

## Pengaruh Usia dan Biomarker Lipid terhadap Distribusi Lemak dan Massa Otot Wanita Dewasa: Studi Observasional di 6 Kelurahan DKI Jakarta

### *The Effect of Age and Lipid Biomarkers on Fat Distribution and Muscle Mass in Adult Women: An Observational Study in 6 Subdistricts of DKI Jakarta*

Ajeng Normala<sup>1\*</sup>, Triyana Sari<sup>2</sup>, Alexander Halim Santoso<sup>3</sup>, Christian Wijaya<sup>1</sup>, William Gilbert Satyanegara<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universitas Tarumanagara, Ilmu Obstetri dan Ginekologi, Fakultas Kedokteran, Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Universitas Tarumanagara, Ilmu Biologi, Fakultas Kedokteran, Jakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Universitas Tarumanagara, Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Jakarta, Indonesia

<sup>4</sup>Universitas Tarumanagara, Fakultas Kedokteran, Jakarta, Indonesia

---

#### Kata Kunci :

Profil lipid, usia, lemak viseral, massa otot rangka, wanita dewasa.

---

#### ABSTRAK

**Pendahuluan:** Penuaan menyebabkan perubahan komposisi tubuh, seperti peningkatan lemak viseral dan penurunan massa otot rangka, yang dapat meningkatkan risiko sindrom metabolik dan penyakit kardiovaskular. Profil lipid berperan dalam memengaruhi distribusi lemak dan kualitas otot, khususnya pada wanita dewasa. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh usia dan biomarker lipid (trigliserida, HDL, LDL, dan kolesterol total) terhadap distribusi lemak (lemak total, viseral, dan subkutan) serta massa otot rangka pada wanita dewasa. **Metode:** Penelitian *cross-sectional* ini dilakukan secara multisenter di enam kelurahan DKI Jakarta pada 325 perempuan dewasa sehat yang dipilih secara purposive, dengan pengambilan data dari Agustus 2024 hingga Mei 2025. Pemeriksaan profil lipid dilakukan dari sampel darah vena puasa, sedangkan komposisi tubuh diukur menggunakan bioimpedansi; data dianalisis dengan regresi linear berganda menggunakan metode Backward LR dengan batas signifikansi  $p < 0,05$ . **Hasil:** Penelitian ini melibatkan 325 perempuan dewasa dengan rerata usia 48,7 tahun (SD 13,26). Usia dan kadar trigliserida berpengaruh signifikan terhadap peningkatan lemak tubuh total ( $p < 0,001$ ), lemak viseral ( $p < 0,001$ ), lemak subkutan ( $p < 0,001$ ), serta penurunan massa otot rangka ( $p < 0,001$  dan  $p = 0,006$ ). Sebaliknya, HDL berasosiasi negatif signifikan terhadap total lemak ( $p = 0,015$ ) dan lemak subkutan ( $p = 0,011$ ), sedangkan kolesterol total, LDL, dan rasio kolesterol/HDL tidak menunjukkan hubungan bermakna. **Kesimpulan:** Usia dan kadar trigliserida berasosiasi positif secara signifikan dengan peningkatan lemak tubuh (total dan viseral) serta penurunan massa otot rangka, sementara HDL berperan protektif terhadap akumulasi lemak, dan komponen lipid lain seperti LDL serta kolesterol total tidak memiliki hubungan bermakna dengan distribusi lemak maupun otot.

---

#### Keywords :

Lipid profile, age, visceral fat, skeletal muscle mass, adult women.

---

#### ABSTRACT

**Background:** Aging leads to changes in body composition, such as increased visceral fat and decreased skeletal muscle mass, which can elevate the risk of metabolic syndrome and cardiovascular diseases. Lipid profiles play a role in influencing fat distribution and muscle quality, particularly among adult women. **Objective:** To assess the effect of age and lipid biomarkers (triglycerides, HDL, LDL, and total cholesterol) on fat distribution (total, visceral, and subcutaneous fat) and skeletal muscle mass in adult women. **Methods:** This cross-sectional

study was conducted across six urban districts in Jakarta, involving 325 healthy adult women selected using purposive sampling. Data collection took place from August 2024 to May 2025. Lipid profiles were assessed using fasting venous blood samples, and body composition was measured via bioimpedance analysis. Data were analyzed using multiple linear regression with the Backward LR method, with a significance threshold set at  $p < 0.05$ . **Results:** The study involved 325 adult women with a mean age of 48.7 years (SD 13.26). Age and triglyceride levels were significantly associated with increases in total body fat ( $p < 0.001$ ), visceral fat ( $p < 0.001$ ), and subcutaneous fat ( $p < 0.001$ ), as well as with decreases in skeletal muscle mass ( $p < 0.001$  and  $p = 0.006$ ). Conversely, HDL was significantly negatively associated with total body fat ( $p = 0.015$ ) and subcutaneous fat ( $p = 0.011$ ), while total cholesterol, LDL, and the cholesterol/HDL ratio showed no significant associations. **Conclusion:** Age and triglyceride levels are positively associated with increased body fat (total and visceral) and reduced skeletal muscle mass, whereas HDL appears to offer a protective effect against fat accumulation. Other lipid components, such as LDL and total cholesterol, showed no significant relationship with fat or muscle distribution.

Copyright © 2025 JKBD  
All rights reserved

---

**Corresponding Author:**

**Ajeng Normala**

Universitas Tarumanagara, Ilmu Obstetri dan Ginekologi, Fakultas Kedokteran, Jakarta, Indonesia

Email: ajengnormala@fk.untar.ac.id

---

**Article history**

Received date : 5 Agustus 2025

Revised date : 8 Agustus 2025

Accepted date : 8 Agustus 2025

---

**PENDAHULUAN**

Komposisi tubuh dan profil lipid merupakan indikator kesehatan yang sangat penting pada kesehatan kardiovaskular dan metabolik wanita dewasa. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa perubahan komposisi tubuh yang ditandai dengan penurunan massa otot dan peningkatan distribusi lemak abdominal berkorelasi erat dengan gangguan metabolisme lipid dan peningkatan risiko penyakit tidak menular pada wanita. Studi observasional menunjukkan bahwa 45,3% wanita dewasa mengalami dislipidemia, dengan prevalensi obesitas sentral yang mencapai 76% berdasarkan pengukuran massa lemak tubuh.(González-Gil et al., 2024; Nazar et al., 2024) Hubungan kompleks antara massa otot rangka, distribusi lemak, dan biomarker lipid menjadi fokus utama dalam pemahaman patofisiologi gangguan metabolik pada populasi wanita dewasa.

Proses penuaan pada wanita disertai dengan perubahan komposisi tubuh yang signifikan, meliputi penurunan massa otot (*sarcopenia*) dan redistribusi lemak tubuh yang dapat mempengaruhi profil biomarker lipid. Penelitian longitudinal menunjukkan

bahwa penurunan massa otot apendikular berkorelasi dengan peningkatan risiko diabetes tipe 2, dengan odds ratio 1,24 (95% CI: 1,05-1,46) pada wanita.(Haines et al., 2022; Ramirez et al., 2024) Transisi menopause menjadi periode kritis dimana terjadi penurunan massa otot sebesar 6,9% dan peningkatan massa lemak sebesar 19,9%, yang berhubungan dengan perubahan profil lipid dan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular.(Kodoth et al., 2022; Shieh et al., 2023) Studi menunjukkan bahwa massa otot rangka memiliki fungsi metabolik yang kompleks, tidak hanya dalam metabolisme glukosa dan insulin, tetapi juga dalam modulasi profil lipid dan status inflamasi.(Damigou et al., 2023)

Profil lipid pada wanita menunjukkan karakteristik yang unik dan berubah seiring dengan pertambahan usia serta perubahan hormonal.(Bell et al., 2021; Beyene et al., 2020) Penelitian terbaru mengidentifikasi bahwa rasio trigliserida/HDL-C merupakan biomarker yang sensitif untuk mendeteksi risiko aterosklerosis koroner pada wanita, dengan nilai *cut-off* 1,52 yang memberikan sensitivitas 51,5% dan spesifisitas 84,1%.(Luo

et al., 2019) Wanita menunjukkan perbedaan signifikan dalam profil lipid dibandingkan pria, dengan tingkat HDL-C, kolesterol total, dan apolipoprotein A-I yang lebih tinggi, namun kadar trigliserida yang lebih rendah.(Bell et al., 2021) Studi metabolomik menunjukkan bahwa terdapat variasi substansial dalam profil lipid yang terkait dengan usia dan jenis kelamin, dengan implikasi penting untuk stratifikasi risiko yang spesifik gender.(Beyene et al., 2020; Wong et al., 2019).

Studi metabolomik menunjukkan bahwa terdapat variasi substansial dalam profil lipid yang terkait dengan usia dan jenis kelamin, dengan implikasi penting untuk stratifikasi risiko yang spesifik gender.(Beyene et al., 2020; Wong et al., 2019).

Wilayah perkotaan Jakarta menghadapi transisi epidemiologi yang ditandai dengan peningkatan prevalensi obesitas dan penyakit tidak menular pada wanita dewasa.(Ernawati Ernawati et al., 2024; Pengpid & Peltzer, 2017) Data nasional menunjukkan bahwa prevalensi kelebihan berat badan dan obesitas pada wanita Indonesia mencapai 58,9%, dengan obesitas sentral yang tinggi di daerah perkotaan. Penelitian di Jakarta menunjukkan bahwa 47,29% wanita mengalami obesitas sentral berdasarkan pengukuran lingkaran pinggang, dengan 6,98% memiliki risiko tinggi penyakit metabolik. Studi pada populasi lansia di Jakarta menunjukkan korelasi kuat antara parameter antropometri dan sensitivitas insulin, dengan indeks massa tubuh dan rasio pinggang-pinggul sebagai prediktor yang signifikan.(Ernawati Ernawati et al., 2024; Pengpid & Peltzer, 2017; Verawati & Halim, 2020) Kondisi ini menunjukkan urgensi untuk memahami hubungan antara komposisi tubuh dan biomarker lipid dalam konteks populasi urban Indonesia.

Perubahan hormonal, terutama terkait dengan siklus reproduksi dan menopause, memiliki dampak yang signifikan terhadap komposisi tubuh dan metabolisme lipid pada wanita.(Knight et al., 2021; Ribeiro et al., 2022) Penurunan kadar estrogen selama transisi menopause berkorelasi dengan peningkatan lemak viseral dan penurunan massa otot, yang berkontribusi pada disfungsi endotel dan penurunan profil lipid.(Kodoth et al., 2022; Marlatt et al., 2022).

Penelitian menunjukkan bahwa setiap standar deviasi penurunan massa otot berhubungan dengan peningkatan risiko

fraktur sebesar 63% dan peningkatan massa lemak sebesar 28%.(Shieh et al., 2023) Estrogen memiliki peran protektif terhadap komposisi tubuh, dan defisiensinya menyebabkan gangguan regulasi metabolisme lipid dan redistribusi lemak yang merugikan.(Motlani et al., 2023).

Studi intervensi menunjukkan bahwa latihan resistensi dapat meningkatkan kadar estradiol, growth hormone, dan IGF-1 sambil memperbaiki komposisi tubuh pada wanita pascamenopause.(Son et al., 2020)

Pemahaman hubungan antara usia, biomarker lipid, distribusi lemak, dan massa otot pada wanita dewasa sangat penting untuk pencegahan penyakit kardiovaskular dan metabolik.(Fasero & Coronado, 2025; Johnson et al., 2021) Penelitian di berbagai negara menunjukkan bahwa faktor risiko kardiovaskular seperti obesitas sentral, hipertensi, dan dislipidemia memiliki prevalensi yang tinggi pada wanita, dengan 78,2% mengalami obesitas sentral dan 23,9% mengalami kelebihan berat badan.(Behera et al., 2024).

Studi di Indonesia menunjukkan peningkatan angka kematian akibat penyakit kardiovaskular pada pria dari 356,05 menjadi 412,46 per 100.000 populasi, sementara pada wanita relatif stabil dari 357,52 menjadi 354,07 per 100.000 populasi antara tahun 2000-2019 (Harmadha et al., 2023) Identifikasi dini perubahan komposisi tubuh dan biomarker lipid dapat memungkinkan intervensi yang tepat waktu untuk mencegah komplikasi kesehatan yang serius pada wanita dewasa, khususnya di wilayah urban dengan prevalensi faktor risiko yang tinggi.

## METODE

Penelitian ini dirancang sebagai studi observasional dengan pendekatan potong lintang (*cross-sectional*) dan dilaksanakan secara multisenter pada enam kelurahan yang mewakili wilayah DKI Jakarta, yakni Menteng Dalam, Cengkareng Timur, Tanjung Duren Selatan, Grogol, Duri Kosambi, serta Ujung Menteng. Proses pengumpulan data berlangsung dari bulan Agustus 2024 hingga Mei 2025.

Subjek penelitian terdiri dari perempuan dewasa yang berusia minimal 18 tahun dan secara fungsional berada dalam kondisi sehat. Partisipan dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan berdasarkan kesesuaian karakteristik individu

dengan tujuan studi. Partisipan yang memiliki riwayat gangguan saraf perifer, penyakit otot, cedera tangan, atau kondisi medis lain, riwayat pemasangan *pacemaker*, terdapat material logam dalam tulang dan kondisi lainnya yang dapat memengaruhi pengukuran komposisi tubuh tidak disertakan dalam penelitian.

Sampel darah vena diambil pada pagi hari setelah peserta berpuasa selama setidaknya delapan jam. Pemeriksaan profil lipid mencakup pengukuran kadar kolesterol total, HDL, LDL, dan trigliserida, yang dianalisis dengan metode kimia kering (strip kimia). Evaluasi komposisi tubuh dilakukan menggunakan alat bioimpedansi OMRON Karada Scan HBF-375, dengan parameter yang diukur mencakup total lemak tubuh, lemak visceral, lemak subkutan, serta massa otot rangka. Alat ini memungkinkan estimasi yang relatif akurat dan praktis pada populasi umum.

Analisis statistik dilakukan dengan pendekatan regresi linear berganda

menggunakan metode *backward likelihood ratio* (Backward LR) untuk menyeleksi variabel prediktor yang paling bermakna. Batas signifikansi statistik ditetapkan pada nilai  $p < 0,05$ , sementara daya uji ditargetkan pada tingkat 80%, dengan toleransi kesalahan tipe II sebesar 20%.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan 325 perempuan dewasa dengan rerata usia 48,7 tahun (SD 13,26). Rerata kadar kolesterol total sebesar 201,33 mg/dL, HDL 43,23 mg/dL, LDL 115,95 mg/dL, dan trigliserida 159,11 mg/dL. Rasio kolesterol total terhadap HDL berada pada angka 4,06. Dari segi komposisi tubuh, rerata total lemak tubuh tercatat 35,34%, lemak visceral 9,79%, lemak subkutan 31,15%, dan total otot rangka 23,07%. (Tabel 1)

**Tabel 1. Karakteristik Dasar Responden Penelitian**

Parameter	N (%)	Mean (SD)
Usia		48,70 (13,26)
Jenis Kelamin		
• Perempuan	325 (100%)	
Kolesterol Total		201,33 (38,54)
<i>High Density Lipoprotein</i> (HDL)		43,23 (15,32)
<i>Low Density Lipoprotein</i> (LDL)		115,95 (28,78)
Trigliserida		159,11 (87,14)
Ratio Kolesterol Total terhadap HDL		4,06 (1,33)
Total Lemak Tubuh		35,34 (5,26)
Lemak Visceral		9,79 (5,94)
Total Lemak Subkutan		31,15 (6,24)
Total Otot Rangka		23,07 (2,62)

Analisis regresi linear menunjukkan bahwa usia dan kadar trigliserida memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan total lemak tubuh ( $p < 0,001$ ). Setiap peningkatan usia dan kadar trigliserida cenderung diikuti oleh peningkatan lemak tubuh. kolesterol/HDL tidak menunjukkan hubungan

bermakna. (Tabel 2). Sebaliknya, kadar HDL menunjukkan asosiasi negatif yang signifikan terhadap total lemak tubuh ( $p = 0,015$ ), menunjukkan peran protektif HDL terhadap akumulasi lemak. Komponen lain seperti kolesterol total, LDL, dan rasio

**Tabel 2. Analisis Regresi Linear dan Estimasi Model Komponen Profil Lipid Terhadap Lemak Tubuh Total Wanita Dewasa (Studi Multisenter)**

Model	Coefficients <sup>a</sup>				t	Sig.
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients			
	B	Std. Error	Beta			
1 (Constant)	32.484	2.628			12.360	.000
Usia	.107	.022	.270		4.868	.000
Kolesterol Total	.002	.014	.018		.180	.857

	<i>High Density Lipoprotein (HDL)</i>	-.071	.039	-.208	-1.835	.067
	<i>Low Density Lipoprotein (LDL)</i>	.002	.016	.011	.130	.897
	Trigliserida	.016	.004	.258	4.073	.000
	Ratio Kolesterol Total terhadap HDL	-.436	.537	-.110	-.812	.417
4	(Constant)	30.432	1.443		21.083	.000
	Usia	.105	.021	.263	5.016	.000
	<i>High Density Lipoprotein (HDL)</i>	-.045	.018	-.132	-2.445	.015
	Trigliserida	.014	.003	.232	4.232	.000

a. *Dependent Variable*: Total Lemak Tubuh

Model Summary					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	
1	.424 <sup>a</sup>	.179	.164	4.81310	
2	.423 <sup>b</sup>	.179	.166	4.80567	
3	.423 <sup>c</sup>	.179	.169	4.79881	
4	.421 <sup>d</sup>	.177	.169	4.79720	

a. Predictors: (Constant), Ratio Kolesterol Total terhadap HDL, Usia, Low Density Lipoprotein (LDL), Triglicerida, Kolesterol Total, High Density Lipoprotein (HDL)

b. Predictors: (Constant), Ratio Kolesterol Total terhadap HDL, Usia, Triglicerida, Kolesterol Total, High Density Lipoprotein (HDL)

c. Predictors: (Constant), Ratio Kolesterol Total terhadap HDL, Usia, Triglicerida, High Density Lipoprotein (HDL)

d. Predictors: (Constant), Usia, Triglicerida, High Density Lipoprotein (HDL)

Trigliserida merupakan satu-satunya komponen profil lipid yang secara signifikan berkorelasi positif dengan lemak viseral ( $p < 0,001$ ), menunjukkan bahwa kadar trigliserida yang lebih tinggi berkontribusi

terhadap akumulasi lemak di rongga abdomen. Sementara itu, usia, HDL, dan komponen lipid lainnya tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap lemak viseral. (Tabel 3)

**Tabel 3. Analisis Regresi Linear dan Estimasi Model Komponen Profil Lipid Terhadap Lemak Viseral Wanita Dewasa (Studi Multisenter)**

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	8.651	3.110		2.782	.006
	Usia	.040	.026	.090	1.549	.122
	Kolesterol Total	.002	.016	.014	.132	.895
	High Density Lipoprotein (HDL)	-.046	.046	-.120	-1.010	.313
	Low Density Lipoprotein (LDL)	-.010	.019	-.050	-.550	.583
	Trigliserida	.017	.005	.242	3.652	.000
	Ratio Kolesterol Total terhadap HDL	-.053	.635	-.012	-.083	.934
5	(Constant)	8.982	1.484		6.054	.000
	High Density Lipoprotein (HDL)	-.038	.022	-.097	-1.736	.084
	Trigliserida	.018	.004	.258	4.633	.000

a. *Dependent Variable*: Lemak Viseral

Model Summary					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	
1	.315 <sup>a</sup>	.099	.082	5.69478	
2	.315 <sup>b</sup>	.099	.085	5.68591	
3	.315 <sup>c</sup>	.099	.088	5.67712	
4	.312 <sup>d</sup>	.097	.089	5.67442	
5	.301 <sup>e</sup>	.091	.085	5.68631	

a. Predictors: (Constant), Ratio Kolesterol Total terhadap HDL, Usia, Low Density Lipoprotein (LDL), Triglicerida, Kolesterol Total, High Density Lipoprotein (HDL)

b. Predictors: (Constant), Usia, Low Density Lipoprotein (LDL), Triglicerida, Kolesterol Total, High Density Lipoprotein (HDL)

- c. Predictors: (Constant), Usia, Low Density Lipoprotein (LDL), Trigliserida, High Density Lipoprotein (HDL)
- d. Predictors: (Constant), Usia, Trigliserida, High Density Lipoprotein (HDL)
- e. Predictors: (Constant), Trigliserida, High Density Lipoprotein (HDL)

Lemak subkutan juga dipengaruhi secara signifikan oleh kadar trigliserida ( $p < 0,001$ ) dan secara negatif oleh HDL ( $p = 0,011$ ), dengan arah asosiasi serupa seperti

pada total lemak tubuh. Kadar kolesterol total, LDL, dan usia tidak menunjukkan pengaruh yang bermakna dalam model akhir. (Tabel 4)

**Tabel 4. Analisis Regresi Linear dan Estimasi Model Komponen Profil Lipid Terhadap Total Lemak Subkutan Wanita Dewasa (Studi Multisenter)**

Model	Coefficients <sup>a</sup>				t
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	32.242		3.255		9.906
Usia	.031	.027	.065		1.128
Kolesterol Total	-.002	.017	-.013		-.123
High Density Lipoprotein (HDL)	-.073	.048	-.180		-1.525
Low Density Lipoprotein (LDL)	-.001	.020	-.006		-.070
Trigliserida	.018	.005	.249		3.755
Ratio Kolesterol Total terhadap HDL	-.229	.665	-.049		-.344
5 (Constant)	31.451		1.550		20.297
High Density Lipoprotein (HDL)	-.058	.023	-.142		-2.556
Trigliserida	.017	.004	.243		4.391

a. Dependent Variable: Total Lemak Subkutan

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.323 <sup>a</sup>	.104	.087	5.96039
2	.323 <sup>b</sup>	.104	.090	5.95109
3	.323 <sup>c</sup>	.104	.093	5.94212
4	.320 <sup>d</sup>	.103	.094	5.93852
5	.316 <sup>e</sup>	.100	.094	5.93854

a. Predictors: (Constant), Ratio Kolesterol Total terhadap HDL, Usia, Low Density Lipoprotein (LDL), Trigliserida, Kolesterol Total, High Density Lipoprotein (HDL)

b. Predictors: (Constant), Ratio Kolesterol Total terhadap HDL, Usia, Trigliserida, Kolesterol Total, High Density Lipoprotein (HDL)

c. Predictors: (Constant), Ratio Kolesterol Total terhadap HDL, Usia, Trigliserida, High Density Lipoprotein (HDL)

d. Predictors: (Constant), Usia, Trigliserida, High Density Lipoprotein (HDL)

e. Predictors: (Constant), Trigliserida, High Density Lipoprotein (HDL)

Sebaliknya, pada parameter otot rangka, usia memiliki hubungan negatif yang sangat signifikan ( $p < 0,001$ ), mengindikasikan penurunan massa otot seiring bertambahnya usia. Trigliserida juga menunjukkan hubungan negatif terhadap total otot rangka ( $p = 0,006$ ),

menguatkan hipotesis bahwa profil lipid yang buruk berkontribusi pada penurunan massa otot. Komponen lainnya, termasuk HDL dan kolesterol total, tidak menunjukkan hubungan bermakna. (Tabel 5)

**Tabel 5. Analisis Regresi Linear dan Estimasi Model Komponen Profil Lipid Terhadap Otot Rangka Wanita Dewasa (Studi Multisenter)**

Model		Coefficients <sup>a</sup>				
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	25.731	1.299		19.805	.000
	Usia	-.076	.011	-.386	-7.007	.000
	Kolesterol Total	-.005	.007	-.071	-.715	.475
	High Density Lipoprotein (HDL)	.026	.019	.150	1.335	.183
	Low Density Lipoprotein (LDL)	.003	.008	.036	.420	.675
	Trigliserida	-.004	.002	-.142	-2.254	.025
	Ratio Kolesterol Total terhadap HDL	.234	.265	.119	.883	.378
5	(Constant)	27.362	.522		52.385	.000
	Usia	-.074	.010	-.376	-7.297	.000
	Trigliserida	-.004	.002	-.142	-2.764	.006

a. Dependent Variable: Total Otot Rangka

Model Summary					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	
1		.436 <sup>a</sup>	.190	.175	2.37925
2		.436 <sup>b</sup>	.190	.177	2.37618
3		.435 <sup>c</sup>	.189	.179	2.37372
4		.432 <sup>d</sup>	.186	.179	2.37339
5		.428 <sup>e</sup>	.183	.178	2.37429

a. Predictors: (Constant), Ratio Kolesterol Total terhadap HDL, Usia, Low Density Lipoprotein (LDL), Trigliserida, Kolesterol Total, High Density Lipoprotein (HDL)

b. Predictors: (Constant), Ratio Kolesterol Total terhadap HDL, Usia, Trigliserida, Kolesterol Total, High Density Lipoprotein (HDL)

c. Predictors: (Constant), Ratio Kolesterol Total terhadap HDL, Usia, Trigliserida, High Density Lipoprotein (HDL)

d. Predictors: (Constant), Usia, Trigliserida, High Density Lipoprotein (HDL)

e. Predictors: (Constant), Usia, Trigliserida

Hasil penelitian ini menyajikan bukti empiris yang signifikan mengenai hubungan kompleks antara usia, biomarker lipid, dan komposisi tubuh pada wanita dewasa. Temuan bahwa usia dan kadar trigliserida memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan total lemak tubuh sejalan dengan literatur yang menunjukkan bahwa proses penuaan secara intrinsik berkaitan dengan perubahan distribusi lemak tubuh. Studi epidemiologi menunjukkan bahwa wanita mengalami redistribusi lemak yang progresif dengan bertambahnya usia, dimana lemak viseral meningkat lebih signifikan dibandingkan lemak subkutan.(Rathnayake et al., 2022; Zamboni et al., 1997)

Temuan menarik dari penelitian ini adalah peran protektif HDL terhadap akumulasi lemak, yang ditunjukkan oleh asosiasi negatif yang signifikan antara kadar HDL dan total lemak tubuh. Hal ini

mendukung hipotesis bahwa HDL tidak hanya berperan dalam *reverse cholesterol transport*, tetapi juga memiliki efek anti-inflamasi dan antioksidan yang dapat mempengaruhi metabolisme lemak.(Brites et al., 2017; Dastmalchi et al., 2023; Velissaridou et al., 2024) Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa HDL memiliki properti *pleiotropic* yang meliputi efek anti-inflamasi, antioksidan, dan vasodilatasi yang dapat memberikan efek kardioprotektif.(Nagao et al., 2018; Riwanto & Landmesser, 2013)

Korelasi positif yang signifikan antara trigliserida dan lemak viseral menunjukkan adanya mekanisme patofisiologis yang kompleks dalam akumulasi lemak intra-abdominal. Trigliserida berperan sebagai marker metabolik yang mencerminkan keseimbangan energi dan metabolisme lipid dalam tubuh.(Barazzoni et al., 2005; Spalding et al., 2017) Penelitian menunjukkan bahwa

peningkatan kadar trigliserida serum berkaitan dengan peningkatan lipolisis dari jaringan adiposa dan penurunan *clearance trigliserida* oleh lipoprotein lipase.(Piché et al., 2018; Santosa & Jensen, 2008)

Akumulasi lemak visceral yang berkorelasi dengan trigliserida memiliki implikasi klinis yang signifikan karena lemak visceral memiliki aktivitas metabolik yang lebih tinggi dibandingkan lemak subkutan.(Elffers et al., 2017; Martin et al., 2013) Lemak visceral lebih responsif terhadap stimulasi *lipolytic* dan menghasilkan lebih banyak free fatty acid yang dapat masuk ke sirkulasi portal, mempengaruhi metabolisme hepatic dan sensitivitas insulin.(Jensen et al., 1989; Wang et al., 2023) Hal ini menjelaskan mengapa trigliserida menjadi satu-satunya komponen profil lipid yang secara signifikan berkorelasi dengan lemak visceral dalam penelitian ini.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa usia memiliki hubungan negatif yang sangat signifikan dengan massa otot rangka, yang mengkonfirmasi fenomena sarkopenia yang terjadi seiring dengan proses penuaan. Penelitian longitudinal menunjukkan bahwa pada usia 75 tahun, massa otot hilang dengan laju 0,64-0,70% per tahun pada wanita, sementara kekuatan otot hilang dengan laju 2,5-3% per tahun.(Keller & Engelhardt, 2013; Mitchell et al., 2012) Proses ini dimediasi oleh berbagai faktor termasuk penurunan sintesis protein, peningkatan katabolisme protein, dan perubahan hormonal yang terjadi seiring dengan penuaan.(Della Peruta et al., 2023; Sawicka et al., 2018)

Mekanisme penurunan massa otot pada wanita dewasa melibatkan perubahan hormonal, khususnya penurunan estrogen pada masa menopause yang dapat mempengaruhi homeostasis otot.(Javed et al., 2019; Son et al., 2020) Estrogen memiliki efek anabolik pada otot rangka melalui modulasi sintesis protein dan regulasi faktor pertumbuhan seperti IGF-1.(Pataky et al., 2021; Waters et al., 2003) Selain itu, penurunan aktivitas fisik dan perubahan pola makan yang sering terjadi seiring dengan penuaan juga berkontribusi pada kehilangan massa otot.(Miller et al., 2021; Sallinen et al., 2006)

Temuan bahwa trigliserida juga menunjukkan hubungan negatif terhadap total otot rangka menguatkan hipotesis bahwa profil lipid yang buruk berkontribusi pada penurunan massa otot. Hal ini menunjukkan adanya interaksi kompleks antara metabolisme lipid

dan homeostasis otot. Penelitian menunjukkan bahwa dislipidemia dapat mempengaruhi fungsi otot melalui berbagai mekanisme, termasuk stress oksidatif, inflamasi, dan disfungsi mitokondria.(Andrich et al., 2018; Zhao et al., 2018)

Kadar trigliserida yang tinggi dapat mencerminkan resistensi insulin dan disfungsi metabolik yang dapat berdampak negatif pada sintesis dan pemeliharaan protein otot. Resistensi insulin dapat mengurangi *uptake* glukosa oleh otot dan mengganggu jalur anabolik yang diperlukan untuk pemeliharaan massa otot. Selain itu, kondisi inflamasi kronis yang sering menyertai dislipidemia dapat mempercepat katabolisme protein otot melalui aktivasi jalur *ubiquitin-proteasome*.(Della Peruta et al., 2023; Keller & Engelhardt, 2013; Kim et al., 2021; Pataky et al., 2021; Quirós Cognuck et al., 2020)

Penelitian ini dilakukan secara khusus pada wanita dewasa, yang memiliki karakteristik unik dalam hal distribusi lemak dan metabolisme lipid. Wanita memiliki kecenderungan untuk menyimpan lemak di area subkutan, terutama di regio gluteofemoral, yang secara metabolik lebih menguntungkan dibandingkan akumulasi lemak visceral.(Piché et al., 2018; Tchoukalova et al., 2010) Namun, seiring dengan penuaan dan perubahan hormonal, terjadi pergeseran distribusi lemak dari gluteofemoral ke area abdominal.(Fenton, 2021; Palacios et al., 2024)

Perbedaan gender dalam metabolisme lipid juga tercermin dalam respons yang berbeda terhadap trigliserida dan HDL. Wanita umumnya memiliki kadar HDL yang lebih tinggi dibandingkan pria, yang memberikan efek protektif terhadap penyakit kardiovaskular. Namun, setelah menopause, perlindungan ini dapat berkurang karena penurunan kadar estrogen yang mempengaruhi metabolisme lipid.(Dastmalchi et al., 2023; Monda et al., 2017; Palacios et al., 2024; Vergeer et al., 2010)

Perubahan hormonal yang terjadi seiring dengan penuaan, khususnya penurunan estrogen pada masa menopause, memiliki dampak signifikan terhadap distribusi lemak dan massa otot. Estrogen memiliki efek regulatori pada metabolisme lipid melalui modulasi ekspresi gen yang terlibat dalam lipogenesis dan lipolysis. Penurunan estrogen dapat menyebabkan peningkatan akumulasi lemak visceral dan penurunan massa

otot.(Fenton, 2021; Monda et al., 2017; Palacios et al., 2024; Waters et al., 2003)

Selain estrogen, hormon lain seperti *growth hormone*, IGF-1, dan DHEA-S juga mengalami penurunan seiring dengan penuaan dan dapat mempengaruhi komposisi tubuh.(Son et al., 2020; Waters et al., 2003) Penurunan *growth hormone* dapat mengurangi lipolisis dan meningkatkan akumulasi lemak, sementara penurunan IGF-1 dapat mengurangi sintesis protein otot.(Sawicka et al., 2018; Son et al., 2020) Interaksi kompleks antara hormon-hormon ini menentukan perubahan komposisi tubuh yang terjadi seiring dengan penuaan.

Proses penuaan dikaitkan dengan peningkatan inflamasi kronis tingkat rendah (*inflammaging*) yang dapat mempengaruhi metabolisme lipid dan komposisi tubuh. Inflamasi kronis dapat menginduksi resistensi insulin, meningkatkan lipolysis, dan mengganggu homeostasis otot melalui peningkatan katabolisme protein.(Andrich et al., 2018; Brites et al., 2017; Della Peruta et al., 2023; Keller & Engelhardt, 2013) Sitokin pro-inflamasi seperti TNF- $\alpha$ , IL-6, dan IL-1 $\beta$  dapat mempengaruhi metabolisme lipid dan otot melalui berbagai jalur sinyal.(Sawicka et al., 2018; Zhou et al., 2022)

HDL memiliki properti anti-inflamasi yang dapat menjelaskan efek protektifnya terhadap akumulasi lemak. HDL dapat mengurangi produksi sitokin pro-inflamasi dan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan, sehingga dapat melindungi terhadap stress oksidatif dan inflamasi yang berkontribusi pada disfungsi metabolik.(Brites et al., 2017; Gomaschi et al., 2016; Riwanto & Landmesser, 2013; Velissaridou et al., 2024) Hal ini menjelaskan mengapa kadar HDL yang tinggi berkaitan dengan penurunan akumulasi lemak dalam penelitian ini.

Implikasi klinis penelitian ini adalah untuk pencegahan dan manajemen gangguan metabolik pada wanita dewasa. Identifikasi trigliserida sebagai biomarker yang berkaitan dengan akumulasi lemak dan penurunan massa otot menunjukkan pentingnya monitoring rutin profil lipid, khususnya trigliserida, dalam praktik klinis. Intervensi yang bertujuan untuk menurunkan kadar trigliserida dapat memberikan manfaat ganda dalam mencegah akumulasi lemak dan mempertahankan massa otot.(Huang et al., 2023; Wang et al., 2023)

Strategi intervensi yang dapat dipertimbangkan meliputi modifikasi gaya

hidup melalui diet dan olahraga, yang telah terbukti efektif dalam meningkatkan profil lipid dan komposisi tubuh. Olahraga anaerobik dapat membantu mempertahankan massa otot dan meningkatkan sensitivitas insulin, sementara olahraga aerobik dapat membantu menurunkan kadar trigliserida dan meningkatkan kadar HDL.(Kim et al., 2021; Miller et al., 2021; Sallinen et al., 2006; Son et al., 2020) Kombinasi kedua jenis olahraga dapat memberikan manfaat optimal untuk kesehatan metabolik dan komposisi tubuh.

Meskipun penelitian ini memberikan implikasi klinis mengenai hubungan antara usia, biomarker lipid, dan komposisi tubuh, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan. Desain *cross-sectional* tidak memungkinkan untuk menetapkan hubungan kausal yang definitif antara variabel yang diteliti. Penelitian longitudinal diperlukan untuk memahami perubahan temporal dalam hubungan. Selain itu, penelitian ini tidak antara biomarker lipid dan komposisi tubuh seiring dengan penuaan.

mengeksplorasi faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi komposisi tubuh, seperti status hormonal, aktivitas fisik, asupan nutrisi, dan faktor genetik. Penelitian lanjut diperlukan untuk mengintegrasikan faktor-faktor ini guna memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai determinan komposisi tubuh pada wanita dewasa. Investigasi lebih lanjut mengenai mekanisme molekuler yang mendasari hubungan antara trigliserida dan komposisi tubuh juga diperlukan untuk mengembangkan intervensi yang lebih *targeted* dan efektif.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa usia dan kadar trigliserida memiliki hubungan positif yang signifikan terhadap peningkatan akumulasi lemak tubuh, khususnya lemak total dan viseral, serta berkontribusi negatif terhadap penurunan massa otot rangka. Sebaliknya, kadar HDL menunjukkan hubungan negatif yang signifikan terhadap akumulasi lemak, menegaskan perannya sebagai faktor protektif dalam metabolisme lemak. Komponen lipid lain seperti LDL dan kolesterol total tidak menunjukkan hubungan yang bermakna dengan distribusi lemak maupun massa otot.

Perlu dilakukan pemantauan rutin terhadap profil lipid, terutama kadar

trigliserida dan HDL, sebagai langkah preventif terhadap perubahan komposisi tubuh yang merugikan pada wanita dewasa, khususnya yang mengalami penuaan. Intervensi berbasis gaya hidup sehat seperti peningkatan aktivitas fisik dan pengaturan nutrisi sebaiknya difokuskan pada pengendalian trigliserida dan peningkatan HDL untuk mencegah risiko gangguan metabolik dan kardiovaskular di kemudian hari. Penelitian lanjutan dengan desain longitudinal disarankan untuk menguatkan hubungan kausal yang teridentifikasi dalam studi ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andrich, D. E., Ou, Y., Melbouci, L., Leduc-Gaudet, J.-P., Auclair, N., Mercier, J., Secco, B., Tomaz, L. M., Gouspillou, G., Danialou, G., Comtois, A.-S., & St-Pierre, D. H. (2018). Altered Lipid Metabolism Impairs Skeletal Muscle Force in Young Rats Submitted to a Short-Term High-Fat Diet. *Frontiers in Physiology*, *9*.  
<https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01327>
- Barazzoni, R., Bosutti, A., Stebel, M., Cattin, M. R., Roder, E., Visintin, L., Cattin, L., Biolo, G., Zanetti, M., & Guarnieri, G. (2005). Ghrelin regulates mitochondrial-lipid metabolism gene expression and tissue fat distribution in liver and skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, *288*(1), E228–E235.  
<https://doi.org/10.1152/ajpendo.00115.2004>
- Behera, S., Sharma, R., Yadav, K., Chhabra, P., Das, M., & Goel, S. (2024). Prevalence and predictors of risk factors for cardiovascular diseases among women aged 15–49 years across urban and rural India: findings from a nationwide survey. *BMC Women's Health*, *24*(1), 77.  
<https://doi.org/10.1186/s12905-023-02869-0>
- Bell, J. A., Santos Ferreira, D. L., Fraser, A., Soares, A. L. G., Howe, L. D., Lawlor, D. A., Carslake, D., Davey Smith, G., & O'Keefe, L. M. (2021). Sex differences in systemic metabolites at four life stages: cohort study with repeated metabolomics. *BMC Medicine*, *19*(1), 58.  
<https://doi.org/10.1186/s12916-021-01929-2>
- Beyene, H. B., Olshansky, G., T. Smith, A. A., Giles, C., Huynh, K., Cinel, M., Mellett, N. A., Cadby, G., Hung, J., Hui, J., Beilby, J., Watts, G. F., Shaw, J. S., Moses, E. K., Magliano, D. J., & Meikle, P. J. (2020). High-coverage plasma lipidomics reveals novel sex-specific lipidomic fingerprints of age and BMI: Evidence from two large population cohort studies. *PLOS Biology*, *18*(9), e3000870.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000870>
- Brites, F., Martin, M., Guillas, I., & Kontush, A. (2017). Antioxidative activity of high-density lipoprotein (HDL): Mechanistic insights into potential clinical benefit. *BBA Clinical*, *8*, 66–77.  
<https://doi.org/10.1016/j.bbacli.2017.07.002>
- Damigou, E., Kouvari, M., & Panagiotakos, D. (2023). The role of skeletal muscle mass on cardiovascular disease risk: an emerging role on modulating lipid profile. *Current Opinion in Cardiology*, *38*(4), 352–357.  
<https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000001047>
- Dastmalchi, L. N., German, C. A., & Taub, P. R. (2023). High density lipoprotein: When to rethink too much of a good thing. *American Journal of Preventive Cardiology*, *15*, 100511.  
<https://doi.org/10.1016/j.ajpc.2023.100511>
- Della Peruta, C., Lozanoska-Ochser, B., Renzini, A., Moresi, V., Sanchez Riera, C., Bouché, M., & Coletti, D. (2023). Sex Differences in Inflammation and Muscle Wasting in Aging and Disease. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(5), 4651.  
<https://doi.org/10.3390/ijms24054651>
- Elffers, T. W., de Mutsert, R., Lamb, H. J., de Roos, A., Willems van Dijk, K., Rosendaal, F. R., Jukema, J. W., & Trompet, S. (2017). Body fat distribution, in particular visceral fat, is associated with cardiometabolic risk factors in obese women. *PLOS ONE*, *12*(9), e0185403.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185403>
- Ernawati Ernawati, Joshua Kurniawan, Gunaidi, F. C., Fernando Nathaniel, Ranindita Maulya Ismah Amimah, &

- Raden Seliwat Agung Aditya. (2024). Kegiatan Skrining Indeks Massa Tubuh, Lingkar Pinggang, Dan Lingkar Pinggul Pada Usia Produktif Sebagai Deteksi Dini Obesitas Dan Komplikasi Terkait Obesitas Di Sekolah SMP Kalam Kudus. *Perigel: Jurnal Penyuluhan Masyarakat Indonesia*, 3(2), 25–32. <https://doi.org/10.56444/perigel.v3i2.1711>
- Fasero, M., & Coronado, P. J. (2025). Cardiovascular Disease Risk in Women with Menopause. *Journal of Clinical Medicine*, 14(11), 3663. <https://doi.org/10.3390/jcm14113663>
- Fenton, A. (2021). Weight, Shape, and Body Composition Changes at Menopause. *Journal of Mid-Life Health*, 12(3), 187–192. [https://doi.org/10.4103/jmh.jmh\\_123\\_21](https://doi.org/10.4103/jmh.jmh_123_21)
- Gomaschi, M., Calabresi, L., & Franceschini, G. (2016). Protective Effects of HDL Against Ischemia/Reperfusion Injury. *Frontiers in Pharmacology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fphar.2016.00002>
- González-Gil, E. M., Peruchet-Noray, L., Sedlmeier, A. M., Christakoudi, S., Biessy, C., Navionis, A.-S., Mahamat-Saleh, Y., Jaafar, R. F., Baurecht, H., Guevara, M., Etxezarreta, P. A., Verschuren, W. M. M., Boer, J. M. A., Olsen, A., Tjønneland, A., Simeon, V., Castro-Espin, C., Aune, D., Heath, A. K., ... Dossus, L. (2024). Association of body shape phenotypes and body fat distribution indexes with inflammatory biomarkers in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) and UK Biobank. *BMC Medicine*, 22(1), 334. <https://doi.org/10.1186/s12916-024-03544-3>
- Haines, M. S., Leong, A., Porneala, B. C., Meigs, J. B., & Miller, K. K. (2022). Association between muscle mass and diabetes prevalence independent of body fat distribution in adults under 50 years old. *Nutrition & Diabetes*, 12(1), 29. <https://doi.org/10.1038/s41387-022-00204-4>
- Harmadha, W. S. P., Muharram, F. R., Gaspar, R. S., Azimuth, Z., Sulistya, H. A., Firmansyah, F., Multazam, C. E. C. Z., Harits, M., & Putra, R. M. (2023). Explaining the increase of incidence and mortality from cardiovascular disease in Indonesia: A global burden of disease study analysis (2000–2019). *PLOS ONE*, 18(12), e0294128. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294128>
- Huang, Y., Gao, L., Cheng, H., Wang, X., Dong, H., Yan, Y., Zhao, X., Liu, J., Shan, X., & Mi, J. (2023). Difference of glucose and lipid metabolism abnormalities and body fat between the Chinese and USA teenagers. *Journal of Global Health*, 13, 04041. <https://doi.org/10.7189/jogh.13.04041>
- Javed, A. A., Mayhew, A. J., Shea, A. K., & Raina, P. (2019). Association Between Hormone Therapy and Muscle Mass in Postmenopausal Women. *JAMA Network Open*, 2(8), e1910154. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.10154>
- Jensen, M. D., Haymond, M. W., Rizza, R. A., Cryer, P. E., & Miles, J. M. (1989). Influence of body fat distribution on free fatty acid metabolism in obesity. *Journal of Clinical Investigation*, 83(4), 1168–1173. <https://doi.org/10.1172/JCI113997>
- Johnson, A. R., Arasu, S., & Gnanaselvam, N. A. (2021). Cardiovascular Disease Risk Factors and 10 Year Risk of Cardiovascular Events among Women over the Age of 40 Years in an Urban Underprivileged Area of Bangalore City. *Journal of Mid-Life Health*, 12(3), 225–231. [https://doi.org/10.4103/jmh.jmh\\_219\\_20](https://doi.org/10.4103/jmh.jmh_219_20)
- Keller, K., & Engelhardt, M. (2013). Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 3(4), 346–350. <https://doi.org/24596700>
- Kim, J.-H., Ha, M.-S., Ha, S.-M., & Kim, D.-Y. (2021). Aquatic Exercise Positively Affects Physiological Frailty among Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Healthcare*, 9(4), 409. <https://doi.org/10.3390/healthcare9040409>
- Knight, M. G., Anekwe, C., Washington, K., Akam, E. Y., Wang, E., & Stanford, F. C. (2021). Weight regulation in menopause. *Menopause*, 28(8), 960–965. <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000001792>
- Kodoth, V., Scaccia, S., & Aggarwal, B.

- (2022). Adverse Changes in Body Composition During the Menopausal Transition and Relation to Cardiovascular Risk: A Contemporary Review. *Women's Health Reports*, 3(1), 573–581. <https://doi.org/10.1089/whr.2021.0119>
- Luo, Y., Yang, Z., Qiu, Y., Li, X., Qin, L., Su, Q., & Mo, W. (2019). Pretreatment triglycerides-to-high density lipoprotein cholesterol ratio in postmenopausal women with endometrial cancer. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 35(5), 303–309. <https://doi.org/10.1002/kjm2.12033>
- Marlatt, K. L., Pitynski-Miller, D. R., Gavin, K. M., Moreau, K. L., Melanson, E. L., Santoro, N., & Kohrt, W. M. (2022). Body composition and cardiometabolic health across the menopause transition. *Obesity*, 30(1), 14–27. <https://doi.org/10.1002/oby.23289>
- Martin, F.-P. J., Montoliu, I., Collino, S., Scherer, M., Guy, P., Tavazzi, I., Thorimbert, A., Moco, S., Rothney, M. P., Ergun, D. L., Beaumont, M., Ginty, F., Qanadli, S. D., Favre, L., Giusti, V., & Rezzi, S. (2013). Topographical Body Fat Distribution Links to Amino Acid and Lipid Metabolism in Healthy Non-Obese Women. *PLoS ONE*, 8(9), e73445. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073445>
- Miller, R. M., Freitas, E. D. S., Heishman, A. D., Peak, K. M., Buchanan, S. R., Kellawan, J. M., Pereira, H. M., Bembem, D. A., & Bembem, M. G. (2021). Muscle Performance Changes with Age in Active Women. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 4477. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094477>
- Mitchell, W. K., Williams, J., Atherton, P., Larvin, M., Lund, J., & Narici, M. (2012). Sarcopenia, Dynapenia, and the Impact of Advancing Age on Human Skeletal Muscle Size and Strength; a Quantitative Review. *Frontiers in Physiology*, 3, 260. <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00260>
- Monda, V., Salerno, M., Fiorenzo, M., Villano, I., Viggiano, A., Sessa, F., Triggiani, A. I., Cibelli, G., Valenzano, A., Marsala, G., Zammit, C., Ruberto, M., Messina, G., Monda, M., De Luca, V., & Messina, A. (2017). Role of Sex Hormones in the Control of Vegetative and Metabolic Functions of Middle-Aged Women. *Frontiers in Physiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00773>
- Motlani, V., Motlani, G., Pamnani, S., Sahu, A., & Acharya, N. (2023). Changed Endocrinology in Postmenopausal Women: A Comprehensive View. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.51287>
- Nagao, M., Nakajima, H., Toh, R., Hirata, K., & Ishida, T. (2018). Cardioprotective Effects of High-Density Lipoprotein Beyond its Anti-Atherogenic Action. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, 25(10), 985–993. <https://doi.org/10.5551/jat.RV17025>
- 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>
- Palacios, S., Chedraui, P., Sánchez-Borrego, R., Coronado, P., & Nappi, R. E. (2024). Obesity and menopause. *Gynecological Endocrinology*, 40(1). <https://doi.org/10.1080/09513590.2024.2312885>
- Pataky, M. W., Young, W. F., & Nair, K. S. (2021). Hormonal and Metabolic Changes of Aging and the Influence of Lifestyle Modifications. *Mayo Clinic Proceedings*, 96(3), 788–814. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2020.07.033>
- Pengpid, S., & Peltzer, K. (2017). The Prevalence of Underweight, Overweight/Obesity and Their Related Lifestyle Factors in Indonesia, 2014–15. *AIMS Public Health*, 4(6), 633–649. <https://doi.org/10.3934/publichealth.2017.6.633>
- Piché, M.-E., Vasani, S. K., Hodson, L., & Karpe, F. (2018). Relevance of human fat distribution on lipid and lipoprotein metabolism and cardiovascular disease risk. *Current Opinion in Lipidology*, 29(4), 285–292. <https://doi.org/10.1097/MOL.00000000000000522>
- Quirós Cognuck, S., Reis, W. L., Silva, M., Debarba, L. K., Mecawi, A. S., de Paula, F. J. A., Rodrigues Franci, C., Elias, L. L. K., & Antunes-Rodrigues, J. (2020). Sex

- differences in body composition, metabolism-related hormones, and energy homeostasis during aging in Wistar rats. *Physiological Reports*, 8(20). <https://doi.org/10.14814/phy2.14597>
- Ramirez, M. F., Pan, A. S., Parekh, J. K., Owunna, N., Courchesne, P., Larson, M. G., Levy, D., Murabito, J. M., Ho, J. E., & Lau, E. S. (2024). Sex Differences in Protein Biomarkers and Measures of Fat Distribution. *Journal of the American Heart Association*, 13(22). <https://doi.org/10.1161/JAHA.124.000223>
- Rathnayake, N., Rathnayake, H., & Lekamwasam, S. (2022). Age-Related Trends in Body Composition among Women Aged 20–80 Years: A Cross-Sectional Study. *Journal of Obesity*, 2022, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2022/4767793>
- Ribeiro, I. C., de Lucena, E. G. P., Oliveira, A. S., & Fernandes, P. T. (2022). Physical exercise in menopause: a review of physiological changes. *Comparative Exercise Physiology*, 18(4), 275–280. <https://doi.org/10.3920/CEP220009>
- Riwanto, M., & Landmesser, U. (2013). High density lipoproteins and endothelial functions: mechanistic insights and alterations in cardiovascular disease. *Journal of Lipid Research*, 54(12), 3227–3243. <https://doi.org/10.1194/jlr.R037762>
- Sallinen, J., Pakarinen, A., Fogelholm, M., Sillanpää, E., Alen, M., Volek, J. S., Kraemer, W. J., & Häkkinen, K. (2006). Serum Basal Hormone Concentrations and Muscle Mass in Aging Women: Effects of Strength Training and Diet. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16(3), 316–331. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.16.3.316>
- Santosa, S., & Jensen, M. D. (2008). Why are we shaped differently, and why does it matter? *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 295(3), E531–E535. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.90357.2008>
- Sawicka, A., Hartmane, D., Lipinska, P., Wojtowicz, E., Lysiak-Szydłowska, W., & Olek, R. (2018). L-Carnitine Supplementation in Older Women. A Pilot Study on Aging Skeletal Muscle Mass and Function. *Nutrients*, 10(2), 255. <https://doi.org/10.3390/nu10020255>
- Shieh, A., Karlamangla, A. S., Karvonen-Gutierrez, C. A., & Greendale, G. A. (2023). Menopause-Related Changes in Body Composition Are Associated With Subsequent Bone Mineral Density and Fractures: Study of Women’s Health Across the Nation. *Journal of Bone and Mineral Research*, 38(3), 395–402. <https://doi.org/10.1002/jbmr.4759>
- Son, W.-M., Pekas, E. J., & Park, S.-Y. (2020). Twelve weeks of resistance band exercise training improves age-associated hormonal decline, blood pressure, and body composition in postmenopausal women with stage 1 hypertension: a randomized clinical trial. *Menopause*, 27(2), 199–207. <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000001444>
- Spalding, K. L., Bernard, S., Näslund, E., Salehpour, M., Possnert, G., Appelsved, L., Fu, K.-Y., Alkass, K., Druid, H., Thorell, A., Rydén, M., & Arner, P. (2017). Impact of fat mass and distribution on lipid turnover in human adipose tissue. *Nature Communications*, 8(1), 15253. <https://doi.org/10.1038/ncomms15253>
- Tchoukalova, Y. D., Koutsari, C., Votruba, S. B., Tchkonja, T., Giorgadze, N., Thomou, T., Kirkland, J. L., & Jensen, M. D. (2010). Sex- and Depot-Dependent Differences in Adipogenesis in Normal-Weight Humans. *Obesity*, 18(10), 1875–1880. <https://doi.org/10.1038/oby.2010.56>
- Velissaridou, A., Panoutsopoulou, E., Prokopiou, V., & Tsoupras, A. (2024). Cardio-Protective-Promoting Properties of Functional Foods Inducing HDL-Cholesterol Levels and Functionality. *Nutraceuticals*, 4(4), 469–502. <https://doi.org/10.3390/nutraceuticals4040028>
- Verawati, V., & Halim, L. (2020). Anthropometry Showed Better Correlation in Insulin Sensitivity Compared to 25(OH)D Levels in Indonesian Elderly. *Current Developments in Nutrition*, 4, nzaa040\_083. [https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa040\\_083](https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa040_083)
- Vergeer, M., Holleboom, A. G., Kastelein, J. J. P., & Kuivenhoven, J. A. (2010). The HDL hypothesis: does high-density

- lipoprotein protect from atherosclerosis? *Journal of Lipid Research*, 51(8), 2058–2073. <https://doi.org/10.1194/jlr.R001610>
- Wang, H.-P., Xu, Y.-Y., Xu, B.-L., Lu, J., Xia, J., Shen, T., Fang, J., & Lei, T. (2023). Correlation Between Abdominal Fat Distribution and Serum Uric Acid in Patients Recently Diagnosed with Type 2 Diabetes. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity, Volume 16*, 3751–3762. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S430235>
- Waters, D. L., Yau, C. L., Montoya, G. D., & Baumgartner, R. N. (2003). Serum Sex Hormones, IGF-1, and IGFBP3 Exert a Sexually Dimorphic Effect on Lean Body Mass in Aging. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(7), M648–M652. <https://doi.org/10.1093/gerona/58.7.M648>
- Wong, M. W. K., Braidy, N., Pickford, R., Vafaei, F., Crawford, J., Muenchhoff, J., Schofield, P., Attia, J., Brodaty, H., Sachdev, P., & Poljak, A. (2019). Plasma lipidome variation during the second half of the human lifespan is associated with age and sex but minimally with BMI. *PLOS ONE*, 14(3), e0214141. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214141>
- Zamboni, M., Armellini, F., Harris, T., Turcato, E., Micciolo, R., Bergamo-Andreis, I., & Bosello, O. (1997). Effects of age on body fat distribution and cardiovascular risk factors in women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 66(1), 111–115. <https://doi.org/10.1093/ajcn/66.1.111>
- Zhao, Q., Shen, H., Su, K.-J., Tian, Q., Zhao, L.-J., Qiu, C., Garrett, T. J., Liu, J., Kakhniashvili, D., & Deng, H.-W. (2018). A joint analysis of metabolomic profiles associated with muscle mass and strength in Caucasian women. *Aging*, 10(10), 2624–2635. <https://doi.org/10.18632/aging.101574>
- Zhou, J., Zhang, N., Zhao, L., Mohamed Soliman, M., Wu, W., Li, J., Zhou, F., & Zhang, L. (2022). Protective Effects of Honey-Processed Astragalus on Liver Injury and Gut Microbiota in Mice Induced by Chronic Alcohol Intake. *Journal of Food Quality*, 2022, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2022/5333691>