

Peran Biomarker Darah terhadap Distribusi Lemak Tubuh pada Perempuan Dewasa : Analisis Korelasi Hematologis dan Metabolik

Christian Wijaya ^{1*}, Alexander Halim Santoso ², Bryan Anna Wijaya ³

¹ Departmen Obstetri dan Ginekologi, Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara, Indonesia

² Departmen Gizi, Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara, Indonesia

³ Program Studi Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara, Indonesia

*Penulis korespondensi : christianw@fk.untar.ac.id

Abstract. *Introduction: Subcutaneous fat distribution in adult women changes significantly with age, particularly during menopausal transition. This modulation is closely linked to hormonal alterations and may be reflected through blood biomarkers. Methods: A cross-sectional study was conducted to analyze the relationship between age and blood biomarkers (hemoglobin, fasting glucose, HDL, and uric acid) with subcutaneous fat thickness at three body sites (biceps, triceps, and suprailiac) in adult women. Pearson correlation tests were used to assess associations between variables. Results: A significant positive correlation was found between age and biceps fat thickness ($r = 0.112$; $p = 0.044$). Hemoglobin showed a consistent positive correlation with fat thickness across all sites. Fasting glucose correlated positively with triceps fat ($r = 0.109$; $p = 0.050$), and uric acid was positively associated with triceps and suprailiac fat. HDL exhibited a significant negative correlation with suprailiac fat ($r = -0.180$; $p = 0.001$). Conclusion: Blood biomarkers hold potential as non-invasive indicators for tracking age-related subcutaneous fat redistribution. This approach could enhance early detection of metabolic risk in adult women and support preventive and integrative clinical strategies.*

Keywords: Adult women, Age, Fasting glucose, HDL, Hemoglobin, Subcutaneous fat, Uric acid

Abstrak. *Pendahuluan: Sindrom metabolik merupakan kumpulan kelainan metabolik yang meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular dan diabetes tipe 2. Distribusi lemak tubuh dan biomarker metabolik dapat dipengaruhi oleh usia serta parameter antropometri. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hubungan antara usia, ukuran tubuh, dan biomarker metabolik sebagai skrining risiko metabolik. Metode: Penelitian potong lintang dilakukan pada subjek dewasa yang dipilih secara purposif. Parameter yang diukur meliputi usia, lingkar perut, leher, lengan atas, betis, WHR, serta biomarker metabolik: hemoglobin, glukosa darah puasa, asam urat, trigliserida, HDL, LDL, dan kolesterol total. Korelasi Pearson digunakan untuk menilai hubungan antarvariabel. Hasil: Usia berkorelasi positif dengan lingkar perut ($r = 0,117$; $p = 0,035$), lingkar leher ($r = 0,114$; $p = 0,040$), dan WHR ($r = 0,231$; $p < 0,001$), serta negatif dengan lingkar betis ($r = -0,144$; $p = 0,009$). Hemoglobin menunjukkan korelasi positif terhadap hampir seluruh parameter antropometri, kecuali WHR. Glukosa darah puasa berkorelasi positif dengan lingkar perut, lengan atas, leher, dan WHR. Asam urat memiliki korelasi positif signifikan terhadap semua parameter antropometri kecuali lingkar betis dan WHR. Trigliserida menunjukkan korelasi paling kuat dengan lingkar perut ($r = 0,304$; $p < 0,001$), leher ($r = 0,271$; $p < 0,001$), dan WHR ($r = 0,287$; $p < 0,001$). HDL berkorelasi negatif dengan seluruh variabel antropometri (misalnya lingkar perut: $r = -0,186$, $p = 0.001$). LDL dan kolesterol total tidak menunjukkan hubungan yang bermakna. Kesimpulan: Biomarker darah, khususnya trigliserida, tetap berperan signifikan terhadap distribusi lemak tubuh meskipun usia dikontrol, sehingga disarankan penggunaannya sebagai indikator skrining dini risiko obesitas dan gangguan metabolik pada perempuan dewasa.*

Kata kunci: Antropometri, Biomarker darah, Distribusi Lemak, Perempuan Dewasa

1. LATAR BELAKANG

Sindrom metabolik (SM) merupakan kondisi multisistem yang ditandai oleh konstelasi abnormalitas metabolik seperti obesitas sentral, resistensi insulin, dislipidemia, dan hipertensi, yang secara sinergis meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular dan diabetes melitus tipe 2. Penilaian awal terhadap risiko SM pada populasi umum seringkali mengandalkan parameter

antropometri dengan indeks massa tubuh (IMT) sebagai parameter yang paling lazim digunakan karena kesederhanaannya. Meskipun IMT memiliki asosiasi bermakna dengan sejumlah faktor risiko metabolik, tetapi memiliki keterbatasan untuk memberikan gambaran distribusi lemak tubuh maupun proporsi massa otot pada berbagai kelompok populasi. (Alkhatib et al., 2024; Jabczyk et al., 2024) Pengukuran antropometri seperti IMT dan lingk pinggang masih digunakan secara luas, namun tidak mampu membedakan secara spesifik antara lemak visceral dan subkutan, serta tidak merepresentasikan aktivitas biologis jaringan adiposa. (J. Liu et al., 2022)

Beberapa ukuran antropometri seperti lingk pinggang dan rasio pinggang terhadap tinggi badan telah terbukti memiliki nilai prediksi yang lebih tinggi terhadap kejadian SM dan penyakit kardiovaskular dibandingkan IMT. Rasio pinggang terhadap tinggi badan menunjukkan konsistensi dalam memprediksi risiko metabolik lintas populasi dan usia, termasuk pada kelompok etnis Asia Timur yang cenderung memiliki distribusi lemak visceral yang tinggi meskipun IMT-nya tergolong normal. (Kobayashi et al., 2024; Park et al., 2025; Tabary et al., 2021) Rasio pinggang-pinggul (*Waist-to-hip ratio/WHR*) juga telah dievaluasi untuk prediksi distribusi lemak, meskipun hasilnya menunjukkan bahwa prediksi risiko metaboliknya cenderung lebih bervariasi dan dalam beberapa studi tidak seakurat rasio pinggang terhadap tinggi badan (Lampignano et al., 2020; Tabary et al., 2021). Prevalensi sindrom metabolik (SM) secara global diperkirakan berada pada kisaran 20–25%. Angka prevalensi di Indonesia mencapai 23,34%, dengan distribusi yang menunjukkan proporsi lebih tinggi pada laki-laki (26,2%) dibandingkan perempuan (21,4%). (Rustika et al., 2019)

Integrasi biomarker biokimia seperti kadar glukosa darah, profil lipid, protein C-reaktif (*C-reactive protein/CRP*), dan indeks resistensi insulin (HOMA-IR) sangat diperlukan dalam evaluasi risiko dan diagnosis metabolik. Beberapa penelitian telah menunjukkan korelasi positif antara rasio pinggang terhadap tinggi badan dan rasio pinggang-pinggul dengan peningkatan kadar glukosa puasa, trigliserida, serta biomarker inflamasi sistemik. (de Cuevillas et al., 2021; Jabczyk et al., 2024; Stevens et al., 2020) Variabel demografis seperti usia, jenis kelamin, dan latar belakang genetik turut mempengaruhi akurasi prediktif indeks ini. (J. Liu et al., 2022) Selain itu, pendekatan baru seperti fenotipe pinggang-hipertrigliseridemik dan *A Body Shape Index* (ABSI) mulai dikembangkan sebagai alternatif penilaian yang lebih representatif terhadap risiko metabolik. (de Cuevillas et al., 2021; Shi et al., 2024)

Kajian mengenai hubungan antara parameter biokimia dan antropometri masih terbatas, terutama pada kelompok perempuan dewasa yang tinggal di lingkungan perkotaan dengan risiko tinggi terhadap gangguan kardiometabolik. Parameter biokimia seperti kadar

hemoglobin, asam urat, profil lipid, dan glukosa darah diketahui berperan penting dalam proses fisiopatologis yang memengaruhi status gizi dan komposisi tubuh. Selain itu, faktor usia merupakan variabel penting dalam analisis tersebut, karena perubahan metabolik dan hormonal yang terjadi seiring bertambahnya usia dapat memperburuk status gizi dan meningkatkan risiko penyakit kronis. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hubungan antara kadar hemoglobin, asam urat, lipid, dan glukosa darah dengan parameter antropometri pada perempuan usia dewasa.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain studi potong lintang dan dilaksanakan secara multisenter di enam wilayah administrasi di DKI Jakarta, yaitu Kelurahan Menteng Dalam, Cengkareng Timur, Tanjung Duren Selatan, Grogol, Duri Kosambi, dan Ujung Menteng. Kegiatan pengumpulan data dilakukan dalam rentang waktu antara bulan Agustus 2024 hingga Mei 2025. Populasi target dalam penelitian ini adalah kelompok perempuan dewasa yang berdomisili atau beraktivitas di wilayah tersebut.

Subjek penelitian dipilih menggunakan metode *consecutive sampling*, yakni semua individu yang memenuhi kriteria dimasukkan secara berurutan hingga jumlah sampel terpenuhi. Adapun kriteria inklusi meliputi perempuan berusia minimal 18 tahun, dalam keadaan sadar dan kooperatif, serta bersedia mengikuti seluruh prosedur pemeriksaan dan pengambilan data. Kriteria eksklusi mencakup individu dengan kondisi medis akut, riwayat penyakit kronis berat yang dapat memengaruhi hasil laboratorium (seperti gangguan hematologi berat, gagal ginjal, atau dislipidemia berat yang tidak terkontrol), serta mereka yang sedang dalam terapi farmakologis aktif yang berpengaruh terhadap metabolisme lemak atau kadar gula darah.

Variabel antropometri yang dikaji meliputi lingkar perut, panggul, leher, dan betis yang diukur menggunakan pita pengukur; tinggi badan diukur dengan *microtoise*; serta berat badan menggunakan timbangan digital Seca. Dari data tersebut, rasio pinggang-pinggul dihitung sebagai rasio antara lingkar pinggang dan lingkar panggul, sementara Indeks Massa Tubuh (IMT) diperoleh dari formula berat badan (kg) dibagi kuadrat tinggi badan (m²).

Pengambilan darah vena setelah puasa minimal 8 jam guna mengukur kadar hemoglobin, gula darah puasa, asam urat, kolesterol total, HDL, LDL, dan trigliserida. Seluruh pengukuran parameter darah dilakukan menggunakan alat strip kimia kering sesuai standar laboratorium klinik. Usia responden diverifikasi berdasarkan Kartu Tanda Penduduk (KTP).

Analisis data dilakukan menggunakan uji korelasi Pearson untuk menilai hubungan antara variabel darah dan antropometri. Selain itu, analisis parsial korelasi juga diterapkan guna mengontrol pengaruh usia terhadap hubungan antarvariabel. Penelitian ini menetapkan tingkat signifikansi (*alpha*) sebesar 5% dan kekuatan uji (*power*) sebesar 80% (*beta* = 20%).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan sebanyak 325 responden perempuan dewasa dengan rerata usia 48,70 tahun. Berdasarkan karakteristik dasar, rerata hemoglobin mereka tercatat sebesar 11,27 g/dL, dengan kadar gula darah puasa 102,75 mg/dL, dan kadar asam urat 3,82 mg/dL. Profil lipid menunjukkan kadar kolesterol total sebesar 201,33 mg/dL, HDL sebesar 53,23 mg/dL, LDL sebesar 115,95 mg/dL, dan trigliserida sebesar 159,11 mg/dL. Dari sisi antropometri, rerata berat badan responden adalah 61,68 kg, tinggi badan 153,15 cm, lingkar perut 87,07 cm, lingkar panggul 99,69 cm, lingkar lengan atas 28,90 cm, lingkar leher 33,01 cm, dan lingkar betis 36,01 cm. Nilai indeks massa tubuh (IMT) rerata adalah 26,31, dengan waist-hip ratio (WHR) sebesar 0,87. (Tabel 1)

Tabel 1. Karakteristik Dasar Responden Penelitian.

Parameter	N (%)	Mean (SD)
Usia (tahun)		48,70 (13,26)
Jenis Kelamin		
• Perempuan	325 (100%)	
Hemoglobin (g/dL)		11,27 (1,8)
Gula Darah Puasa (mg/dL)		102,75 (47,08)
Asam Urat (mg/dL)		3,82 (0,79)
Kolesterol Total (mg/dL)		201,33 (38,53)
<i>High Density Lipoprotein</i> (HDL) (mg/dL)		53,23 (15,32)
<i>Low Density Lipoprotein</i> (LDL) (mg/dL)		115,95 (28,78)
Trigliserida (mg/dL)		159,11 (87,14)
Berat Badan (Kg)		61,68 (12,57)
Tinggi Badan (cm)		153,15 (5,84)
Lingkar Perut (cm)		87,07 (12,23)

Lingkar Panggul (cm)	99,69 (11,05)
Lingkar Lengan Atas (cm)	28,90 (4,03)
Lingkar Leher (cm)	33,01 (3,06)
Lingkar Betis (cm)	36,01 (4,49)
Waist Hip Ratio	0,87 (0,76)
Indeks Massa Tubuh (Kg/m ²)	26,31 (5,27)

Hasil korelasi memperlihatkan bahwa variabel usia memiliki hubungan bermakna positif dengan lingkar perut ($r = 0,117$; $p = 0,035$), lingkar leher ($r = 0,114$; $p = 0,040$), serta WHR ($r = 0,231$; $p < 0,001$), sementara hubungan negatif ditemukan dengan lingkar betis ($r = -0,144$; $p = 0,009$). Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan redistribusi lemak menuju sentral seiring pertambahan usia. Hemoglobin menunjukkan korelasi positif signifikan terhadap hampir seluruh parameter antropometri kecuali WHR, yang menunjukkan korelasi tidak bermakna. Gula darah puasa juga memperlihatkan korelasi positif terhadap sebagian besar ukuran antropometri seperti lingkar perut, lengan atas, leher, dan WHR, walaupun kekuatannya sedang hingga lemah. (Tabel 2)

Kadar asam urat memperlihatkan hubungan positif signifikan dengan seluruh parameter antropometri kecuali WHR dan lingkar betis. Kadar trigliserida memiliki korelasi positif yang kuat terhadap semua parameter antropometri, terutama lingkar perut ($r = 0,304$; $p < 0,001$), lingkar leher ($r = 0,271$; $p < 0,001$), dan WHR ($r = 0,287$; $p < 0,001$). Sebaliknya, HDL memperlihatkan korelasi negatif signifikan dengan seluruh variabel antropometri (misalnya: $r = -0,186$ untuk lingkar perut), menunjukkan peran protektif lipoprotein ini terhadap akumulasi lemak perifer maupun sentral. LDL dan kolesterol total secara umum tidak menunjukkan hubungan signifikan dengan variabel antropometri. (Tabel 2)

Tabel 2. Korelasi antara Variabel Usia, Darah, dan Antropometri Perempuan Dewasa (Studi Multicenter).

Parameter		Lingkar Perut	Lingkar Panggul	Lingkar Lengan Atas	Lingkar Leher	Lingkar Betis	Waist Hip Ratio	Indeks Massa Tubuh
Usia	<i>Pearson Correlation</i>	0.117*	-0.036	0.047	0.114*	-0.144**	0.231	-0.030
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.035	0.517	0.398	0.040	0.009	0.000	0.587

**

Hemoglobi n	<i>Pearson</i>	0.232**	0.208**	0.241**	0.202**	0.176**	0.091	0.238*
	<i>Correlation</i>							*
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.102	0.000
Gula Darah Puasa	<i>Pearson</i>	0.196**	0.079	0.130*	0.157**	-0.003	0.218	0.121*
	<i>Correlation</i>						**	
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.000	0.155	0.019	0.005	0.954	0.000	0.029
Asam Urat	<i>Pearson</i>	0.202**	0.187**	0.244**	0.239**	0.137*	0.078	0.230*
	<i>Correlation</i>							*
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.000	0.001	0.000	0.000	0.013	0.163	0.000
Kolesterol Total	<i>Pearson</i>	0.075	-0.012	0.001	0.027	-0.062	.0140	0.016
	<i>Correlation</i>						*	
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.175	0.836	0.986	0.625	0.265	0.011	0.769
HDL	<i>Pearson</i>	-0.186**	-0.178**	-0.183**	-0.247**	-0.165**	-	-
	<i>Correlation</i>						0.083	0.237*
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.001	0.001	0.001	0.000	0.003	0.136	0.000
LDL	<i>Pearson</i>	0.062	0.020	-0.001	0.047	-0.025	0.074	-0.010
	<i>Correlation</i>							
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.264	0.722	0.990	0.400	0.651	0.183	0.862
Trigliserida	<i>Pearson</i>	0.304**	0.173**	0.206**	0.271**	0.168**	0.287	0.265*
	<i>Correlation</i>						**	*
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Setelah dilakukan analisis *partial correlation* dengan mengontrol variabel usia, ditemukan bahwa korelasi hemoglobin, gula darah puasa, asam urat, dan trigliserida terhadap ukuran antropometri tetap signifikan, meskipun dengan penurunan kekuatan korelasi. Ini

menunjukkan bahwa meskipun usia mempengaruhi status metabolik dan antropometrik, hubungan langsung biomarker darah dengan distribusi lemak tubuh tetap relevan secara fisiologis. Misalnya, trigliserida tetap memiliki hubungan yang kuat terhadap lingkar perut ($r = 0,288$; $p < 0,001$) dan IMT ($r = 0,277$; $p < 0,001$), menunjukkan potensi nilai prediktif dari trigliserida terhadap obesitas sentral dan obesitas umum pada perempuan dewasa. (Tabel 3)

Tabel 3. Kontrol Variabel Usia terhadap Korelasi Parameter Darah dengan Antropometri pada Perempuan Dewasa.

Control Variables		Lingkar Perut	Lingkar Panggul	Lingkar Lengan Atas	Lingkar Leher	Lingkar Betis	Waist Hip Ratio	Indeks Massa Tubuh
Usia	<i>r</i>	0.225**	0.212**	0.238**	0.194**	0.191**	0.074	0.241**
Hemoglobin	<i>pvalue</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.186	0.000
Gula Darah	<i>r</i>	0.176**	0.089	0.123*	0.137*	0.028	0.179**	0.130*
Puasa	<i>pvalue</i>	0.001	0.111	0.027	0.013	0.618	0.001	0.019
Asam Urat	<i>r</i>	0.188**	0.194**	0.240**	0.227**	0.161**	0.047	0.237
	<i>pvalue</i>	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.401	0.000
Kolesterol	<i>r</i>	0.036	0.001	-0.017	-0.015	-0.011	0.063	0.029
Total	<i>pvalue</i>	0.515	0.979	0.760	0.793	0.840	0.256	0.601
HDL	<i>r</i>	-	-	-	-	-	-0.108	-
		0.200**	0.176**	0.188**	0.261**	0.154**		0.235**
	<i>pvalue</i>	0.000	0.002	0.001	0.000	0.005	0.051	0.000
LDL	<i>r</i>	0.041	0.027	-0.010	0.026	0.002	0.031	-0.004
	<i>pvalue</i>	0.464	0.625	0.859	0.645	0.965	0.575	0.943
Trigliserida	<i>r</i>	0.288**	0.185**	0.200**	0.255**	0.205**	0.252**	0.277**
	<i>pvalue</i>	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

***. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).*

**. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).*

Parameter antropometri merupakan indikator penting dalam penilaian status kesehatan fisik dan nutrisi individu, serta dipengaruhi oleh berbagai faktor multidimensional, seperti jenis kelamin, usia, latar belakang genetik, kondisi geografis, status sosial ekonomi, status gizi, tahapan perkembangan, serta keberadaan penyakit kronis. Seiring bertambahnya usia, terjadi peningkatan pada komponen massa lemak dan massa bebas lemak, dengan pola distribusi yang berbeda antar jenis kelamin. Anak laki-laki cenderung memiliki peningkatan massa bebas

lemak yang lebih signifikan, sedangkan anak perempuan mengalami akumulasi lemak tubuh lebih cepat, khususnya selama masa pubertas. (Toselli et al., 2021; Zhao et al., 2023) Perempuan usia reproduktif memiliki risiko yang lebih tinggi terhadap peningkatan berat badan dan obesitas, baik akibat faktor biologis maupun hormonal. Studi menunjukkan bahwa perempuan dewasa mengalami peningkatan berat badan rata-rata sebesar 0,7 kg per tahun, dengan laju tertinggi pada kelompok usia 18–50 tahun. Prevalensi gangguan jaringan adiposa juga lebih tinggi pada perempuan dibandingkan laki-laki, yang sebagian besar berkaitan dengan kebutuhan fisiologis untuk mempertahankan cadangan lemak selama siklus reproduksi, termasuk fase prakonsepsi, kehamilan, dan pascapersalinan. Selain itu, perempuan lebih banyak mengalami tekanan psikososial terkait citra tubuh, yang turut memengaruhi keseimbangan antropometrik. Tahapan kehidupan reproduksi merupakan periode kritis dalam akumulasi adipositas maternal. (Amiri et al., 2023; Awoke et al., 2022)

Korelasi antara kadar hemoglobin dan parameter antropometri pada perempuan dewasa menunjukkan variasi yang cukup luas dalam berbagai studi, mencerminkan kompleksitas interaksi biologis yang dipengaruhi oleh faktor geografis, demografis, dan status kesehatan populasi. Penelitian di Benggala Barat, India, melaporkan adanya hubungan positif yang signifikan antara kadar hemoglobin dengan berat badan, tinggi badan, lingkar pinggang, serta rasio pinggang-pinggul pada perempuan usia reproduktif dari kelompok sosial ekonomi rendah. Studi pada orang dewasa non-diabetik di Korea menunjukkan bahwa lingkar pinggang dan IMT merupakan indeks antropometri yang paling kuat berkorelasi dengan kadar hemoglobin terglisikasi, yang mengindikasikan adanya kaitan erat antara status glikemik, komposisi tubuh, dan parameter hematologi. Peningkatan kadar lemak tubuh dapat berdampak terhadap penurunan kadar hemoglobin, yang kemungkinan berkaitan dengan inflamasi kronis ringan dan perubahan dalam metabolisme zat besi. (Acharya et al., 2018; Jo et al., 2024; Sinha & Halder, 2015)

Hubungan antara kadar asam urat dan parameter antropometri pada perempuan dewasa mencerminkan dinamika fisiologis yang kompleks dan dipengaruhi oleh faktor usia, status gizi, serta komposisi tubuh. Pada kelompok usia di bawah 45 tahun, kadar asam urat menunjukkan korelasi positif yang signifikan dengan IMT dan lingkar pinggang, sementara pada perempuan berusia 45 tahun ke atas, korelasi ini meluas mencakup seluruh parameter antropometri, termasuk IMT dan lingkar pinggang. Pola serupa terlihat pada populasi urban, di mana IMT, lingkar pinggang, dan rasio pinggang-pinggul secara konsisten menunjukkan hubungan positif dengan kadar asam urat, dengan kelebihan berat badan dan obesitas secara signifikan meningkatkan risiko terjadinya hiperurisemia. Pada perempuan usia pertengahan, khususnya

rentang 45–55 tahun, lingkaran pinggang tampak sebagai indikator antropometrik yang paling konsisten berkorelasi dengan kadar asam urat, sementara parameter lain seperti rasio pinggang terhadap tinggi badan dan IMT tidak menunjukkan hubungan yang serupa. Korelasi ini juga diamati pada populasi pedesaan, di mana kadar asam urat cenderung meningkat bersamaan dengan peningkatan parameter antropometri dan kehadiran sindrom metabolik. (Mukhopadhyay et al., 2019; Quartey et al., 2020; Rizki et al., 2017)

Korelasi antara profil lipid dan parameter antropometri pada perempuan dewasa menjadi fokus penting dalam kajian metabolik, mengingat peningkatan prevalensi obesitas dan dislipidemia yang berkontribusi terhadap risiko sindrom metabolik dan penyakit kardiovaskular. Berbagai indikator antropometri seperti IMT, lingkaran pinggang (LP), dan rasio pinggang-pinggul telah terbukti memiliki hubungan positif yang signifikan dengan kelainan profil lipid. Distribusi lemak tubuh yang berlebihan, khususnya pada individu dengan obesitas sentral, secara konsisten dikaitkan dengan kadar trigliserida (TG) dan lipoprotein densitas rendah (LDL) yang lebih tinggi, serta penurunan kadar lipoprotein densitas tinggi (HDL). Rasio pinggang-pinggul diidentifikasi sebagai indikator antropometri yang lebih superior dalam memprediksi dislipidemia dibandingkan dengan IMT dan LP, menunjukkan asosiasi yang kuat terhadap parameter lipid. Pada perempuan dengan kondisi hiperandrogenik seperti sindrom ovarium polikistik (*Poly Cystic Ovarian Syndrome/PCOS*), IMT dan LP memperlihatkan hubungan yang bermakna dengan peningkatan kadar TG dan LDL, disertai penurunan HDL, yang mencerminkan gangguan metabolik yang lebih berat. Selain itu, indeks komposit seperti *Index of Central Obesity* (ICE) menunjukkan korelasi tinggi dengan profil lipid dan total lemak tubuh, menandakan potensi penggunaan indeks ini dalam skrining risiko metabolik secara lebih sensitif dan spesifik. (Kiranmayee et al., 2017; Nazar et al., 2024; R & Nambiar, 2017; Rosales-Ricardo et al., 2024)

Kadar glukosa darah memiliki peran yang substansial dalam menentukan status antropometri perempuan dewasa, terutama dalam konteks risiko gangguan metabolik dan kardiovaskular. Parameter antropometri seperti IMT, lingkaran pinggang, dan rasio pinggang-pinggul menunjukkan hubungan yang erat dengan glukosa darah puasa serta kecenderungan terhadap diabetes melitus tipe 2 dan sindrom metabolik lainnya. Di antara berbagai indikator tersebut, lingkaran pinggang tampil sebagai prediktor yang lebih sensitif terhadap kadar glukosa darah dibandingkan IMT, dengan korelasi yang signifikan terhadap glukosa plasma puasa maupun hasil tes toleransi glukosa oral. Hubungan antara kadar glukosa darah dan komposisi tubuh juga ditemukan pada individu dengan berat badan normal, di mana adipositas sentral yang tercermin melalui rasio pinggang-pinggul memiliki keterkaitan yang lebih kuat terhadap

disfungsi glukosa dibandingkan dengan ukuran obesitas umum. (Kaur et al., 2020; Pinheiro et al., 2024; R & Nambiar, 2017; Ramazan Karadogan et al., 2022)

Hasil analisis korelasi dalam penelitian ini memperlihatkan bahwa usia berkorelasi positif dengan lingkar perut, lingkar leher, dan rasio pinggang-pinggul, serta berkorelasi negatif dengan lingkar betis. Pola ini menunjukkan adanya kecenderungan redistribusi lemak tubuh ke area sentral seiring bertambahnya usia. Fenomena ini banyak dijelaskan dalam literatur sebagai bagian dari proses penuaan yang alami, di mana terjadi penurunan massa otot (sarkopenia) dan peningkatan lemak visceral yang secara signifikan meningkatkan risiko sindrom metabolik dan penyakit kardimetabolik. (Ponti et al., 2020) Distribusi lemak yang bergeser ke area trunkal juga diasosiasikan dengan peningkatan risiko inflamasi kronik tingkat rendah dan resistensi insulin. (Briand et al., 2024) Temuan dalam penelitian ini sejalan dengan berbagai studi sebelumnya yang menyoroti pentingnya lingkar pinggang sebagai indikator utama obesitas sentral, khususnya pada kelompok usia lanjut. Studi Longitudinal Kanada tentang Penuaan menyatakan bahwa lingkar pinggang merupakan penanda obesitas yang paling relevan dan memiliki keterkaitan kuat dengan peningkatan penggunaan layanan kesehatan. Namun, kekuatan hubungan tersebut cenderung menurun pada individu usia lanjut. (Andreacchi et al., 2021)

Selain faktor usia, biomarker hematologis seperti hemoglobin menunjukkan korelasi positif terhadap hampir seluruh parameter antropometri, kecuali rasio pinggang-pinggul. Korelasi ini dapat diinterpretasikan sebagai kemungkinan peran hemoglobin dalam menandakan peningkatan massa tubuh, baik dari jaringan adiposa maupun otot. Temuan ini didukung oleh studi yang menunjukkan bahwa kadar hemoglobin yang lebih tinggi dapat berhubungan dengan perubahan struktural dan fungsional jantung pada individu dengan obesitas, bahkan pada mereka tanpa anemia. (Y. Li et al., 2023) Temuan ini diperkuat oleh bukti dari studi populasi besar seperti Taiwan Biobank dan UK Biobank, yang menunjukkan bahwa kadar hemoglobin tinggi secara signifikan berkaitan dengan peningkatan risiko SM, dengan individu dalam desil tertinggi hemoglobin memiliki risiko hingga tiga kali lipat lebih besar dibanding kelompok referensi. (Timoteo et al., 2022) Selain itu, penelitian oleh Tapio et al. (2021) melaporkan bahwa kadar hemoglobin yang masih berada dalam rentang normal pun dapat terkait dengan profil metabolik yang merugikan, yakni peningkatan kadar leptin dan penurunan adiponektin, dua hormon yang berperan penting dalam pengaturan metabolisme energi dan sensitivitas insulin. Leptin yang meningkat mencerminkan adanya resistensi leptin, sementara rendahnya adiponektin memperburuk regulasi glukosa dan lipid. (Tapio et al., 2021)

Kadar gula darah puasa menunjukkan korelasi positif terhadap beberapa parameter antropometri seperti lingkar perut, lengan atas, leher, dan rasio pinggang-pinggul. Hal ini menegaskan keterkaitan antara akumulasi lemak sentral dengan gangguan homeostasis glukosa, yang merupakan salah satu komponen utama sindrom metabolik. Hubungan ini konsisten dengan teori bahwa peningkatan jaringan lemak visceral dapat mengganggu sensitivitas insulin dan meningkatkan produksi glukosa oleh hati. (C.-A. Liu et al., 2023) Penelitian Astuti dan Apriyanti (2023) melaporkan juga korelasi moderat antara lingkar perut dan kadar gula darah puasa pada perempuan muda, yang memperkuat nilai prediktif lingkar perut terhadap risiko diabetes mellitus tipe 2. (Astuti & Apriyanti, 2023) Selain itu, studi oleh Li et al. (2022) pada anak-anak obesitas juga menemukan hubungan positif antara kandungan lemak perut dengan glukosa darah puasa dan resistensi insulin. (J. Q. Li et al., 2022)

Parameter metabolik lain seperti asam urat juga menunjukkan hubungan signifikan dengan sebagian besar parameter antropometri, kecuali lingkar betis dan rasio pinggang-pinggul. Kadar asam urat yang tinggi diketahui berhubungan dengan inflamasi sistemik, stres oksidatif, serta gangguan metabolik seperti resistensi insulin dan hipertensi, menjadikannya sebagai salah satu indikator penting dari sindrom metabolik. (Miller et al., 2023) Hubungan ini didukung dengan Studi oleh Verma et al. menunjukkan bahwa kadar asam urat berhubungan signifikan dengan IMT, lingkar perut, dan rasio pinggang-pinggul pada individu dengan kelebihan berat badan dan obesitas, menegaskan peran lemak visceral sebagai faktor utama dalam perkembangan hiperurisemia dan disfungsi metabolik. (Verma et al., 2021)

Sementara itu, kadar trigliserida menunjukkan korelasi paling kuat terhadap parameter antropometri sentral seperti lingkar perut, leher, dan rasio pinggang-pinggul. Temuan ini menggarisbawahi peran dislipidemia, khususnya hipertrigliseridemia, dalam memperburuk akumulasi lemak visceral dan meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular. Sebaliknya, HDL memiliki korelasi negatif yang bermakna terhadap seluruh parameter antropometri, yang mendukung peran protektifnya dalam metabolisme lemak dan peradangan. Kadar HDL yang rendah secara konsisten dikaitkan dengan peningkatan risiko metabolik, terutama karena perannya dalam transport kolesterol balik dan efek antiinflamasi. (Huang et al., 2023)

4. KESIMPULAN

Biomarker darah seperti hemoglobin, gula darah puasa, asam urat, dan trigliserida tetap berhubungan signifikan dengan ukuran antropometri meskipun faktor usia dikontrol, menegaskan relevansi fisiologisnya terhadap distribusi lemak tubuh pada perempuan dewasa. Trigliserida khususnya menunjukkan peran prediktif penting terhadap obesitas sentral maupun

umum, sehingga dapat dipertimbangkan sebagai indikator awal risiko metabolik. Disarankan agar pemantauan biomarker darah, khususnya trigliserida, menjadi bagian dari skrining rutin kesehatan perempuan dewasa guna deteksi dini risiko obesitas dan komplikasi metabolik, serta sebagai dasar intervensi preventif melalui modifikasi gaya hidup dan terapi medis yang tepat.

DAFTAR REFERENSI

- Acharya, S., Patnaik, M., Mishra, S., & Panigrahi, A. (2018). Correlation of hemoglobin versus body mass index and body fat in young adult female medical students. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 8(9), 1371. <https://doi.org/10.5455/njppp.2018.8.0619912062018>
<https://doi.org/10.5455/njppp.2018.8.0619912062018>
- Alkhatib, B., Orabi, A., Agraib, L. M., & Al-Shami, I. (2024). Metabolic syndrome prediction based on body composition indices. *Journal of the Egyptian Public Health Association*, 99(1), 34. <https://doi.org/10.1186/s42506-024-00181-9>
<https://doi.org/10.1186/s42506-024-00181-9>
- Amiri, M., Mousavi, M., Azizi, F., & Ramezani Tehrani, F. (2023). The relationship of reproductive factors with adiposity and body shape indices changes overtime: findings from a community-based study. *Journal of Translational Medicine*, 21(1), 137. <https://doi.org/10.1186/s12967-023-04000-1>
<https://doi.org/10.1186/s12967-023-04000-1>
- Andreacchi, A. T., Griffith, L. E., Guindon, G. E., Mayhew, A., Bassim, C., Pigeyre, M., Stranges, S., & Anderson, L. N. (2021). Body mass index, waist circumference, waist-to-hip ratio, and body fat in relation to health care use in the Canadian Longitudinal Study on Aging. *International Journal of Obesity*, 45(3), 666-676. <https://doi.org/10.1038/s41366-020-00731-z>
<https://doi.org/10.1038/s41366-020-00731-z>
- Astuti, S. C. D., & Apriyanti, Y. P. (2023). Abdominal Circumference as A Predictor of Type II Diabetes Mellitus in Young Women. *Jurnal Info Kesehatan*. <https://doi.org/10.31965/infokes.vol21.iss1.878>
<https://doi.org/10.31965/infokes.Vol21.Iss1.878>
- Awoke, M. A., Wycherley, T. P., Earnest, A., Skouteris, H., & Moran, L. J. (2022). The Profiling of Diet and Physical Activity in Reproductive Age Women and Their Association with Body Mass Index. *Nutrients*, 14(13). <https://doi.org/10.3390/nu14132607>
<https://doi.org/10.3390/nu14132607>
- Briand, M., Raffin, J., Gonzalez-Bautista, E., Ritz, P., Abellan Van Kan, G., Pillard, F., Faruch-Bilfeld, M., Guyonnet, S., Dray, C., Vellas, B., de Souto Barreto, P., & Rolland, Y. (2024). Body composition and aging: cross-sectional results from the INSPIRE study in people 20 to 93 years old. *GeroScience*, 47(1), 863-875. <https://doi.org/10.1007/s11357-024-01245-6>
<https://doi.org/10.1007/s11357-024-01245-6>

- de Cuevillas, B., Alvarez-Alvarez, I., Riezu-Boj, J. I., Navas-Carretero, S., & Martinez, J. A. (2021). The hypertriglyceridemic-waist phenotype as a valuable and integrative mirror of metabolic syndrome traits. *Scientific Reports*, 11(1), 21859. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01343-x>
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-01343-x>
- Huang, B., DePaolo, J., Judy, R. L., Shakt, G., Witschey, W. R., Levin, M. G., & Gershuni, V. M. (2023). Relationships between body fat distribution and metabolic syndrome traits and outcomes: A mendelian randomization study. *PLOS ONE*, 18(10), e0293017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293017>
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293017>
- Jabczyk, M., Nowak, J., Jagielski, P., Hudzik, B., Borszcz, J., & Zubelewicz-Szkodzińska, B. (2024). Interplay between lipid profile and anthropometric measures as indicators of cardiometabolic risk in women with polycystic ovary syndrome. *Frontiers in Endocrinology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1398017>
<https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1398017>
- Jo, S., Ham, W., & Park, S. (2024). Correlation between anthropometric indices, blood fat composition and glycated hemoglobin levels in Korean nondiabetic adults. *Society for Standards Certification and Safety*, 14(3), 109-121. <https://doi.org/10.34139/JSCS.2024.14.3.109>
<https://doi.org/10.34139/JSCS.2024.14.3.109>
- Kaur, K., Kaur, D. H., Bains, D. K., & Brar, D. J. K. (2020). A study of anthropometric profile of diabetic and non-diabetic women. *International Journal of Chemical Studies*, 8(5), 2174-2178. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i5ad.10626>
<https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i5ad.10626>
- Kiranmayee, D., Kavya, K., Himabindu, Y., Sriharibabu, M., Madhuri, G. J., & Venu, S. (2017). Correlations between anthropometry and lipid profile in women with PCOS. *Journal of Human Reproductive Sciences*, 10(3), 167. https://doi.org/10.4103/jhrs.JHRS_108_16
https://doi.org/10.4103/jhrs.JHRS_108_16
- Kobayashi, G., Shinozaki, T., Okada, H., Nakajima, H., Hashimoto, Y., Hamaguchi, M., Kurogi, K., Murata, H., Yoshida, N., Ito, M., Ohkuma, T., Horiguchi, G., Teramukai, S., & Fukui, M. (2024). Associations between anthropometric indices as complementary predictors and incidence of type 2 diabetes; Panasonic Cohort Study 21. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 217, 111888. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2024.111888>
<https://doi.org/10.1016/j.diabres.2024.111888>
- Lampignano, L., Zupo, R., Donghia, R., Guerra, V., Castellana, F., Murro, I., Di Noia, C., Sardone, R., Giannelli, G., & De Pergola, G. (2020). Cross-sectional relationship among different anthropometric parameters and cardio-metabolic risk factors in a cohort of patients with overweight or obesity. *PLOS ONE*, 15(11), e0241841. <https://doi.org/10.3389/journal.pone.0241841>
<https://doi.org/10.3389/journal.pone.0241841>

- Li, J. Q., Wang, X., Peng, L., Yan, W., Liu, Q. Q., & Li, X. (2022). The correlations of abdominal adipose tissue with anthropometric and metabolic parameters in obese children by magnetic resonance imaging. *60*(8), 798-803. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112140-20220129-00099>
- Li, Y., Gui, J., Liu, H., Guo, L., Li, J., Lei, Y., Li, X., Sun, L., Yang, L., Yuan, T., Wang, C., Zhang, D., Wei, H., Li, J., Liu, M., Hua, Y., & Zhang, L. (2023). Predicting metabolic syndrome by obesity- and lipid-related indices in mid-aged and elderly Chinese: a population-based cross-sectional study. *Frontiers in Endocrinology*, *14*. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1201132>
<https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1201132>
- Liu, C.-A., Liu, T., Ruan, G., Ge, Y.-Z., Song, M.-M., Xie, H.-L., Lin, S.-Q., Deng, L., Zhang, H.-Y., Zhang, Q., & Shi, H. (2023). The relationship between fat distribution in central region and comorbidities in obese people: Based on NHANES 2011-2018. *Frontiers in Endocrinology*, *14*. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1114963>
<https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1114963>
- Liu, J., Zhang, Y., Lavie, C. J., & Moran, A. E. (2022). Trends in Metabolic Phenotypes According to Body Mass Index Among US Adults, 1999-2018. *Mayo Clinic Proceedings*, *97*(9), 1664-1679. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2022.02.013>
<https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2022.02.013>
- Miller, E., Janssen, I., & Ross, R. (2023). Changes In Body Composition In Relation To The Metabolic Syndrome: A Compositional Data Analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *55*(9S), 640-640. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000985776.55853.b9>
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000985776.55853.b9>
- Mukhopadhyay, P., Ghosh, S., Pandit, K., Chatterjee, P., Majhi, B., & Chowdhury, S. (2019). Uric acid and its correlation with various metabolic parameters: A population-based study. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, *23*(1), 134. https://doi.org/10.4103/ijem.IJEM_18_19
https://doi.org/10.4103/ijem.IJEM_18_19
- Nazar, A. D., Lipoeto, N. I., Fahmida, U., & Rita, R. S. (2024). Relationship of Body Fat Distribution and Anthropometric Status with Lipid Profiles in Ethnic Minang Adult Women. *The Open Public Health Journal*, *17*(1). <https://doi.org/10.2174/0118749445353029241030111530>
<https://doi.org/10.2174/0118749445353029241030111530>
- Park, J.-S., Byun, Y.-H., & Kim, S. (2025). Predictive Diagnostic Power of Anthropometric Indicators for Metabolic Syndrome: A Comparative Study in Korean Adults. *Journal of Clinical Medicine*, *14*(2), 448. <https://doi.org/10.3390/jcm14020448>
<https://doi.org/10.3390/jcm14020448>
- Pinheiro, T. D. D. P., da Silva, B., Mayer, M. S., Salazar, R. F. dos S., Parisi, M. M., & Azzolin, G. B. (2024). Plasma atherogenic index and triglyceride-glucose index for identifying the cardiovascular risk in women with normal biochemical and anthropometric parameters. *Revista Contexto & Saúde*, *24*(48), e13579. <https://doi.org/10.21527/2176-7114.2024.48.13579>
<https://doi.org/10.21527/2176-7114.2024.48.13579>

- Ponti, F., Santoro, A., Mercatelli, D., Gasperini, C., Conte, M., Martucci, M., Sangiorgi, L., Franceschi, C., & Bazzocchi, A. (2020). Aging and Imaging Assessment of Body Composition: From Fat to Facts. *Frontiers in Endocrinology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00861>
<https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00861>
- Quartey, P., Owusu, B. A., Marfo, L., & Appiah, E. (2020). Relationship between uric acid, blood pressure and anthropometric indices in a healthy Ghanaian adult population. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 8(12), 4185. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20205286>
<https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20205286>
- R, R., & Nambiar, S. (2017). Correlation of anthropometric indices with lipid profile in adult females. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 1. <https://doi.org/10.5455/njppp.2018.8.1042004112017>
<https://doi.org/10.5455/njppp.2018.8.1042004112017>
- Ramazan Karadogan, S., Canbolat, E., & Pinar Cakiroglu, F. (2022). The effect of obesity on metabolic parameters: a cross sectional study in adult women. *African Health Sciences*, 22(4), 241-251. <https://doi.org/10.4314/ahs.v22i4.29>
<https://doi.org/10.4314/ahs.v22i4.29>
- Rizki, M. U., Probosari, E., & Nissa, C. (2017). HUBUNGAN LINGKAR PINGGANG, RASIO LINGKAR PINGGANG TERHADAP TINGGI BADAN DAN INDEKS MASSA TUBUH DENGAN KADAR ASAM URAT PEREMPUAN USIA 45-55 TAHUN. *Journal of Nutrition College*, 6(4), 357. <https://doi.org/10.14710/jnc.v6i4.18788>
<https://doi.org/10.14710/jnc.v6i4.18788>
- Rosales-Ricardo, Y., Caiza-Ruiz, V., & Álvarez-Carrión, S. (2024). Anthropometric indicators and their relationship with body fat in obese women. *Bionatura Journal*, 9(1), 1-11. <https://doi.org/10.21931/RB/2024.09.01.3>
<https://doi.org/10.21931/RB/2024.09.01.3>
- Rustika, R., Driyah, S., Oemiati, R., & Hartati, N. S. (2019). Prediktor Sindrom Metabolik: Studi Kohor Prospektif Selama Enam Tahun di Bogor, Indonesia. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 29(3), 215-224. <https://doi.org/10.22435/mpk.v29i3.654>
<https://doi.org/10.22435/mpk.v29i3.654>
- Shi, J., Chen, Z., & Zhang, Y. (2024). Associations between body fat anthropometric indices and mortality among individuals with metabolic syndrome. *Lipids in Health and Disease*, 23(1), 306. <https://doi.org/10.1186/s12944-024-02272-0>
<https://doi.org/10.1186/s12944-024-02272-0>
- Sinha, N. K., & Haldar, J. P. (2015). Correlation between Haemoglobin Level and Anthropometric Variables: A Study on Women of Reproductive Age Group, West Bengal. *The Anthropologist*, 19(1), 185-192. <https://doi.org/10.1080/09720073.2015.11891653>
<https://doi.org/10.1080/09720073.2015.11891653>

- Stevens, V. L., Carter, B. D., McCullough, M. L., Campbell, P. T., & Wang, Y. (2020). Metabolomic Profiles Associated with BMI, Waist Circumference, and Diabetes and Inflammation Biomarkers in Women. *Obesity*, 28(1), 187-196. <https://doi.org/10.1002/oby.22670>
<https://doi.org/10.1002/oby.22670>
- Tabary, M., Cheraghian, B., Mohammadi, Z., Rahimi, Z., Naderian, M. R., Danehchin, L., Paridar, Y., Abolnejadian, F., Noori, M., Mard, S. A., Masoudi, S., Araghi, F., Shayesteh, A. A., & Poustchi, H. (2021). Association of anthropometric indices with cardiovascular disease risk factors among adults: a study in Iran. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 20(4), 358-366. <https://doi.org/10.1093/eurjcn/zvaa007>
<https://doi.org/10.1093/eurjcn/zvaa007>
- Tapio, J., Vähäniikkilä, H., Kesäniemi, Y. A., Ukkola, O., & Koivunen, P. (2021). Higher hemoglobin levels are an independent risk factor for adverse metabolism and higher mortality in a 20-year follow-up. *Scientific Reports*, 11(1), 19936. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99217-9>
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-99217-9>
- Timoteo, V. J., Chiang, K.-M., & Pan, W.-H. (2022). Positive or U-Shaped Association of Elevated Hemoglobin Concentration Levels with Metabolic Syndrome and Metabolic Components: Findings from Taiwan Biobank and UK Biobank. *Nutrients*, 14(19), 4007. <https://doi.org/10.3390/nu14194007>
<https://doi.org/10.3390/nu14194007>
- Toselli, S., Grigoletto, A., Zaccagni, L., Rinaldo, N., Badicu, G., Grosz, W. R., & Campa, F. (2021). Body image perception and body composition in early adolescents: a longitudinal study of an Italian cohort. *BMC Public Health*, 21(1), 1381. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11458-5>
<https://doi.org/10.1186/s12889-021-11458-5>
- Verma, S., Verma, N., & Tiwari, S. (2021). Association and Sensitivity of Serum Uric Acid Levels with Certain Anthropometric Parameters in Overweight and Obese Subjects. *International Journal of Health Sciences and Research*, 11(3), 198-204. https://www.ijhsr.org/IJHSR_Vol.11_Issue.3_March2021/IJHSR031.pdf
- Zhao, Y., Gong, J., Ji, Y., Zhao, X., He, L., Cai, S., & Yan, X. (2023). Cross-sectional study of characteristics of body composition of 24,845 children and adolescents aged 3-17 years in Suzhou. *BMC Pediatrics*, 23(1), 358. <https://doi.org/10.1186/s12887-023-04134-7>
<https://doi.org/10.1186/s12887-023-04134-7>