

Korelasi Komposisi Tubuh dan Antropometri dengan Tekanan Darah, Gula Darah Puasa, dan Profil Lipid Perempuan di Kota Salatiga

Correlation of Body Composition and Anthropometry with Blood Pressure, Fasting Blood Sugar, and Lipid Profile of Women in Salatiga City

Julia Herdiman^{1*}, Alexander Halim Santoso², Bryan Anna Wijaya³

¹Bagian Ilmu Kebidanan dan Kandungan, ²Bagian Gizi, ³Mahasiswa Program Studi Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara Jakarta, Indonesia

Kata Kunci :

Adipositas sentral, Antropometri, Glukosa darah puasa, Komposisi tubuh, Profil lipid

ABSTRAK

Latar Belakang: Komposisi tubuh dan distribusi adipositas memiliki peran penting dalam regulasi metabolik pada perempuan dewasa, namun asosiasi diferensial antara parameter antropometri dengan kendali tekanan darah, glukosa, dan lipid belum sepenuhnya tereksplorasi di level komunitas. **Tujuan:** Menganalisis korelasi antara komposisi tubuh dan antropometri dengan tekanan darah, homeostasis gula darah, dan profil lipid pada perempuan dewasa di Salatiga. **Metode:** Penelitian potong lintang melibatkan 51 perempuan dewasa dengan rata-rata usia 41,65 tahun. Pengukuran meliputi antropometri (indeks massa tubuh, lingkar perut, lingkar panggul), analisis komposisi tubuh (lemak subkutan regional, massa otot rangka segmental), dan parameter biokimia (glukosa darah puasa, profil lipid, tekanan darah). Analisis korelasi Spearman digunakan untuk evaluasi hubungan antar variabel. **Hasil:** Adipositas sentral menunjukkan korelasi positif dengan glukosa darah puasa dan trigliserida, serta korelasi negatif dengan HDL kolesterol. Massa otot rangka tubuh utama menunjukkan korelasi negatif signifikan dengan dysglycemia. Namun, asosiasi antara parameter komposisi tubuh dengan tekanan darah tetap lemah dan tidak signifikan, mengindikasikan regulasi tekanan darah dipengaruhi mekanisme independen. **Kesimpulan:** Adipositas sentral dan massa otot rangka memiliki peran regulatif diferensial dalam kendali metabolik glukosa dan lipid, sementara tekanan darah diregulasi melalui mekanisme multi-sistem. Penelitian longitudinal dengan detailed mechanistic assessment sangat direkomendasikan untuk elucidasi lebih lanjut.

Keyword:

Adiposity, Anthropometry, Body composition, Fasting blood glucose, Lipid profile

ABSTRACT

Background: Body composition and adiposity distribution play important roles in metabolic regulation among adult women; however, the differential associations between anthropometric parameters and blood pressure, glucose, and lipid control remain incompletely explored at the community level. **Objective:** To analyze the correlation between body composition and anthropometric parameters with indicators of blood pressure control, glucose homeostasis, and lipoprotein profile in adult women in Salatiga. **Methods:** A cross-sectional study involving 51 adult women with mean age 41.65 years. Measurements included anthropometry (body mass index, waist circumference, hip circumference), body composition analysis (regional subcutaneous adiposity, segmental skeletal muscle mass), and biochemical parameters (fasting blood glucose, lipid profile, blood pressure). Spearman correlation analysis was used to evaluate relationships among variables. **Results:** Central adiposity demonstrated positive correlations with fasting blood glucose and triglycerides, and negative correlation with HDL cholesterol. Truncal skeletal muscle mass showed significant negative correlation with dysglycemia. Conversely, associations between body composition parameters and blood pressure remained weak and non-significant, indicating that blood pressure regulation is influenced by mechanisms independent of adiposity changes alone. **Conclusion:** Central adiposity and skeletal muscle mass have differential regulatory roles in glucose and lipid metabolic control, while blood pressure is regulated through multi-system mechanisms. Longitudinal research

with detailed mechanistic assessment is strongly recommended for further elucidation of these complex relationships and for development of individualized risk prediction strategies in community settings.

Copyright © 2026 JKBD
Allrights reserved

Corresponding Author:

Julia Herdman

Email: juliah@fk.untar.ac.id

Article history

Received date : 21 Desember 2025

Revised date : 6 Januari 2026

Accepted date : 14 Februari 2026

PENDAHULUAN

Perubahan komposisi tubuh pada perempuan dewasa merupakan aspek kunci dalam perkembangan gangguan metabolik yang berkontribusi terhadap meningkatnya risiko penyakit kardiovaskular. Peningkatan adipositas, terutama pada area abdominal, serta penurunan massa otot yang terjadi seiring pertambahan usia menyebabkan perubahan signifikan dalam regulasi glukosa, lipid, dan tekanan darah. Jaringan adiposa yang berlebih menghasilkan mediator inflamasi dan asam lemak bebas yang memengaruhi sensitivitas insulin, metabolisme lipoprotein, serta respons vaskular. Kondisi ini menjadikan parameter komposisi tubuh dan antropometri bukan hanya indikator status nutrisi, tetapi juga marker penting untuk mendeteksi dini disfungsi metabolik. (Manrique-Acevedo et al., 2020; Pararasa et al., 2015; Stamm et al., 2022, 2022)

Perempuan pada rentang usia dewasa awal hingga paruh baya berada pada fase kehidupan yang ditandai oleh pergeseran fisiologis dan hormonal yang dapat memengaruhi distribusi lemak dan metabolisme tubuh. Meskipun perubahan tersebut sering kali belum menimbulkan gejala klinis, gangguan regulasi glukosa, profil lipid, serta tekanan darah dapat mulai muncul sebagai manifestasi awal risiko kardiometabolik. Oleh karena itu, identifikasi faktor-faktor tubuh yang berpengaruh terhadap parameter metabolik menjadi penting untuk mendukung upaya pencegahan dan skrining dini pada kelompok ini. (Gould et al., 2022; Moreira et al., 2022; Stamm et al., 2022)

Berbagai laporan epidemiologi global menunjukkan peningkatan signifikan beban penyakit kardiometabolik dalam tiga dekade terakhir, sehingga menegaskan urgensi penelitian yang berfokus pada determinan biologis dan antropometrik dalam regulasi tekanan darah, glukosa, dan profil lipid. Pada tahun 2024, diperkirakan 1,28 miliar orang dewasa berusia

30–79 tahun hidup dengan hipertensi, dengan prevalensi global mencapai 33% pada 2019, hampir dua kali lipat dibandingkan tahun 1990. Tren peningkatan serupa terlihat pada diabetes mellitus, di mana beban *Disability-Adjusted Life Years* (DALYs) mencapai 8,1 juta pada 2021, mencerminkan lonjakan sebesar 216,6% sejak 1990 dan menandakan dampak metabolik yang semakin meluas. Dislipidemia pun tetap menjadi salah satu komponen utama sindrom kardiometabolik, dengan laporan global menunjukkan bahwa satu dari tiga orang dewasa mengalami hiperkolesterolemia, sementara prevalensi dislipidemia secara keseluruhan berada pada kisaran 60–65,68%. Lebih rinci, berbagai bentuk abnormalitas lipid—termasuk kolesterol total meningkat (34,7–38,6%), trigliserida tinggi (43–52,7%), LDL-C meningkat (34,4–41%), dan HDL-C rendah (43,4–50%) terdistribusi luas di populasi dan menunjukkan pola risiko yang semakin kompleks. (Ballena-Cacedo et al., 2025; Hashempour et al., 2025; Kario et al., 2024; Nina et al., 2023; Ong et al., 2023; Pappan et al., 2024)

Pengukuran antropometri sederhana seperti lingkar perut, lingkar panggul, dan indeks massa tubuh (IMT) telah lama digunakan sebagai prediktor risiko metabolik, namun karakteristik tersebut tidak sepenuhnya menggambarkan perubahan kualitas jaringan tubuh. Analisis komposisi tubuh yang lebih detail, termasuk distribusi lemak subkutan dan massa otot rangka, memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai dinamika metabolik yang mendasari terjadinya disfungsi glikemik dan dislipidemia. Pada perempuan, proporsi lemak yang cenderung lebih tinggi pada ekstremitas serta perubahan massa otot dapat menghasilkan pola hubungan yang berbeda dibandingkan populasi laki-laki, sehingga penting untuk dievaluasi secara spesifik. (Alkhatib et al., 2024; Liu et al., 2024; Miller et al., 2023; Unrein et al., 2025)

Meskipun sejumlah penelitian telah menilai hubungan antara komposisi tubuh dan

risiko metabolik, temuan yang tersedia umumnya berfokus pada populasi usia lanjut atau populasi dengan status penyakit tertentu. Data pada perempuan dewasa sehat, khususnya di tingkat komunitas, masih terbatas, padahal kelompok ini merupakan sasaran strategis dalam pencegahan penyakit kardiometabolik. Perbedaan gaya hidup, pola aktivitas, serta latar sosial ekonomi di berbagai wilayah Indonesia juga berpotensi menghasilkan variasi karakteristik metabolik yang penting untuk dipahami. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antara komposisi tubuh dan parameter antropometri dengan tekanan darah, kadar glukosa darah puasa, serta profil lipid pada perempuan dewasa di Salatiga. Dengan menganalisis pola korelasi secara komprehensif, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran lebih jelas mengenai faktor tubuh yang berkontribusi terhadap dinamika metabolik dan dapat digunakan sebagai dasar pengembangan strategi skrining risiko kardiometabolik di tingkat komunitas.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dengan rancangan potong lintang (*cross-sectional study*) yang bertujuan untuk mengevaluasi hubungan antara komposisi tubuh dan parameter antropometri dengan tekanan darah, kadar glukosa darah, serta profil lipid pada perempuan dewasa di wilayah Kota Salatiga. Desain potong lintang dipilih karena memungkinkan peneliti menilai korelasi antarvariabel pada satu waktu pengukuran, sehingga efisien dalam menggambarkan kondisi kesehatan metabolik masyarakat setempat. Penelitian dilaksanakan selama periode Juli hingga Desember 2025, mencakup tahap persiapan, rekrutmen peserta, pengumpulan data lapangan, serta analisis laboratorium dan statistik.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh perempuan dewasa yang berdomisili di Kota Salatiga. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling*, mempertimbangkan keterwakilan wilayah administratif serta kemudahan akses lokasi pengukuran. Kriteria inklusi meliputi perempuan berusia 20–65 tahun, berdomisili di Kota Salatiga selama minimal enam bulan terakhir, bersedia berpartisipasi melalui pengisian *informed consent*, serta dalam kondisi sehat secara umum saat pemeriksaan. Kriteria eksklusi mencakup perempuan hamil atau menyusui, individu

dengan riwayat penyakit kronik berat seperti gagal ginjal, penyakit jantung, atau kanker, penggunaan obat yang dapat memengaruhi metabolisme (misalnya steroid atau antihipertensi tertentu), serta peserta yang menolak pengambilan darah vena.

Pengukuran komposisi tubuh dan antropometri dilakukan menggunakan instrumen standar yang telah dikalibrasi. Berat badan dan parameter komposisi tubuh, termasuk persentase lemak tubuh, massa bebas lemak, dan lemak visceral diukur menggunakan alat OMRON HBF-370 *Body Composition Monitor*. Tinggi badan diukur menggunakan *microtoise* GEA dalam posisi tegak tanpa alas kaki. Nilai-nilai tersebut digunakan untuk menghitung indeks antropometri seperti *Body Mass Index* (BMI). Pengukuran tekanan darah dilakukan dengan tensimeter digital OMRON setelah peserta beristirahat minimal lima menit dalam posisi duduk.

Pengukuran parameter biokimia darah dilakukan melalui pengambilan sampel darah vena oleh tenaga medis terlatih. Kadar glukosa darah puasa diperiksa menggunakan alat Fora 6in1 *Glucose Strip*, sedangkan profil lipid yang meliputi trigliserida, kolesterol total, HDL, dan LDL diperiksa menggunakan alat NESCO *Lipid Panel* yang telah divalidasi untuk pemeriksaan lapangan. Seluruh alat dioperasikan sesuai *standard operating procedure* (SOP) dan dikalibrasi sebelum digunakan untuk menjamin keakuratan hasil.

Data yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisis secara statistik. Analisis deskriptif dilakukan untuk menggambarkan karakteristik subjek penelitian, meliputi rerata, simpangan baku, serta distribusi frekuensi setiap variabel. Uji normalitas data dilakukan menggunakan uji Shapiro–Wilk untuk menentukan jenis uji korelasi yang sesuai. Hubungan antara komposisi tubuh, indeks antropometri, tekanan darah, glukosa darah, dan profil lipid dianalisis menggunakan uji korelasi Pearson untuk data berdistribusi normal, dan uji korelasi Spearman untuk data non-parametrik. Nilai $p < 0,05$ dianggap bermakna secara statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menyajikan karakteristik dasar responden yang terdiri atas 51 perempuan (100%) dengan rata-rata usia $41,65 \pm 6,99$ tahun dan rentang 25 hingga 54 tahun. Komposisi ini menunjukkan bahwa populasi penelitian berada

pada kelompok dewasa awal hingga paruh baya, yaitu fase kehidupan di mana perubahan metabolik dan komposisi tubuh mulai menjadi indikator penting dalam penilaian risiko kardiometabolik.

Dari parameter antropometri, berat badan rata-rata $62,46 \pm 11,69$ kg dan tinggi badan $154,54 \pm 6,61$ cm, menghasilkan indeks massa tubuh (IMT) $26,99 \pm 5,73$ kg/m², yang secara umum termasuk dalam kategori overweight menurut klasifikasi WHO untuk populasi Asia. Nilai lingkar perut $89,65 \pm 13,78$ cm dan lingkar panggul $100,31 \pm 9,84$ cm mengindikasikan adanya kecenderungan distribusi lemak sentral, yang berpotensi berhubungan dengan peningkatan risiko sindrom metabolik.

Komposisi lemak tubuh menunjukkan bahwa total lemak subkutan rata-rata $28,80 \pm 8,09\%$, dengan distribusi tertinggi pada lengan ($41,39 \pm 9,57\%$) dan kaki ($38,83 \pm 8,73\%$), sementara lemak subkutan utama sebesar $25,35 \pm 7,24\%$. Distribusi ini konsisten dengan karakteristik morfologi wanita dewasa yang cenderung memiliki dominasi penyimpanan lemak pada ekstremitas.

Dari sisi massa otot, rata-rata otot rangka seluruh tubuh $25,23 \pm 4,66\%$, dengan proporsi otot tubuh utama $18,77 \pm 4,31\%$, otot lengan $27,08 \pm 6,13\%$, dan otot kaki $38,19 \pm 5,03\%$. Proporsi ini menunjukkan preservasi massa otot ekstremitas bawah yang relatif baik, menggambarkan aktivitas fungsional yang masih terjaga di populasi ini.

Parameter biokimia menunjukkan rata-rata kadar glukosa darah puasa $91,73 \pm 30,30$ mg/dL, dengan rentang luas (69–268 mg/dL), menandakan adanya variasi metabolik yang mungkin mencakup individu dengan resistensi insulin atau gangguan toleransi glukosa. Sementara itu, tekanan darah sistolik rata-rata $126,9 \pm 15,84$ mmHg dan diastolik $81,33 \pm 15,12$ mmHg, keduanya masih berada pada batas atas normal, namun menunjukkan potensi kecenderungan prehipertensi pada sebagian responden.

Tabel 1. Karakteristik Responden

Parameter	N (%)	Rerata (SD)	Med (Min – Max)
Usia (tahun)	51 (100%)	41,65 (6,99)	42 (25 – 54)
Jenis Kelamin			
• Perempuan	51 (100%)		
Berat Badan (Kg)		62,46 (11,69)	63,70 (43,6 – 94,4)
Tinggi Badan (Cm)		154,54 (6,61)	153,00 (145 – 173)
Indeks Massa Tubuh (Kg/m ²)		26,99 (5,73)	26,40 (17,0 – 39,9)
Lingkar perut (Cm)		89,65 (13,78)	88,00 (73 – 158)
Lingkar panggul (Cm)		100,31 (9,84)	100,00 (80 – 127)
Total Lemak Subkutan		28,80 (8,09)	28,40 (15,0 – 63,7)

(%)		
Lemak Subkutan	25,35 (7,24)	24,90 (13 – 53,6)
Utama (%)		
Lemak Subkutan	41,39 (9,57)	42,90 (20 – 58,1)
Lengan (%)		
Lemak Subkutan Kaki	38,83 (8,73)	39,10 (20,1 – 58,4)
(%)		
Otot Rangka Seluruh	25,23 (4,66)	24,40 (20,8 – 45,1)
Tubuh (%)		
Otot Rangka Tubuh	18,77 (4,31)	17,70 (13,5 – 39,4)
Utama (%)		
Otot Rangka Lengan	27,08 (6,13)	26,10 (15,8 – 36,9)
(%)		
Otot Rangka Kaki (%)	38,19 (5,03)	37,10 (19,6 – 48,8)
Kadar Gula Darah	91,73 (30,30)	85,00 (69 – 268)
Puasa (mg/dL)		
Tekanan Darah	126,9 (15,84)	127,00 (96 – 162)
Sistolik (mmHg)		
Tekanan Darah	81,33 (15,12)	81,00 (50 – 123)
Diastolik (mmHg)		
Kadar Kolesterol Total	208,22 (28,94)	205,00 (142–277)
(mg/dL)		
Kadar HDL (mg/dL)	50,24 (15,92)	50,00 (22–95)
Kadar LDL (mg/dL)	125,18 (26,89)	128,00 (57–174)
Kadar Triglisierida	150,86 (70,93)	146,00 (45–354)
(mg/dL)		

Hasil analisis korelasi Spearman yang divisualisasikan dalam heatmap menunjukkan pola hubungan kompleks antara parameter komposisi tubuh dengan indikator metabolik, termasuk tekanan darah, kadar gula darah, serta profil lipid (kolesterol total, triglisierida, HDL, dan LDL).

Secara umum, tampak bahwa parameter adipositas seperti lemak tubuh total, lemak visceral, lingkar perut, dan indeks massa tubuh (IMT) memiliki korelasi positif dengan kadar gula darah ($r \approx 0,26-0,35$). Hubungan ini mengindikasikan bahwa peningkatan massa lemak, khususnya lemak visceral, berkontribusi terhadap penurunan sensitivitas insulin dan peningkatan glukosa darah puasa.

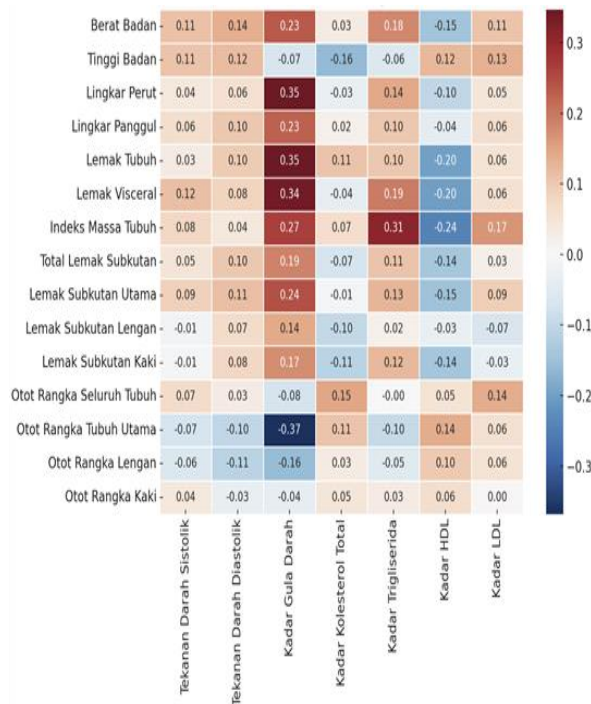
Sebaliknya, massa otot rangka, terutama *otot rangka tubuh utama*, menunjukkan korelasi negatif moderat dengan kadar gula darah ($r = -0,37$). Hal ini mencerminkan bahwa individu dengan proporsi otot lebih tinggi cenderung memiliki kendali glikemik yang lebih baik, sejalan dengan peran otot sebagai jaringan utama dalam pemanfaatan glukosa perifer melalui mekanisme insulin-dependent uptake.

Pada komponen lipid, IMT dan lemak visceral berkorelasi positif dengan kadar triglisierida (r hingga 0,31) dan negatif dengan kadar HDL (r hingga -0,24), menggambarkan pola dislipidemia aterogenik yang umum dijumpai pada individu dengan obesitas sentral.

Korelasi positif antara massa lemak dengan LDL juga ditemukan meskipun lemah, mendukung hipotesis bahwa distribusi lemak tubuh turut memengaruhi metabolisme lipoprotein.

Hubungan antara parameter antropometri dan tekanan darah relatif lemah ($r < 0.15$), menunjukkan bahwa pada populasi ini, peningkatan tekanan darah belum sepenuhnya dimediasi oleh perubahan komposisi tubuh.

Gambar 1



Gambar 1. Heatmap Korelasi Komposisi Tubuh dan Antropometri dalam Kendali Tekanan Darah, Gula, dan Lipid

Korelasi positif antara IMT, lingkar perut, total lemak tubuh, dan lemak visceral dengan kadar glukosa darah puasa menunjukkan bahwa peningkatan adipositas sentral berperan penting dalam disfungsi kendali glikemik. Akumulasi lemak pada jaringan abdominal meningkatkan pelepasan asam lemak bebas dan mediator inflamasi yang mengganggu respons sel terhadap insulin. Mekanisme tersebut menyebabkan peningkatan produksi glukosa oleh hati serta penurunan ambilan glukosa oleh jaringan perifer, sehingga memunculkan variasi glukosa darah yang cukup lebar pada populasi ini (Mohammad et al., 2023; Qin et al., 2023; Sun et al., 2019).

Sebaliknya, massa otot rangka menunjukkan hubungan negatif dengan kadar glukosa darah, menandakan perannya sebagai faktor protektif terhadap gangguan metabolik. Jaringan otot merupakan organ yang berperan besar dalam konsumsi glukosa melalui peningkatan sensitivitas insulin dan aktivasi transporter glukosa. Individu dengan proporsi

massa otot lebih tinggi memiliki kapasitas oksidatif yang lebih baik, yang memungkinkan pemanfaatan glukosa secara lebih efektif. Penurunan massa otot yang sering terjadi seiring bertambahnya usia, terutama pada perempuan, dapat memperburuk kendali metabolik dan meningkatkan risiko hiperglikemia. (Cho & Kim, 2019; Dirks, 2022; Park et al., 2023)

Pada profil lipid, hasil korelasi memperlihatkan pola dislipidemia aterogenik yang umumnya terkait dengan adipositas sentral. Peningkatan IMT dan lemak visceral berhubungan dengan tingginya kadar trigliserida dan rendahnya kadar HDL, mencerminkan perubahan metabolisme lipoprotein akibat peningkatan aliran asam lemak menuju hati. Proses ini meningkatkan produksi VLDL dan mempercepat pembentukan HDL kecil yang mudah mengalami degradasi. Walaupun hubungan antara adipositas dan LDL tidak terlalu kuat, perubahan distribusi lemak tubuh tetap berpotensi menggeser karakter LDL menjadi lebih aterogenik. Kondisi tersebut memperkuat pemahaman bahwa peningkatan lemak sentral berperan dalam perkembangan dislipidemia meskipun belum menimbulkan perubahan signifikan pada kadar tekanan darah. (Bell et al., 2022; Islam et al., 2024; Klop et al., 2013; Mooradian et al., 2008)

Hubungan yang lebih lemah antara komposisi tubuh dan tekanan darah pada populasi ini mencerminkan bahwa regulasi tekanan darah dipengaruhi oleh mekanisme yang jauh lebih kompleks daripada regulasi glukosa dan lipid. Tekanan darah ditentukan oleh interaksi sistem saraf simpatis, aktivitas renin–angiotensin–aldosteron, fungsi endotel, serta faktor perilaku seperti asupan natrium, stres, dan pola tidur, sehingga kontribusi perubahan komposisi tubuh dapat tertutupi ketika variabilitas tekanan darah dalam populasi relatif sempit. Pada perempuan usia produktif, keberadaan estrogen turut mempertahankan vasodilatasi melalui peningkatan produksi nitric oxide serta menekan resistensi vaskular, sehingga dampak adipositas terhadap tekanan darah dapat berkurang. Sebaliknya, perubahan komposisi tubuh, khususnya peningkatan massa lemak visceral memengaruhi homeostasis glukosa dan metabolisme lipid melalui penurunan sensitivitas insulin, peningkatan lipolisis, serta perubahan sekresi adipokin yang mengganggu jalur metabolik hepatic dan perifer. (Semianiv et al., 2023; Syme et al., 2009; Yu et al., 2023; Zhao et al., 2022)

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan dalam menafsirkan hubungan antara komposisi tubuh, parameter antropometri, dan indikator metabolik pada perempuan di Kota Salatiga. Penggunaan desain potong lintang membatasi kemampuan untuk menentukan arah kausal, sehingga tidak dapat dipastikan apakah peningkatan adipositas memicu perubahan glukosa dan lipid, atau kondisi metabolik yang justru memengaruhi komposisi tubuh.

Penilaian profil lipid hanya mencakup parameter konvensional tanpa evaluasi kualitas lipoprotein seperti kapasitas efflux kolesterol atau karakteristik partikel HDL dan LDL, sehingga interpretasi masih bergantung pada kuantitas, bukan fungsi biologis lipoprotein. Selain itu, beberapa variabel perancu seperti asupan makanan, aktivitas fisik, status inflamasi, dan penggunaan obat tidak dievaluasi secara menyeluruh, sehingga potensi bias residual tetap ada.

Ukuran sampel yang relatif kecil dan homogenitas responden yang seluruhnya perempuan dari satu wilayah juga membatasi generalisasi temuan. Keterbatasan ini menegaskan perlunya penelitian lanjutan dengan desain longitudinal, sampel lebih luas, serta pengukuran metabolik yang lebih komprehensif untuk memperkuat pemahaman mengenai hubungan antara komposisi tubuh dan kendali tekanan darah, glukosa, serta lipid.

KESIMPULAN

Penelitian ini mendemonstrasikan bahwa parameter komposisi tubuh dan antropometri memiliki peran regulatif signifikan dalam kendali metabolik perempuan dewasa di Kota Salatiga, di mana adipositas sentral berkorelasi positif dengan dysglycemia dan dislipidemia aterogenik melalui peningkatan aliran asam lemak bebas dan disfungsi adipokin yang mengakibatkan gangguan clearance glukosa hepatis dan overproduction VLDL, sementara preservasi massa otot rangka menunjukkan efek protektif terhadap dysglycemia, sebaliknya asosiasi antara komposisi tubuh dengan tekanan darah tetap lemah, mengindikasikan bahwa regulasi tekanan darah dipengaruhi oleh mekanisme multi-sistem yang independen dari perubahan adipositas saja.

Temuan ini menekankan pentingnya penilaian komposisi tubuh komprehensif dalam skrining risiko kardiometabolik untuk identifikasi dini perempuan yang berisiko disfungsi

metabolik. Namun, desain potong lintang, penilaian lipoprotein terbatas, pengukuran variabel perancu yang tidak lengkap, dan sampel kecil yang homogen membatasi penetapan hubungan kausal dan generalisasi hasil.

Oleh karena itu, penelitian longitudinal prospektif dengan sampel representatif lebih besar, phenotyping lipoprotein advanced, kuantifikasi adipositas melalui imaging terperinci, penilaian sistematis variabel perancu, profiling penanda inflamasi, pengujian fungsi endotel, dan analisis polimorfisme genetik sangat direkomendasikan untuk elucidasi mekanistik dan pengembangan algoritma prediksi risiko individual yang dapat diimplementasikan dalam program pencegahan terintegrasi untuk preservasi massa otot, reduksi adipositas bertarget, dan mitigasi risiko kardiometabolik komprehensif pada populasi perempuan dewasa di komunitas Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- 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>
- Ballena-Cacedo, J., Zuzunaga-Montoya, F. E., Loayza-Castro, J. A., Vásquez-Romero, L. E. M., Tapia-Limonchi, R., De Carrillo, C. I. G., & Vera-Ponce, V. J. (2025). Global prevalence of dyslipidemias in the general adult population: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 44(1), 308. <https://doi.org/10.1186/s41043-025-01054-3>
- Bell, J. A., Richardson, T. G., Wang, Q., Sanderson, E., Palmer, T., Walker, V., O'Keeffe, L. M., Timpson, N. J., Cichonska, A., Julkunen, H., Würtz, P., Holmes, M. V., & Davey Smith, G. (2022). Effects of general and central adiposity on circulating lipoprotein, lipid, and metabolite levels in UK Biobank: A multivariable Mendelian randomization study. *The Lancet Regional Health - Europe*, 21, 100457. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2022.100457>
- Cho, N. H., & Kim, H. S. (2019). Letter: Association of Thigh Muscle Mass with Insulin Resistance and Incident Type 2

- Diabetes Mellitus in Japanese Americans (*Diabetes Metab J* 2018;42:488–95). *Diabetes & Metabolism Journal*, 43(1), 123. <https://doi.org/10.4093/dmj.2019.0026>
- Dirks, M. L. (2022). Improving skeletal muscle insulin sensitivity via beta 2 -agonist administration: a promising strategy to counteract metabolic disease and muscle loss. *The Journal of Physiology*, 600(10), 2273–2274. <https://doi.org/10.1113/JP282992>
- Gould, L. M., Gordon, A. N., Cabre, H. E., Hoyle, A. T., Ryan, E. D., Hackney, A. C., & Smith-Ryan, A. E. (2022). Metabolic effects of menopause: a cross-sectional characterization of body composition and exercise metabolism. *Menopause*, 29(4), 377–389. <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000001932>
- Hashempour, Z., Esmaili, F., Tabatabaei-Malazy, O., Mosallanejad, A., & Panahi, G. (2025). Worldwide Prevalence of Dyslipidemia in Diabetes: An Umbrella Overview of the Meta-Analysis Studies. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders - Drug Targets*, 25. <https://doi.org/10.2174/0118715303375795250521041740>
- Islam, M. S., Wei, P., Suzauddula, M., Nime, I., Feroz, F., Acharjee, M., & Pan, F. (2024). The interplay of factors in metabolic syndrome: understanding its roots and complexity. *Molecular Medicine*, 30(1), 279. <https://doi.org/10.1186/s10020-024-01019-y>
- Kario, K., Okura, A., Hoshida, S., & Mogi, M. (2024). The WHO Global report 2023 on hypertension warning the emerging hypertension burden in globe and its treatment strategy. *Hypertension Research*, 47(5), 1099–1102. <https://doi.org/10.1038/s41440-024-01622-w>
- Klop, B., Elte, J., & Cabezas, M. (2013). Dyslipidemia in Obesity: Mechanisms and Potential Targets. *Nutrients*, 5(4), 1218–1240. <https://doi.org/10.3390/nu5041218>
- Liu, Y., He, H., Qian, K., Huang, Y., Ao, X., Shi, X., Ruan, B., Xue, R., Fu, X., & Wang, S. (2024). Evaluation of Health Associations With Height-Normalised Abdominal Body Composition Indices: A Single-Centre Cross-Sectional Study. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 15(6), 2651–2659. <https://doi.org/10.1002/jcsm.13609>
- Manrique-Acevedo, C., Chinnakotla, B., Padilla, J., Martinez-Lemus, L. A., & Gozal, D. (2020). Obesity and cardiovascular disease in women. *International Journal of Obesity*, 44(6), 1210–1226. <https://doi.org/10.1038/s41366-020-0548-0>
- 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>
- Mohammad, A., Ziyab, A. H., & Mohammad, T. (2023). Anthropometric and DXA-derived measures of body composition in relation to pre-diabetes among adults. *BMJ Open Diabetes Research & Care*, 11(5), e003412. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2023-003412>
- Mooradian, A. D., Haas, M. J., Wehmeier, K. R., & Wong, N. C. W. (2008). Obesity-related Changes in High-density Lipoprotein Metabolism. *Obesity*, 16(6), 1152–1160. <https://doi.org/10.1038/oby.2008.202>
- Moreira, M. A., da Câmara, S. M. A., Fernandes, S. G. G., Azevedo, I. G., & Cavalcanti Maciel, Á. C. (2022). Metabolic syndrome in middle-aged and older women: A cross-sectional study. *Women's Health*, 18. <https://doi.org/10.1177/17455065211070673>
- Nina, N., Purnama, H., Adzidzah, H. Z. N., Solihat, M., Septriani, M., & Sulistiani, S. (2023). Determinan Risiko dan Pencegahan terhadap Kejadian Penyakit Diabetes Melitus Tipe 2 pada Usia Produktif di Wilayah DKI Jakarta. *Journal of Public Health Education*, 2(4), 377–385. <https://doi.org/10.53801/jphe.v2i4.148>
- Ong, K. L., Stafford, L. K., McLaughlin, S. A., Boyko, E. J., Vollset, S. E., Smith, A. E., Dalton, B. E., Duprey, J., Cruz, J. A., Hagins, H., Lindstedt, P. A., Aali, A., Abate, Y. H., Abate, M. D., Abbasian, M., Abbasi-Kangevari, Z., Abbasi-Kangevari, M., Abd ElHafeez, S., Abd-Rabu, R., ... Vos, T. (2023). Global, regional, and national burden of diabetes from 1990 to 2021, with projections of prevalence to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet*,

- 402(10397), 203–234.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)01301-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01301-6)
- Pappan, N., Awosika, A. O., & Rehman, A. (2024). Dyslipidemia. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
- Pararasa, C., Bailey, C. J., & Griffiths, H. R. (2015). Ageing, adipose tissue, fatty acids and inflammation. *Biogerontology*, 16(2), 235–248. <https://doi.org/10.1007/s10522-014-9536-x>
- Park, J. H., Lee, M.-Y., Shin, H.-K., Yoon, K. J., Lee, J., & Park, J. H. (2023). Lower skeletal muscle mass is associated with diabetes and insulin resistance: A cross-sectional study. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 39(7). <https://doi.org/10.1002/dmrr.3681>
- Qin, Y., Qiao, Y., Wang, D., Li, M., Yang, Z., Li, L., Yan, G., & Tang, C. (2023). Visceral adiposity index is positively associated with fasting plasma glucose: a cross-sectional study from National Health and Nutrition Examination Survey 2017–2020. *BMC Public Health*, 23(1), 313. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15231-8>
- Semianiv, M., Sydorchuk, L., Biletsky, S., Petrynych, O., Kazantseva, T., Repchuk, Y., Semianiv, I., Sokolenko, A., Yarynych, Y., Voroniuk, K., & Dzhuriak, V. (2023). LINKAGE BETWEEN BLOOD PRESSURE, BODY MASS INDEX AND ANTHROPOMETRIC, METABOLIC, HORMONAL PARAMETERS IN PATIENTS WITH ESSENTIAL ARTERIAL HYPERTENSION. *Journal of Hypertension*, 41(Suppl 3), e214–e215. <https://doi.org/10.1097/01.hjh.0000941144.88581.63>
- Stamm, E., Marques-Vidal, P., Rodriguez, E. G., Vollenweider, P., Hans, D., & Lamy, O. (2022). Association of adiposity evaluated by anthropometric, BIA, and DXA measures with cardiometabolic risk factors in nonobese postmenopausal women: the CoLaus/OsteoLaus cohort. *Menopause*, 29(4), 450–459. <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000001930>
- Sun, K., Lin, D., Feng, Q., Li, F., Qi, Y., Feng, W., Yang, C., Yan, L., Ren, M., & Liu, D. (2019). Assessment of adiposity distribution and its association with diabetes and insulin resistance: a population-based study. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 11(1), 51. <https://doi.org/10.1186/s13098-019-0450-x>
- Syme, C., Abrahamowicz, M., Leonard, G. T., Perron, M., Richer, L., Veillette, S., Xiao, Y., Gaudet, D., Paus, T., & Pausova, Z. (2009). Sex Differences in Blood Pressure and Its Relationship to Body Composition and Metabolism in Adolescence. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 163(9), 818. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2009.92>
- Unrein, C. L., Ramey, K. T., Persaud, K. T., Rhoades, S. J., & Hirsch, K. R. (2025). Evaluation of whole-body and segmental bioimpedance between normal weight obese and normal weight non-obese women. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 22(sup2). <https://doi.org/10.1080/15502783.2025.2550193>
- Yu, S., Zhao, S., Zhang, Y., & Xu, Y. (2023). PS-P06-13: THE IMPACT OF BODY COMPOSITION AND ADIPOSE DISTRIBUTION ON BLOOD PRESSURE IN YOUNG AND MIDDLE-AGED ADULTS. *Journal of Hypertension*, 41(Suppl 1), e256. <https://doi.org/10.1097/01.hjh.0000915340.07987.49>
- Zhao, S., Tang, J., Zhao, Y., Xu, C., Xu, Y., Yu, S., & Zhang, Y. (2022). The impact of body composition and fat distribution on blood pressure in young and middle-aged adults. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.979042>