

ARTIKEL PENELITIAN

**KORELASI KADAR GLUKOSA DARAH SEWAKTU DENGAN
OBESITAS SENTRAL: STUDI CROSS-SECTIONAL
(CORRELATION OF BLOOD GLUCOSE LEVELS WITH CENTRAL OBESITY:
CROSS-SECTIONAL STUDY)**

**Rudi Saputra¹, Naila Cantika Salsabila², Novita Eka Tyas Pratiwi², Muhammad Dardi²,
Muhammad Andan Qahfi², Meylaliazka Rahma Nandita², Ronny Isnuwardana³**

¹Program Studi Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Mulawarman, Samarinda,
Kalimantan Timur, Indonesia

²Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Mulawarman, Samarinda,
Kalimantan Timur, Indonesia

³Laboratorium Ilmu Kesehatan Masyarakat dan Kedokteran Komunitas, Fakultas Kedokteran,
Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

Email korespondensi: rudisaputra18052001@gmail.com

ABSTRAK

Obesitas sentral adalah jenis obesitas yang sering terjadi. Obesitas sentral merujuk pada penumpukan lemak di bagian abdomen yang menyebabkan lingkaran pinggang menjadi membesar. Kutai Kartanegara adalah salah satu kota penyumbang kejadian obesitas sentral yang tergolong tinggi. Obesitas sentral dapat menjadi faktor risiko dari berbagai macam masalah kesehatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui korelasi kadar glukosa darah sewaktu (GDS) dengan obesitas sentral. Penelitian dilakukan di Desa Loa Raya, Kutai Kartanegara pada 2 April-20 Agustus 2022 secara *cross-sectional*. Subjek penelitian ini ditentukan menggunakan *voluntary response sampling*. Pemeriksaan GDS dilakukan secara *point of care testing* (POCT). Uji *Mann-Whitney* dan uji korelasi *Spearman Rank* dengan tingkat kepercayaan 95% digunakan penelitian ini. Sebanyak 70 orang terlibat sebagai subjek penelitian. Hasil uji statistik menunjukkan adanya asosiasi yang signifikan antara jenis kelamin dan usia dengan obesitas sentral ($p=0,002$ dan $p=0,028$), sedangkan pada tingkat pendidikan dan pekerjaan tidak berasosiasi secara signifikan pada kejadian obesitas sentral ($p=0,141$ dan $p=0,350$). Selain itu, didapatkan juga adanya korelasi yang signifikan antara kadar GDS dengan ukuran lingkaran pinggang ($p=0,018$). Penelitian ini berkesimpulan bahwa terdapat korelasi signifikan antara kadar GDS dengan obesitas sentral. Jenis kelamin dan usia berasosiasi secara signifikan pada kejadian obesitas sentral.

Kata kunci : glukosa darah sewaktu, lingkaran pinggang, obesitas sentral

ABSTRACT

Central obesity is a common type of obesity. Central obesity can occur by fat accumulation in the abdomen, which causes the waist circumference to enlarge. Kutai Kartanegara is one of the cities contributing to the high incidence of central obesity. Central obesity can be a risk factor for various health problems. This study aims to know the correlation between blood glucose levels (BGLs) and central obesity. The research was cross-sectional in Loa Raya Village, Kutai Kartanegara from 2 April to 20 August 2022. The subject of this study was determined using voluntary response sampling. BGLs examination is carried out by point of care testing (POCT). The Mann-Whitney test and the Spearman Rank correlation test with a 95% confidence level were used in this study. A total of 70 people were involved as research subjects. The results showed a significant association between gender and age with central obesity ($p=0.002$ and $p=0.028$), in contrast at the level of education and employment, there was no significant association with central obesity ($p=0.141$ and $p=0.350$). In addition, there was also a significant correlation between BGLs levels and waist circumference ($p=0.018$). This study concludes a significant correlation between BGLs levels and central obesity. Gender and age are significantly associated with the incidence of central obesity.

Keywords: blood glucose levels, waist circumference, central obesity

PENDAHULUAN

Obesitas adalah kondisi yang terjadi akibat asupan-pengeluaran energi berjalan tidak seimbang, sehingga terjadi penimbunan lemak yang berlebih di dalam tubuh.^{1,2} Salah satu jenis obesitas yang sering terjadi adalah obesitas sentral (obesitas abdomen). Obesitas sentral merujuk pada penumpukan lemak di bagian abdomen (perut) yang menyebabkan lingkaran pinggang menjadi membesar.³ Menurut data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, prevalensi obesitas sentral pada warga berusia ≥ 15 tahun di Indonesia adalah 31,00%. Dari data tersebut, diketahui juga bahwa salah satu provinsi dengan prevalensi obesitas sentral tertinggi terdapat di Kalimantan Timur, yakni sebesar 37,30%.⁴

Obesitas sentral dapat terjadi karena berbagai macam faktor, seperti faktor genetik, obat-obatan, dan lingkungan, serta faktor-faktor lainnya. Faktor lingkungan meliputi jenis kelamin, status sosial ekonomi, tingkat pendidikan, usia, dan pekerjaan seseorang.^{5,6} Faktor lingkungan ini dapat memengaruhi tingkat konsumsi makanan seseorang yang berpotensi mengakibatkan obesitas sentral.⁷ Makanan-makanan yang berpotensi tinggi menyebabkan obesitas sentral terutama adalah makanan tinggi kalori, seperti nasi, susu, keju, mentega, dan sebagainya.⁸ Di Indonesia, tingkat konsumsi nasi putih tergolong sangat tinggi.^{9,10} Konsumsi nasi putih yang berlebih dapat menyebabkan gangguan akibat peningkatan glukosa darah setelah makan (*postprandial*) yang memicu obesitas.¹¹

Kutai Kartanegara (Kukar) sebagai salah satu kota di Kalimantan Timur juga ikut menjadi penyumbang kejadian obesitas sentral yang tergolong tinggi (35,29%).¹² Penelitian Putri, *et al.*¹³ di Kukar menunjukkan sebanyak 31,4% warga mengonsumsi karbohidrat berlebih. Tingkat konsumsi karbohidrat berlebih ini sangat rentan menimbulkan obesitas sentral.¹⁴ Obesitas sentral dapat menjadi faktor risiko dari berbagai macam masalah kesehatan, seperti kanker, diabetes melitus, dislipidemia, dan sebagainya.¹⁵ Dari pemaparan di atas, perlu dipelajari lebih lanjut terkait hubungan kadar glukosa darah dengan kejadian obesitas sentral. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui korelasi kadar glukosa darah sewaktu (GDS) dengan obesitas sentral.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Desa Loa Raya, Kutai Kartanegara pada 2 April - 20 Agustus 2022 secara observasional *cross-sectional*. Estimasi besar subjek penelitian minimal sebanyak 50 orang berdasarkan acuan prevalensi obesitas sentral. Subjek penelitian ini ditentukan menggunakan *voluntary response sampling*. Pengambilan subjek didasarkan pada kesediaan calon subjek yang secara sukarela bersedia dan memenuhi syarat penelitian.¹⁶

Pemeriksaan GDS dilakukan secara *point of care testing* (POCT). Sampel darah diambil pada kapiler ujung jari telunjuk. Kriteria inklusi penelitian ini adalah mereka yang bersedia menjadi responden untuk pengambilan sampel darah dan berusia dewasa (≥ 18 tahun). Penelitian ini mengeksklusikan wanita yang sedang hamil, orang yang pernah menjalani amputasi, orang lanjut usia yang tidak bisa memberikan *informed consent*, dan data tidak lengkap. Penelitian ini disetujui secara etik oleh Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Mulawarman, No. 84/KEPK-FK/VI/2022.

Karakteristik subjek penelitian yang dikumpulkan, berupa jenis kelamin, usia, tingkat pendidikan, dan pekerjaan. Pada tingkat pendidikan dikelompokkan menjadi tidak sekolah, sekolah dasar (SD)/sederajat, sekolah menengah pertama (SMP)/sederajat, sekolah menengah akhir (SMA)/sederajat, atau perguruan tinggi (PT). Lebih lanjut, pengelompokkan pekerjaan subjek penelitian dibagi menjadi pekerjaan ringan (*sedentary-light work*), pekerjaan sedang (*medium work*), atau pekerjaan berat (*heavy-very heavy work*).¹⁷ Penetapan status obesitas sentral ditentukan menggunakan pita ukur dengan pengukuran pada lingkaran pinggang. Dinyatakan obesitas sentral jika didapatkan hasil pengukuran ≥ 90 cm untuk laki-laki atau ≥ 80 cm untuk perempuan.¹⁸

Uji *Kolmogorov-Smirnov* digunakan untuk mengetahui distribusi data. Mencari asosiasi antara jenis kelamin, usia, tingkat pendidikan, dan pekerjaan dengan status obesitas sentral digunakan uji *Mann-Whitney*. Selain itu, uji korelasi *Spearman Rank* digunakan untuk mengetahui korelasi kadar GDS dengan ukuran lingkar pinggang pada subjek penelitian. Semua uji statistik yang digunakan memiliki tingkat kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 70 orang terlibat sebagai subjek penelitian. Subjek penelitian didominasi oleh perempuan (64,29%) dan berpendidikan terakhir SMA (31,43%). Selain itu, mayoritas subjek penelitian menjalani pekerjaan kategori sedang (55,71%) setiap harinya.

Penelitian ini menunjukkan bahwa perempuan (73,21%) mengalami lebih banyak kejadian obesitas sentral dibandingkan laki-laki (26,79%). Selain itu, usia rerata kejadian obesitas sentral terjadi pada saat $49,80 \pm 11,91$ tahun. Kemudian, mereka yang berpendidikan terakhir SMA (35,71%) dan bekerja dengan kategori sedang (64,29%) memiliki kejadian obesitas sentral lebih tinggi dibandingkan kelompok lainnya (Tabel 1).

Hasil pengukuran lingkar pinggang subjek penelitian laki-laki didapatkan rerata

sebesar 90,80 cm ($\pm 9,06$). Kemudian, pengukuran lingkar pinggang pada perempuan didapatkan 96,06 cm ($\pm 11,93$). Dari hasil ini, diketahui secara rerata, baik laki-laki maupun perempuan cenderung mengalami obesitas sentral, tetapi pada perempuan sangat berbeda jauh dari nilai normalnya. Selanjutnya, pada pengukuran kadar GDS didapatkan rerata 143,63 mg/dL ($\pm 78,12$). Hasil ini lebih detail ditunjukkan pada Tabel 2.

Hasil analisis statistik penelitian ini menunjukkan adanya asosiasi jenis kelamin dengan obesitas sentral secara signifikan ($p=0,002$). Pada perempuan lebih banyak terjadi obesitas sentral daripada laki-laki. Hasil senada juga didapatkan oleh Putri, *et al.*¹⁹ dan Lubis, *et al.*²⁰ Bahkan, penelitian oleh Prasad, *et al.*²¹ mendapatkan hasil bahwa perempuan 2,63× (95% CI = 2,01-3,45) lebih berisiko mengalami obesitas sentral dibandingkan laki-laki. Perbedaan jenis kelamin dalam fenotipe lemak mungkin dihasilkan dari hasil kombinasi faktor genetik dan hormonal.²²

Menurut Gavin & Bessesen²³, perbedaan jumlah dan distribusi lemak tubuh dihasilkan dari sejumlah besar penyesuaian kompleks, namun terkoordinasi pada aspek dasar biologi adiposit yang menghasilkan penurunan lemak total (lemak visceral relatif lebih sering terjadi pada laki-laki dan lemak total pada wanita, terutama pada gluteofemoral).

Namun, setelah perempuan mengalami menopause, penurunan kadar estrogen sistemik dikaitkan dengan pengendapan lemak preferensial di kompartemen abdomen dan viseral.²⁴

Tabel 1 Asosiasi karakteristik subjek penelitian dengan status obesitas sentral

	Obesitas Sentral		p value
	Ya n = 56	Tidak n =14	
Jenis Kelamin			
Laki-laki	26,79%	71,43%	0,002
Perempuan	73,21%	28,57%	
Usia	49,80±11,91	58,07±11,89	0,028
Tingkat Pendidikan			
Tidak sekolah	3,57%	7,13%	0,141
SD	23,21%	50,00	
SMP	28,57%	14,29%	
SMA	35,71%	14,29%	
PT	8,93%	14,29%	
Pekerjaan			
Ringan	25,00%	35,71%	0,350
Sedang	64,29%	21,43%	
Berat	10,71%	42,86%	

Tabel 2 Deskripsi pengukuran lingkar perut dan kadar GDS subjek penelitian

		N	Minimum	Maksimum	Mean	SD
Lingkar	Laki-laki	25	71,00	106,00	90,80	9,06
Pinggang	Perempuan	45	66,00	123,00	96,06	11,93
GDS		70	66	521	143,63	78,12

Defisiensi estrogen atau gangguan pensinyalan estrogen berhubungan dengan resistensi insulin dan disregulasi homeostasis metabolik.^{25,26} Perbedaan ini mungkin juga dapat disebabkan oleh adanya perbedaan aktivitas fisik. Laki-laki terlibat aktivitas fisik yang lebih tinggi daripada perempuan^{27,28}, sehingga dapat mengontrol lemak tubuh yang berperan pada obesitas sentral lebih baik.²⁹

Selanjutnya, pada penelitian ini juga mendapatkan adanya asosiasi usia dengan obesitas sentral secara signifikan (p=0,028). Semakin tua usia seseorang, maka semakin besar kejadian obesitas sentral. Hasil senada didapatkan oleh Astiarani, *et al.*³⁰ yang menunjukkan adanya peningkatan risiko obesitas sentral pada orang yang semakin tua. Hal ini akibat tidak mengonsumsi buah dan sayuran setiap hari serta memiliki aktivitas fisik yang tidak teratur.

Selain itu, penuaan dikaitkan dengan tingkat sitokin pro-inflamasi yang lebih tinggi yang diketahui dapat mengubah kerja insulin.³¹ Pro-inflamasi dapat menurunkan sensitivitas insulin.³² Bertambahnya usia juga merangsang redistribusi dan meningkatkan akumulasi massa lemak, sehingga menyebabkan kegagalan regulasi sekresi adipokin (adiponektin atau leptin).^{31,33}

Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat pendidikan tidak berasosiasi secara signifikan pada kejadian obesitas sentral ($p=0,141$). Hasil berbeda didapatkan oleh Veghari, *et al.*³⁴ yang menunjukkan adanya korelasi signifikan antara tingkat pendidikan dengan obesitas sentral. Semakin rendah tingkat pendidikan, maka semakin besar kejadian obesitas sentral. Sejalan dengan hasil tersebut, *systematic review* yang dilakukan oleh Witkam, *et al.*³⁵ berkesimpulan bahwa obesitas sering terjadi pada pendidikan yang rendah, terutama wanita. Hubungan tersebut berbeda tergantung pada ukuran obesitas yang digunakan; laki-laki dengan obesitas total, perempuan dengan obesitas sentral. Orang yang berpendidikan tinggi dapat mengontrol berat badan secara lebih baik untuk menghindari obesitas.³⁶

Kemudian, pekerjaan tidak berasosiasi secara signifikan dengan obesitas sentral ($p=0,350$) dalam penelitian ini. Padahal, pekerjaan sangat berkaitan erat

dengan aktivitas fisik seseorang.³⁷ Penelitian oleh Mulia, *et al.*³⁸ mengungkapkan bahwa aktivitas fisik yang tinggi berkaitan erat dengan risiko obesitas sentral yang lebih rendah. Aktivitas fisik berbanding terbalik dengan obesitas sentral. Menurut Cox³⁹, aktivitas fisik dapat menjadi upaya untuk mencegah kenaikan berat badan dan berkontribusi dalam penurunan berat badan jangka panjang. Selain itu, aktivitas fisik juga mampu mencegah berbagai penyakit kronis yang mungkin terjadi.⁴⁰

Lebih lanjut, penelitian ini juga mendapatkan adanya korelasi yang signifikan antara kadar GDS dengan ukuran lingkar pinggang ($p=0,018$). Korelasi ini bernilai positif dengan koefisien korelasi (r) sebesar 0,281 yang termasuk dalam kategori lemah⁴¹ (Tabel 3). Semakin tinggi kadar GDS seseorang, maka semakin besar kejadian obesitas sentral, begitupun sebaliknya. Hasil senada didapatkan oleh Syafiq, *et al.*⁴² dan Septyanignrum & Martini⁴³. Pada individu obesitas diketahui mengalami penurunan fungsi sel- β pankreas, sehingga terjadi resistensi insulin yang menyebabkan peningkatan glukosa darah.⁴⁴

Menurut Ying, *et al.*⁴⁵, penurunan fungsi sel- β akibat obesitas disebabkan oleh inflamasi pada pankreas. Inflamasi ini menyebabkan proliferasi makrofag pada pankreas tersebut. Makrofag yang

berinteraksi dengan sel- β secara langsung dapat mengakibatkan kerusakan pada sel- β , sehingga kontrol glukosa darah menjadi abnormal.⁴⁶

Selain itu, penelitian oleh Septyanignrum dan Martini⁴³ juga menunjukkan bahwa lingkaran pinggang berhubungan paling erat dengan kadar glukosa darah dibandingkan IMT dan RLPP (rasio lingkaran pinggang panggul). Peningkatan lingkaran pinggang dapat menghambat kerja insulin melalui proses gluconeogenesis yang berakibat pada peningkatan kadar glukosa darah.⁴⁷

Obesitas sentral terjadi akibat penumpukan lemak pada abdomen yang diperantarai distribusi adiposit oleh resistensi insulin.⁴⁸ Penumpukan lemak berlebihan ini menghasilkan produk metabolik berupa asam lemak bebas (*free*

fatty acid/FFA).⁴⁶ Peningkatan FFA pada pembuluh darah yang bertransportasi menuju hepar akan membentuk Acetyl-CoA.⁴⁹ Pembentukan Acetyl-CoA dapat memicu pengaktifan enzim piruvat karboksilase di hepar. Enzim ini mampu mengubah asam piruvat menjadi glukosa. Kemudian, glukosa yang terbentuk dapat ditransportasikan kembali ke pembuluh darah dan kadar glukosa darah pun meningkat.⁵⁰

Keterbatasan penelitian ini adalah tidak dilakukannya pemeriksaan darah lengkap di laboratorium terstandar untuk mengetahui nilai glukosa darah secara pasti. Selain itu, pemeriksaan endokrin juga tidak dilakukan untuk mengetahui gangguan hormonal yang mungkin terjadi, seperti resistensi insulin.

Tabel 3 Korelasi kadar GDS dengan ukuran lingkaran pinggang

<i>Spearman's rho</i>	GDS	Lingkaran Pinggang	
		<i>r</i>	0,281
		<i>p</i>	0,018
		<i>n</i>	70

KESIMPULAN

Terdapat korelasi signifikan antara kadar glukosa darah sewaktu dengan ukuran lingkaran pinggang. Jenis kelamin dan usia berasosiasi secara signifikan pada kejadian obesitas sentral.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan pada penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti berterimakasih kepada Fakultas Kedokteran Universitas Mulawarman (FK UNMUL) yang telah mendukung dan mendanai penelitian ini.

Peneliti juga berterima kasih kepada rekan-rekan Panitia Desa Binaan FK UNMUL yang telah membantu penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Kepala Desa Loa Raya dan Himpunan Mahasiswa Kedokteran Universitas Mulawarman yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Nutali WO, Tasnim, Sunarsih. Hubungan Asupan Karbohidrat dan Lemak dengan Obesitas Sentral pada Karyawan Instansi di Kota Kendari. *J Gizi Ilm*. 2018;5(1):52-57.
2. Romieu I, Dossus L, Barquera S, et al. Energy Balance and Obesity: What are the Main Drivers? *Cancer Causes Control*. 2017;28(3):248-255.
3. Rahma G, Gusrianti. Hubungan Obesitas Sentral dengan Hipertensi pada Penduduk Usia 25-65 Tahun. *J Ilmu Kesehat*. 2019;3(2):120-121.
4. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemkes RI). *Laporan Nasional Riskesdas 2018*. Kemkes RI [update 2019; sitasi 22 Feb 2023]. Available from [http://www.yankes.kemkes.go.id/assets/downloads/PMK No. 57 Tahun 2013 tentang PTRM.pdf](http://www.yankes.kemkes.go.id/assets/downloads/PMK%20No.%2057%20Tahun%202013%20tentang%20PTRM.pdf).
5. Flores-Dorantes MT, Díaz-López YE, Gutiérrez-Aguilar R. Environment and Gene Association with Obesity and Their Impact on Neurodegenerative and Neurodevelopmental Diseases. *Front Neurosci*. 2020;14:863.
6. Lee A, Cardel M, Donahoo WT. Social and Environmental Factors Influencing Obesity. Endotext [update 2019; sitasi 22 Feb 2023]. Available from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK278977/>.
7. Puspitasari N. Kejadian Obesitas Sentral pada Usia Dewasa. *HIGEIA*. 2018;2(2):252-258.
8. Octarine SW, Mahmudiono T. Apakah Kebiasaan Makan Berhubungan dengan Overweight/Obesitas pada Wanita Dewasa Indonesia? Berdasarkan Indonesian Family Life Survey (IFLS) 5 Tahun 2014. *Media Gizi Kesmas*. 2022;11(1):176-178.
9. Golzarand M, Toolabi K, Delfan SE, Mirmiran P. The Effect of Brown Rice Compared to White Rice on Adiposity Indices, Lipid Profile, and Glycemic Markers: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2022;62(27):7395-7410.
10. Maligan JM, Pratiwi DD, Widyaningsih TD. Studi Preferensi Konsumen terhadap Nasi Putih dan Nasi Jagung Putih pada Pekerja Wanita di Kantor Pemerintah Kota Malang Jaya. *Indones J Hum Nutr*. 2019;6(1):44-50.

11. Kolahdouzan M, Khosravi-Boroujeni H, Nikkar B, et al. The Association between Dietary Intake of White Rice and Central Obesity in Obese Adults. *ARYA Atheroscler*. 2013;9(2):141-143.
12. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemkes RI). *Laporan Provinsi Kalimantan Timur Riskesdas 2018*. Kemkes RI [update 2019; sitasi 22 Feb 2023]. Available from <https://ejournal2.litbang.kemkes.go.id/index.php/lpb/article/view/3760>.
13. Putri RD, Utami KD, Reski S. Correlation between Carbohydrate Consumption Level, Physical Activity and Quality of Sleep with Current Blood Glucose Levels in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus at Puskesmas Rapak Mahang Tenggara. *Formosa J Sci Technol*. 2022;1(7):870-875.
14. Primashanti DAD, Sidiartha IGL. Perbandingan Asupan Energi, Karbohidrat, Protein dan Lemak dengan Angka Kecukupan Gizi pada Anak Obesitas. *Medicina (B Aires)*. 2018;49(2):174-177.
15. Khairani N, Effendi SU, Utamy LW. Aktivitas Fisik dan Kejadian Obesitas Sentral pada Wanita Tanah Patah Kota Bengkulu. *Chmk Nurs Sci J*. 2018;2(1):14-16.
16. Statology. What is a Voluntary Response Sample? (Definition & Example). Statology [update 2021; sitasi 24 Feb 2023]. Available from <https://www.statology.org/voluntary-response-sample/>.
17. Social Security Administration (SSA). Physical Exertion Requirements. SSA [update 2023; sitasi 24 Feb 2023]. Available from [https://www.ssa.gov/OP_Home/cfr20/404/404-1567.htm#:~:text=Medium work involves lifting no,\(d\) Heavy work.](https://www.ssa.gov/OP_Home/cfr20/404/404-1567.htm#:~:text=Medium work involves lifting no,(d) Heavy work.)
18. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia (Kemkes RI). Yuk, Cari Tahu Berapa Indeks Massa Tubuh Anda. Kemkes RI [update 2021; sitasi 24 Feb 2023]. Available from <https://p2ptm.kemkes.go.id/infographic-p2ptm/penyakit-diabetes-melitus/page/3/yuk-cari-tahu-berapa-indeks-massa-tubuh-anda>.
19. Putri RN, Nugraheni SA, Pradigdo SF. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Obesitas Sentral pada Remaja Usia 15-18 Tahun di Provinsi DKI Jakarta (Analisis Riskesdas 2018). *Media Kesehat Masy Indones*. 2022;21(3):172-176.
20. Lubis MY, Hermawan D, Febriani U, Farich A. Hubungan antara Faktor Keturunan, Jenis Kelamin dan Tingkat Sosial Ekonomi Orang Tua dengan Kejadian Obesitas pada Mahasiswa di Universitas Malahayati. *J Hum Care*. 2020;5(4):893-898.

21. Prasad DS, Kabir Z, Devi KR, Peter PS, Das BC. Gender differences in Central Obesity: Implications for Cardiometabolic Health in South Asians. *Indian Heart J.* 2020;72:202-204.
22. Chang E, Varghese M, Singer K. Gender and Sex Differences in Adipose Tissue. *Curr Diab Rep.* 2018;18(9):2-8.
23. Gavin KM, Bessesen DH. Sex Differences in Adipose Tissue Function. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2020;49(2):216-224.
24. Hetemäki N, Mikkola TS, Tikkanen MJ, et al. Adipose Tissue Estrogen Production and Metabolism in Premenopausal Women. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2021;209:3-5.
25. De Paoli M, Zakharia A, Werstuck GH. The Role of Estrogen in Insulin Resistance: A Review of Clinical and Preclinical Data. *Am J Pathol.* 2021;191(9):1490-1496.
26. Yan H, Yang W, Zhou F, et al. Estrogen Improves Insulin Sensitivity and Suppresses Gluconeogenesis via the Transcription Factor Foxo1. *Diabetes.* 2019;68(2):291-302.
27. McCarthy C, Warne JP. Gender Differences in Physical Activity Status and Knowledge of Irish University Staff and Students. *Sport Sci Health.* 2022;18:1285-1289.
28. Hands B, Parker H, Larkin D, Cantell M, Rose E. Male and Female Differences in Health Benefits Derived from Physical Activity: Implications for Exercise Prescription. *J Women's Heal Issues Care.* 2016;5(4):1-3.
29. Mika A, Macaluso F, Barone R, Di Felice V, Sledzinski T. Effect of Exercise on Fatty Acid Metabolism and Adipokine Secretion in Adipose Tissue. *Front Physiol.* 2019;10(26):2-5.
30. Astiarani Y, Kedang MGAI, Fitriah N, Chandra FA. Prevalence and Determinants of Central Obesity at Urban Slum Dwellers in North Jakarta. *J Ilmu Kesehat Masy.* 2022;13(1):15-21.
31. Jura M, Kozak LP. Obesity and Related Consequences to Ageing. *Age (Omaha).* 2016;38(1):2-12.
32. Chen L, Chen R, Wang H, Liang F. Mechanisms Linking Inflammation to Insulin Resistance. *Int J Endocrinol.* 2015;2015:2-6.
33. Forný-Germano L, De Felice FG, Vieira MNN. The Role of Leptin and Adiponectin in Obesity-Associated Cognitive Decline and Alzheimer's Disease. *Front Neurosci.* 2018;12(1027):3-10.
34. Veghari G, Sedaghat M, Maghsodlo S, et al. The Correlation between Educational Levels and Central Obesity in the North of Iran: An Epidemiologic Study. *ARYA Atheroscler.*

- 2013;9(4):218-221.
35. Witkam R, Gwinnutt JM, Humphreys J, Gandrup J, Cooper R, Verstappen SMM. Do Associations between Education and Obesity Vary Depending on the Measure of Obesity Used? A Systematic Literature Review and Meta-analysis. *SSM - Popul Heal*. 2021;15:3-10.
36. Chung W, Lim S. Factors Contributing to Educational Differences in Obesity among Women: Evidence from South Korea. *BMC Public Health*. 2020;20:4-10.
37. Valera-Calero JA, Varol U. Correlation among Routinary Physical Activity, Salivary Cortisol, and Chronic Neck Pain Severity in Office Workers: A Cross-Sectional Study. *Biomedicines*. 2022;10:4-10.
38. Mulia EPB, Fauzia KA, Atika A. Abdominal Obesity is Associated with Physical Activity Index in Indonesian Middle-Aged Adult Rural Population: A Cross-Sectional Study. *Indian J Community Med*. 2021;46:318-320.
39. Cox CE. Role of Physical Activity for Weight Loss and Weight Maintenance. *Spectr Diabetes Journals*. 2017;30(3):157-159.
40. Anderson E, Durstine JL. Physical Activity, Exercise, and Chronic Diseases: A Brief Review. *Sport Med Heal Sci*. 2019;1:3-8.
41. Selala MS, Senzanje A, Dhavu K. Requirements for Sustainable Operation and Maintenance of Rural Small-scale Water Infrastructure in Limpopo Province, South Africa. *Water SA*. 2019;45(2):291-304.
42. Syafiq WM, Dwipayana IMP, Saraswati MR, Gotera W. Correlation between Waist Circumference and Glycated Haemoglobin (HbA1c) among Type 2 Diabetes Mellitus Patients in Diabetic Polyclinic Sanglah General Hospital Denpasar - Indonesia. *Neurol Spinale Med Chir*. 2020;3(2):67-69.
43. Septyaningrum N, Martini S. Lingkar Perut Mempunyai Hubungan Paling Kuat dengan Kadar Gula Darah. *J Berk Epidemiol*. 2014;2(1):51-57.
44. Inaishi J, Saisho Y. Beta-Cell Mass in Obesity and Type 2 Diabetes, and Its Relation to Pancreas Fat: A Mini-Review. *Nutrients*. 2020;12:1-9.
45. Ying W, Lee YS, Dong Y, et al. Expansion of Islet-Resident Macrophages Leads to Inflammation Affecting β Cell Proliferation and Function in Obesity. *Cell Metab*. 2019;29(2):459-470.
46. Al-Goblan AS, Al-Alfi MA, Khan MZ. Mechanism Linking Diabetes Mellitus and Obesity. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2014;7:588-590.
47. Hatting M, Tavares CDJ, Sharabi K, Rines AK, Puigserver P. Insulin

- Regulation of Gluconeogenesis. *Ann N Y Acad Sci.* 2018;1411(1):2-14.
48. Sun K, Lin D, Feng Q, et al. Assessment of Adiposity Distribution and Its Association with Diabetes and Insulin Resistance: A Population-based Study. *Diabetol Metab Syndr.* 2019;11(51):3-7.
49. Chourpiliadis C, Mohiuddin SS. Biochemistry, Gluconeogenesis. StatPearls [update 2022; sitasi 29 Feb 2023]. Available from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544346/>.
50. Han HS, Kang G, Kim JS, Choi BH, Koo SH. Regulation of Glucose Metabolism from a Liver-centric Perspective. *Exp Mol Med.* 2016;48(3):1-8.