research*. 2018;123(7):886–904. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.312806>.
21. Rahmawati R. Hubungan usia , jenis kelamin dan hipertensi dengan kejadian diabetes mellitus tipe 2 di Puskesmas Tugu Kecamatan Cimanggis

- Kota Depok. Arkesmas. 2021;6(1):15–22. <https://doi.org/10.22236/arkesmas.v6i1.5829>
22. Kekenusa JS, Ratag BT, Wuwungan G. Analisis hubungan antara umur dan riwayat keluarga menderita dm dengan kejadian penyakit dalam BLU RSUP Prof. Dr. R.D Kondou Manado. J Kesmas Univ Sam Ratulangi Manado. 2018;2(1):1–6. Available from: <https://fkm.unsrat.ac.id/wp-content/uploads/2013/08/GLORIA-WUWUNGAN-091511080.pdf>
23. Reswan H, Alioes Y, Rita RS. Gambaran glukosa darah pada lansia di panti sosial tresna werdha sabai nan aluih sicincin hayyumahdania. Jurnal Kesehatan Andalas. 2017;6(3):673–8. <https://doi.org/10.25077/jka.v6i3.756>
24. Fikriana R, Devy SR. The Effects of age and body mass index on blood glucosblood cholesterol, and blood pressure in adult women. Indian Journal of Public Health Research and Development. 2018;9(11):1697–702. <https://doi.org/10.5958/0976-5506.2018.01428.6>
25. Polii R, Engka JNA, Sapulete IM. Hubungan kadar glukosa darah puasa dengan obesitas pada remaja di Kecamatan Bolangitang Barat Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. Jurnal e-Biomedik. 2016;4(2):2–7. <https://doi.org/10.35790/ebm.4.2.2016.14617>
26. Masruroh E. Hubungan umur dan status gizi dengan kadar gula darah penderita diabetes melitus tipe II. Jurnal Ilmu Kesehatan. 2018;6(2):153-163. Available from : <https://ejurnaladhkdr.com/index.php/jik/article/download/172/145/>
27. Kang T-S, Lee W-S, Han M-K. Correlation between percent body fat and fasting blood sugar in korean adult women under the age of 40. Korean Journal of Family Practice. 2017;7(3):353–357. <https://doi.org/10.21215/kjfp.2017.7.3.353>
28. Oktariza RT, Kalanjati VP, Tirthaningsih NW. Body mass index, waist-hip ratio and fasting blood glucose levels amongst the university students. Folia Medica Indonesiana. 2021;57(1):53-57. <https://doi.org/10.20473/fmi.v57i1.14661>
29. Agrawal N, Kumar Agrawal M, Kumari T, Kumar S. Correlation between body mass index and blood glucose levels in Jharkhand Population. International Journal of Contemporary Medical Research. 2017;4:1633. Available from: https://www.ijcmr.com/uploads/7/7/4/6/77464738/ijcmr_1592.pdf
30. Wati DA. Hubungan indeks massa tubuh (IMT) dengan kadar glukosa darah sewaktu pada kelompok senam lansia wanita di Aisyah Medical Center (AMC). Jurnal Gizi Aisyah. 2019;3(1):19–23. Available from: <https://journal.aisyahuniversity.ac.id/index.php/JGA/article/view/imtamc>
31. Dalawa FN, Kepel B, Hame R. Hubungan antara status gizi dengan kadar gula darah puasa pada masyarakat Kelurahan Bahu Kecamatan Malalayang Manado. ejournal keperawatan (e-Kp). 2013;1(1):1-8. Available from: <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jkp/article/view/2181>
32. Suryanti SD, Raras AT, Dini CY, Ciptaningsih AH. Hubungan indeks masa tubuh dengan kadar gula darah puasa pada pasien diabetes melitus tipe 2. Poltekita: Jurnal Ilmu Kesehatan. 2019;13(2):86–90. <https://doi.org/10.33860/jik.v13i2.46>
33. Kasengke J, Assa YA, Paruntu ME. Gambaran kadar gula sesaat pada dewasa muda usia. Jurnal e-Biomedik (eBm). 2015;3(3):851–5. <https://doi.org/10.35790/ebm.v3i3.10320>
34. Adnan M, Mulyati T, Isworo JT. Hubungan Indeks massa tubuh (imt) dengan kadar gula darah penderita diabetes mellitus (DM) Tipe 2 Rawat Jalan Di RS Tugurejo Semarang. Jurnal Gizi Universitas Muhammadiyah Semarang. 2013;2(1):18–24. <https://doi.org/10.26714/jg.2.1.2013.%25p>
35. Kinabo J, Science C. Body fat content, distribution and blood glucose concentration among adults population in Ilala Municipality, Dar es Salaam, Tanzania. Tanzania Journal of Agricultural Sciences. 2015;14(2):119–28. Available from : <https://www.ajol.info/index.php/tjags/article/view/158497>
36. Zhao T, Lin Z, Zhu H, Wang C, Jia W. Impact of body fat percentage change on future diabetes in subjects with normal glucose tolerance. IUBMB life. 2017;69(12):947–55. <https://doi.org/10.1002/iub.1693>
37. Patel P, Abate N. Body fat distribution and insulin resistance. Nutrients 2013;5(6):2019-2027. <https://doi.org/10.3390/nu5062019>
38. Dieny FF, Indartaningsih I, Nuryanto N, Rahadiyanti A. Association among neck circumference and percent body fat with fasting blood glucose in obese female college students. Amerta Nutrition. 2021;5(2):121–6. <http://dx.doi.org/10.20473/amnt.v5i2.2021.121-126>
39. Ruan Y, Zhong J, Chen R, et al. Association of body fat percentage with time in range generated by continuous glucose monitoring during

- continuous subcutaneous insulin infusion therapy in type 2 Diabetes. *Journal of Diabetes Research*. 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/5551216>.
40. Chen Y, He D, Yang T, et al. Relationship between body composition indicators and risk of type 2 diabetes mellitus in Chinese adults. *BMC Public Health*. 2020;20(1):1–6. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08552-5>
41. Boku A. Faktor-faktor yang Berhubungan Terhadap Kadar Gula Darah Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe II di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta. Naskah Publikasi Yogyakarta: Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas 'Aisyiyah. 2019. Available from: http://digilib.unisayogya.ac.id/4586/1/Naska%20publikasi_Aprillia%20Boku.pdf
42. Azitha M, Aprilia D, Ilhami YR. Hubungan aktivitas fisik dengan kadar glukosa darah puasa pada pasien diabetes melitus yang datang ke poli klinik penyakit dalam rumah sakit M. Djamil Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 2018;7(3):400. <https://doi.org/10.25077/jka.v7i3.893>
43. Karwati. Hubungan aktivitas fisik dengan kadar gula darah pada lansia penderita diabetes melitus tipe 2 Di Wilayah Kerja Puskesmas Situ. *Jurnal Ilmu Keperawatan Sebelas April*. 2022;4(1):11–7. Available from : <https://ejournal.unsap.ac.id/index.php/jiksa/article/view/136>
44. Cicilia L, Wulan P.J. Kaunang FLFGL. Hubungan aktivitas fisik dengan kejadian diabetes melitus pada pasien rawat jalan di rumah sakit umum daerah kota Bitung. *Jurnal Kesmas*. 2018;7(5):1–6. Available from: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/kesmas/article/view/22527>