



Peningkatan *visceral adiposity index* berhubungan dengan sindrom metabolik remaja obesitas

The increased visceral adiposity index associated with metabolic syndrome in obese adolescents

Fillah Fithra Dieny, Firdananda Fikri Jauharany, A Fahmy Arif Tsani, Deny Yudi Fitranti

Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

ABSTRACT

Background: Metabolic syndrome is a complex risk factor of cardiovascular disease and diabetes mellitus type II. Metabolic syndrome scores are calculated to describe the severity of the risk of metabolic syndrome. Adipose tissue is an independent risk factor for metabolic changes related to metabolic syndrome. One indicator to calculate the distribution and fat function is through the calculation of the visceral adiposity index (VAI). **Objective:** Analyzing the correlation of VAI with metabolic syndrome score in adolescents in the City of Semarang. **Methods:** A cross-sectional study of 95 obese adolescents in Semarang City aged 12-17 years who were selected by consecutive sampling method. The inclusion criteria were students aged 12-17 years; subjects were obese based on BMI for age (BMI/U > 95th percentile CDC 2000 curves); not in chronic pain or the care of a doctor; and not on a certain diet. Data collected were waist circumference (WC), blood pressure, fasting blood sugar levels, triglyceride levels, and high-density lipoprotein (HDL) levels. Metabolic syndrome scores are calculated using metabolic syndrome risk score (cMets). VAI is calculated to measure fat distribution and dysfunction. Correlation of VAI with metabolic syndrome and the component was analyzed with the Spearman test. **Results:** VAI score has a range of 1.8-14.9 with a greater mean in female subjects. The metabolic syndrome score has a range of -5.9 to 6.3 with a greater mean in male subjects. The Spearman correlation test showed a significant relationship between VAI and HDL levels ($r=-0.427$), triglyceride levels ($r=0.914$), and metabolic syndrome scores ($r=0.439$) in male, and HDL levels ($r=-0.427$), triglyceride levels ($r=0.955$), WC ($r=0.346$), and metabolic syndrome scores ($r=0.691$) in female. **Conclusions:** VAI has a significant relationship with the metabolic syndrome score which indicates the body's metabolic profile which is getting worse, so the body's metabolic profile can be described from the magnitude of VAI.

KEYWORDS: *metabolik syndrome score; obesity; teenager; visceral adiposity index*

ABSTRAK

Latar belakang: Sindrom metabolik merupakan faktor risiko terjadinya penyakit jantung dan diabetes. Skor sindrom metabolik menggambarkan keparahan risiko terjadinya sindrom metabolik pada seseorang. Jaringan adiposa visceral merupakan faktor risiko independen terhadap perubahan metabolik terkait sindrom metabolik. Salah satu cara mengukur distribusi dan fungsi lemak melalui perhitungan visceral adiposity index (VAI). **Tujuan:** Studi ini bertujuan menganalisis korelasi VAI dengan skor sindrom metabolik pada remaja obesitas di Kota Semarang. **Metode:** Penelitian cross-sectional pada 95 remaja obesitas di Kota Semarang usia 12-17 tahun yang dipilih dengan metode consecutive sampling. Kriteria inklusi adalah siswa berusia 12-17 tahun; obesitas (IMT/U > persentil 95 kurva CDC 2000); tidak sedang sakit kronis atau dalam perawatan dokter; tidak sedang menjalani diet tertentu; dan bersedia menjadi subjek penelitian. Data yang dikumpulkan yaitu lingkar pinggang (LP), tekanan darah, kadar gula darah puasa (GDP), trigliserida (TG), dan high density lipoprotein (HDL). Skor sindrom metabolik dihitung menggunakan metabolic syndrome risk score (cMets). VAI dihitung untuk mengukur distribusi dan disfungsi lemak. Analisis hubungan menggunakan uji korelasi Spearman. **Hasil:** VAI memiliki rentang 1,8-14,9 dengan rerata yang lebih besar pada subjek perempuan. Skor sindrom metabolik berada pada rentang -5,9 hingga 6,3 dengan rerata lebih besar pada subjek laki-laki. Uji korelasi Spearman menunjukkan hubungan signifikan antara VAI dengan kadar HDL ($r=-0,427$); TG ($r=0,914$); dan skor sindrom metabolik ($r=0,439$) pada laki-laki sedangkan kadar HDL ($r=-0,427$); TG ($r=0,955$); LP ($r=0,346$); dan skor sindrom metabolik ($r=0,691$) pada subjek perempuan. **Simpulan:** Peningkatan VAI berhubungan signifikan dengan kenaikan skor sindrom metabolik yang mengindikasikan profil metabolik tubuh yang semakin buruk sehingga VAI dapat menggambarkan profil metabolik tubuh.

KATA KUNCI: skor sindrom metabolik; obesitas; remaja; *visceral adiposity index*

Korespondensi: Fillah Fithra Dieny, Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Jl. Profesor Soedhartha SH, Tembalang Semarang, Jawa Tengah, Indonesia, e-mail: fillahdieny@gmail.com Indonesia

Cara sitasi: Dieny FF, Jauharany FF, Tsani AFA, Fitranti DY. Peningkatan visceral adiposity index berhubungan dengan sindrom metabolik remaja obesitas. Jurnal Gizi Klinik Indonesia. 2020;16(4):143-151. doi: 10.22146/ijcn.51465

PENDAHULUAN

Sindrom metabolik adalah kumpulan faktor-faktor risiko kompleks yang saling terkait untuk penyakit kardiovaskular dan diabetes (1). Kejadian sindrom metabolik mengalami peningkatan prevalensi di seluruh dunia, bervariasi dari 8% menjadi 43% pada pria dan dari 7% menjadi 56% pada wanita (2). Jaringan adiposa visceral adalah organ yang aktif secara metabolik dan obesitas intra-abdominal merupakan faktor risiko independen terhadap perubahan metabolik yang terdapat sindrom metabolik (3). Keadaan ini berkaitan dengan perkembangan penyakit kardiovaskular dan diabetes mellitus tipe 2 (DM Tipe 2) pada anak-anak, remaja, dan orang dewasa (4,5). Penelitian telah melaporkan bahwa distribusi lemak tubuh lebih penting daripada jumlah lemak itu sendiri, karena jaringan lemak perut, terutama visceral, memiliki hubungan yang lebih ekspresif dengan peningkatan morbiditas (6). Menurut Profil Kesehatan Jawa Tengah 2016, remaja di Jawa Tengah tercatat 7,62% mengalami obesitas (7). Pada penelitian yang dilakukan di SMA Negeri 15 Semarang pada tahun 2015 menyatakan bahwa 68,4% subjek mengalami sindrom metabolik dan 31,6% mengalami pra-sindrom metabolik dengan prevalensi sindrom metabolik pada remaja laki-laki (69,2%) lebih besar dari pada remaja perempuan (67,7%) (8).

Evaluasi hubungan sindrom metabolik dengan obesitas visceral diteliti dalam sebuah studi pada populasi Kaukasia Eropa (3). Penelitian tersebut memvalidasi indeks obesitas visceral yang didefinisikan sebagai *visceral adiposity index* (VAI). *Visceral adiposity index* menunjukkan fungsi jaringan adiposa visceral dan peningkatannya secara independen berkorelasi dengan risiko kardiovaskular dan serebrovaskular (9). *Visceral adiposity index* adalah model matematika empiris yang dibedakan antar jenis kelamin, berdasarkan pengukuran antropometri sederhana berupa indeks massa tubuh (IMT) dan lingkaran pinggang (LP) serta parameter fungsional trigliserida (TG) dan kolesterol *high density lipoprotein* (HDL), yang menunjukkan distribusi dan fungsi lemak (10). *Visceral adiposity index* (VAI) baru-baru ini terbukti menjadi indikator distribusi dan fungsi adiposa yang secara tidak langsung mengekspresikan risiko kardiometabolik. Selain itu, VAI telah diusulkan

sebagai alat yang berguna untuk deteksi dini kondisi risiko kardiometabolik sebelum berkembang menjadi sindrom metabolik (11).

Hasil studi di Brazil juga menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara VAI dengan kadar glukosa ($r=0,258$), kadar HDL ($r=-0,550$), kadar trigliserida ($r=0,897$), dan tekanan darah diastolik pada subjek laki-laki. Pada subjek perempuan, terdapat hubungan yang signifikan antara VAI dengan kadar glukosa ($r=0,136$), kadar HDL ($r=-0,436$), dan kadar trigliserida ($r=0,825$) (12). Penelitian yang dilakukan di China pada tahun 2014 menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara VAI dengan sindrom metabolik, baik pada subjek laki-laki (OR=13,556; 95%CI: 7,563–24,298; $p<0,001$) maupun pada subjek perempuan (OR=21,458; 95%CI: 6,94–66,345; $p<0,001$) (13). Penelitian di Indonesia terkait VAI menemukan adanya korelasi antara VAI dengan kejadian diabetes mellitus tipe II, baik pada laki-laki (OR=2,29; 95%CI: 1,15–4,56; $p=0,018$) maupun pada perempuan (OR=1,95; 95%CI: 1,49–2,54; $p<0,001$) (14). Penelitian terkait VAI dan sindrom metabolik beserta komponennya pada remaja di Indonesia belum pernah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis korelasi *visceral adiposity index* (VAI) dengan peningkatan skor sindrom metabolik pada remaja di Kota Semarang.

BAHAN DAN METODE

Desain dan subjek

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif analitik dengan menggunakan empat sekolah di Kota Semarang yaitu SMA Negeri 2 Semarang, SMA Negeri 15 Semarang, SMP Ksatrian Semarang, dan SMP Nasima Semarang. Penelitian dilakukan pada bulan Maret-Juli 2019. Hasil perhitungan besar sampel untuk penelitian ini ditentukan dengan menggunakan rumus besar sampel penelitian observasional pada satu populasi dan didapatkan hasil sebesar 95 subjek. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah merupakan siswa berusia 12-17 tahun; mengalami obesitas berdasarkan persentil indeks massa tubuh menurut umur (IMT/U > persentil 95) pada kurva CDC 2000 (15); tidak sedang sakit kronis atau dalam perawatan dokter; tidak sedang menjalani diet

tertentu; dan bersedia mengisi formulir informasi dan pernyataan kesediaan sebagai subjek penelitian. Kriteria eksklusi pada penelitian ini yaitu mengundurkan diri dari subjek penelitian. Total subjek yang diperoleh sebanyak 100 subjek menggunakan teknik *consecutive sampling*, tetapi terdapat *drop out* sebanyak 5 subjek karena data tidak lengkap dan terdapat subjek yang sakit selama pengambilan data berlangsung. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran UNDIP No 373/KEPK/FK-UNDIP/VIII/2019.

Pengukuran dan pengumpulan data

Variabel bebas pada penelitian ini adalah *Visceral Adiposity Index* (VAI) sedangkan variabel terikat adalah komponen sindrom metabolik dan skor sindrom metabolik atau metabolic syndrome risk score (cMets)

Visceral adiposity index (VAI). Data VAI merupakan formula perhitungan untuk mengukur distribusi dan disfungsi lemak berdasarkan lingkaran pinggang (LP), indeks massa tubuh (IMT), kadar trigliserida (TG), dan kadar *high density lipoprotein* (HDL) dengan menggunakan persamaan berikut (10):

Laki-laki:

$$VAI = (LP / (39.68 + (1.886 * IMT))) * (TG / 1.03) * (1.31 / HDL).$$

Perempuan:

$$VAI = (LP / (36.58 + (1.896 * IMT))) * (TG / 0.81) * (1.52 / HDL).$$

Komponen sindrom metabolik. Data komponen sindrom metabolik meliputi LP, tekanan darah, kadar gula darah puasa (GDP), kadar TG, dan kadar HDL. Pengukuran LP menggunakan metline dengan ketelitian 0,1 cm. Keliling LP diperoleh melalui hasil pengukuran panjang lingkaran daerah antara tulang rusuk dengan tulang panggul melewati pusar/umbilicus (16). Ukuran LP lebih dari atau sama dengan persentil 90 dikategorikan mengalami obesitas sentral (17). Data tekanan darah subjek diukur langsung dengan menggunakan sphygmomanometer air raksa oleh tenaga ahli kesehatan. Pemeriksaan tekanan darah dilakukan setelah pasien duduk tenang selama 5 menit tidak bergerak maupun berbicara, kaki menempel di lantai, dan posisi lengan disangga setinggi jantung. Pengukuran tekanan darah dilakukan 2 kali pada lengan kanan dengan selang waktu 2 menit dan dihitung rerata

hasil kedua pengukuran. Tekanan darah tergolong tinggi apabila tekanan darah sistolik lebih dari atau sama dengan 130 mmHg dan tekanan darah diastolik lebih dari atau sama dengan 85 mmHg. Pemeriksaan sampel darah dilakukan pada subjek yang telah berpuasa selama 8-12 jam, meliputi pemeriksaan kadar GDP, TG, dan HDL. Pengambilan sampel darah melalui vena mediana cubiti sebanyak 3 cc. Kadar GDP tergolong tinggi apabila subjek memiliki kadar lebih dari atau sama dengan 110 mg/dL dan tergolong normal apabila memiliki kadar kurang dari 110 mg/dL (17). Kadar TG tergolong tinggi apabila subjek memiliki kadar lebih dari atau sama dengan 150 mg/dL dan tergolong normal apabila memiliki kadar kurang dari 150 mg/dL. Kadar kolesterol HDL tergolong rendah apabila subjek memiliki kadar kurang dari atau sama dengan 40 mg/dL dan tergolong normal apabila memiliki kadar HDL lebih dari 40 mg/dL. Pengukuran berat badan (BB) menggunakan timbangan injak digital dengan ketelitian 0,1 kg dan pengukuran tinggi badan (TB) menggunakan microtoise dengan ketelitian 0,1 cm. Data BB dan TB digunakan untuk menentukan status gizi berdasarkan persentil IMT/U.

Skor sindrom metabolik (cMets). Perhitungan skor sindrom metabolik digunakan untuk menggambarkan keparahan risiko terjadinya sindrom metabolik pada seseorang (18). Data cMetS diperoleh melalui beberapa tahap antara lain: 1) mengukur masing-masing komponen sindrom metabolik (tekanan darah, kadar glukosa darah, kadar TG, kadar HDL, dan LP); 2) melakukan standarisasi pada hasil pengukuran masing-masing komponen dalam bentuk Z-score menggunakan SPSS; 3) hasil pengukuran tekanan darah perlu dikonversi menjadi bentuk mean arterial blood pressure (MAP); 4) hasil standarisasi HDL berbanding terbalik dengan sindrom metabolik, maka Z-score HDL dikalikan -1; 5) setelah mendapatkan semua Z-Score, cMetS didapatkan dengan menjumlahkan semua Z-score dari MAP, LP, kadar TG, glukosa, dan HDL; (6) hasil cMetS yang lebih tinggi menggambarkan risiko sindrom metabolik yang lebih tinggi (19,20).

Analisis data

Analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik sampel berupa usia, berat badan, tinggi badan, IMT, jenis kelamin, LP, tekanan darah, kadar GDP, kadar

TG, kadar HDL, skor sindrom metabolik, dan VAI. Data numerik disajikan dalam bentuk rerata dan standar deviasi sedangkan data kategorik disajikan dalam bentuk persentase. Uji normalitas data menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Analisis bivariat untuk mengetahui hubungan komponen dan skor sindrom metabolik dengan VAI menggunakan uji korelasi *Rank Spearman* karena data berdistribusi tidak normal. Analisis data menggunakan program komputer SPSS dengan tingkat kemaknaan $\alpha = 0,05$.

HASIL

Karakteristik subjek penelitian

Total subjek dalam penelitian ini berjumlah 95 orang dengan rentang usia 12-17 tahun, terdiri dari 46 laki-laki dan 49 perempuan. Berdasarkan karakteristik IMT, subjek laki-laki memiliki rentang 25,2 hingga 39,7 kg/m² dengan rerata 30,43±3,59 kg/m² dan pada subjek perempuan 25,2 hingga 43,5 kg/m² dengan rerata 29,45±2,87 kg/m². Hal ini menunjukkan seluruh subjek dalam penelitian ini tergolong obesitas dan rerata IMT lebih besar pada kelompok laki-laki. Hasil perhitungan skor sindrom metabolik diketahui memiliki rentang -4,5 hingga 6,3 dengan rerata 0,96±2,26 pada subjek laki-laki

dan -5,9 hingga 6,2 pada subjek perempuan dengan rerata -0,89±2,35. Hasil perhitungan VAI pada subjek laki-laki memiliki rentang 1,8 hingga 12,2 dengan rerata 4,69±2,52 sedangkan pada subjek perempuan diketahui memiliki skor VAI 2,2 hingga 14,9 dengan rerata 6,16±2,99 (**Tabel 1**).

Sindrom metabolik terdiri atas lima komponen, yaitu LP, tekanan darah, kadar TG, GDP, dan HDL. Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran LP sebanyak 86,3% subjek tergolong obesitas sentral dan subjek perempuan memiliki persentase yang lebih tinggi (47,4%). Demikian juga dengan kadar TG tinggi dan HDL rendah yang ditemukan lebih banyak pada subjek perempuan (16,8% dan 29,5%) dibandingkan laki-laki (12,7% dan 27,3%). Berdasarkan pengukuran kadar TG dan HDL diketahui sebanyak 29,5% subjek dengan kadar TG tinggi dan 56,8% subjek yang memiliki kadar HDL rendah. Demikian juga dengan pengukuran tekanan darah menunjukkan sebanyak 52,6% memiliki tekanan darah yang tergolong tinggi. Kejadian tekanan darah tinggi pada subjek laki-laki (28,4%) tergolong lebih besar dibandingkan subjek perempuan (24,2%). Sementara kadar GDP dari sebagian besar subjek tergolong normal, hanya 6,3% subjek yang tergolong tinggi dengan kejadian lebih banyak pada laki-laki.

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian

Variabel	Laki-Laki			Perempuan		
	Min	Maks	Rerata ± SD	Min	Maks	Rerata ± SD
Usia (tahun)	13	17	14,46±1,13	12	17	14,53±1,24
Berat badan (kg)	55,0	112	82,79±13,39	58,5	100,6	70,69±8,92
Tinggi badan (cm)	142,0	176,0	164,63±8,11	143,0	175,0	154,84±6,49
Indeks massa tubuh (kg/m ²)	25,2	39,7	30,43±3,59	25,2	43,5	29,45±2,87
Lingkar pinggang (cm)	81,5	115,0	96,57±8,16	74,6	104,3	87,87±5,99
Tekanan darah sistolik (mmHg)	110	171	128,48±13,19	103	151	123,61±10,99
Tekanan darah diastolik (mmHg)	60	122	82,0± 12,53	64	119	81,63± 10,82
Kadar trigliserida (mg/dL)	62,0	330,0	135,15±63,72	55,0	226,0	123,73±46,31
Kadar gula darah puasa (mg/dL)	64,0	132,0	96,35±11,52	72,0	111,0	90,90±7,71
Kadar <i>high density lipoprotein</i> (mg/dL)	26,0	58,0	38,17±7,09	26,0	53,0	37,57±6,25
<i>Mean arterial blood pressure</i> (MAP)	77	134	97,54±11,71	78	130	95,71±10,08
Z-score MAP	-1,80	3,43	0,08±1,08	-1,71	3,07	-0,08±0,92
Z-score lingkar pinggang	-1,27	2,75	0,54±0,98	-2,1	1,46	-0,51±0,72
Z-score trigliserida	-1,21	3,62	0,11±1,15	-1,34	1,74	-0,09±0,84
Z-score gula darah puasa (GDP)	-2,93	3,82	0,28±1,14	-2,14	1,73	-0,26±0,77
Z-score <i>high density lipoprotein</i> (HDL)	-1,78	3,03	0,04±1,06	-1,78	2,28	-0,04±0,94
Skor sindrom metabolik	-4,5	6,3	0,96±2,66	-5,9	6,2	-0,89±2,35
<i>Visceral adiposity index</i>	1,8	12,2	4,69±2,52	2,2	14,9	6,16±2,99

Tabel 2. Kategori komponen sindrom metabolik

Variabel	Total (n=95)	Laki-laki (n=46)	Perempuan (n=49)
Lingkar pinggang			
Normal (persentil < 90)	13 (13,7)	9 (9,5)	4 (4,2)
Obesitas Sentral (persentil ≥ 90)	82 (86,3)	37 (38,9)	45 (47,4)
Tekanan darah			
Normal (< 130/85 mmHg)	45 (47,4)	19 (20,0)	26 (27,4)
Tinggi (≥ 130/85 mmHg)	50 (52,6)	27 (28,4)	23 (24,2)
Kadar trigliserida			
Normal (< 150 mg/dL)	67 (70,5)	34 (35,8)	33 (34,7)
Tinggi (≥ 150 mg/dL)	28 (29,5)	12 (12,7)	16 (16,8)
Kadar gula darah puasa (GDP)			
Normal (< 110 mg/dL)	89 (93,7)	41 (43,1)	48 (50,5)
Tinggi (≥ 110 mg/dL)	6 (6,3)	5 (5,3)	1 (1,1)
Kadar <i>high density lipoprotein</i> (HDL)			
Rendah (≤ 40 mg/dL)	54 (56,8)	26 (27,3)	28 (29,5)
Normal (> 40 mg/dL)	41 (43,2)	20 (21,1)	21 (22,1)
Sindrom metabolik			
Tidak sindrom metabolik	5 (5,3)	3 (3,2)	2 (2,1)
Pre sindrom metabolik	49 (51,6)	23 (24,2)	26 (27,3)
Sindrom metabolik	41 (43,2)	20 (21,1)	21 (22,1)

Tabel 3. Korelasi *visceral adiposity index* (VAI) dengan komponen sindrom metabolik dan skor sindrom metabolik

Variabel	<i>Visceral adiposity index</i> (VAI)			
	Laki-laki		Perempuan	
	p	r	p	r
Kadar <i>high density lipoprotein</i>	0,003	-0,427	0,002	-0,427
Kadar gula darah puasa	0,316	-0,151	0,934	0,012
Kadar trigliserida	<0,001	0,914	<0,001	0,955
Tekanan darah sistolik	0,576	0,085	0,563	0,085
Tekanan darah diastolik	0,102	-0,244	0,172	0,198
Lingkar pinggang	0,133	0,225	0,015	0,346
Skor sindrom metabolik	0,002	0,439	< 0,001	0,691

Berdasarkan pengukuran kelima komponen sindrom metabolik tersebut, diketahui sebanyak 51,6% subjek tergolong pre-sindrom metabolik dan sebanyak 43,2% subjek sudah mengalami sindrom metabolik. Pada subjek laki-laki dan perempuan memiliki angka kejadian sindrom metabolik yang hampir sama (21,1% vs 22,1%).

Hubungan antara skor sindrom metabolik dengan *visceral adiposity index* (VAI)

Hasil uji Spearman pada subjek laki-laki menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara VAI dengan kadar HDL (p=0,003; r=-0,427), kadar

TG (p<0,001; r=0,914), dan skor sindrom metabolik (p=0,002; r=0,691). Sementara pada subjek perempuan, diketahui terdapat hubungan yang signifikan antara VAI dengan kadar HDL (p=0,002; r= -0,427), kadar TG (p<0,001; r=0,955), LP (p=0,015; r=0,346), dan skor sindrom metabolik (p<0,001; r=0,691).

BAHASAN

Sindrom metabolik terdiri atas lima komponen, yaitu lingkar pinggang, tekanan darah, kadar trigliserida, kadar gula darah, dan kadar high density lipoprotein. Ukuran lingkar pinggang yang lebih dari normal

menunjukkan subjek mengalami obesitas sentral. Hasil penelitian ini menunjukkan kejadian obesitas sentral lebih banyak ditemukan pada subjek perempuan (47,4%) dibandingkan laki-laki (38,9%). Hal ini sesuai dengan studi sebelumnya pada 4.297 remaja yang melaporkan bahwa prevalensi obesitas sentral lebih tinggi pada remaja perempuan (6,7%; 95% CI: 5,8-7,8) daripada remaja laki-laki (4,9%; 95% CI: 3,9-6,0) (21).

Hasil pengukuran tekanan darah menunjukkan sebanyak 52,6% subjek memiliki tekanan darah yang tergolong tinggi dan persentase kejadian tekanan darah tinggi lebih banyak pada subjek laki-laki (28,4%). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya di Amerika Serikat yang menunjukkan angka kejadian hipertensi yang lebih tinggi pada remaja laki-laki daripada perempuan walaupun perbedaannya tidak signifikan (22).

Pengukuran kadar trigliserida dalam penelitian ini menunjukkan bahwa persentase subjek yang memiliki kadar trigliserida tinggi sebesar 29,5% dan jumlah kejadian pada subjek perempuan (16,8%) lebih besar daripada laki-laki (12,7%). Sejalan dengan studi pada anak dan remaja di Meksiko yang menyebutkan bahwa subjek perempuan dengan risiko kardiovaskular memiliki kadar trigliserida yang lebih tinggi ($102,5 \pm 48,6$ mg/dL) dibandingkan subjek laki-laki dengan risiko kardiovaskular yang sama ($93,6 \pm 46,8$ mg/dL) (23).

Berdasarkan kriteria sindrom metabolik, diketahui persentase kejadian sindrom metabolik antara laki-laki dan perempuan tidak jauh berbeda (21,1% vs 22,1%). Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan di India bahwa prevalensi kejadian sindrom metabolik pada laki-laki lebih tinggi (3,8%; 95% CI: 2,23 – 5,45) secara signifikan ($p=0,01$) daripada perempuan (1,62%; 95% CI: 0,62-2,62) (24).

Sindrom metabolik mewakili kompleksitas penyakit yang memiliki gejala patologis, tanda, dan faktor risiko yang saling terkait (disglukemia, dislipidemia, hipertensi arteri, dan obesitas tipe visceral) dalam perkembangan diabetes mellitus tipe 2 (DM tipe 2) dan penyakit kardiovaskular (25). Cara untuk mengevaluasi risiko kardiometabolik terkait obesitas visceral adalah dengan mencari indikator yang berguna untuk praktik klinis (12). Studi sebelumnya pada populasi Eropa

Kaukasia bertujuan untuk memvalidasi visceral adiposity index, yaitu indikator sederhana yang sangat berkorelasi dengan lemak visceral, yang diperoleh dari beberapa parameter metabolisme. Visceral adiposity index dapat menunjukkan kemungkinan disfungsi jaringan adiposa dan risiko resistensi insulin, sindrom metabolik, dan penyakit jantung koroner pada populasi sehat. Visceral adiposity index bisa menjadi alat yang mudah digunakan untuk mengevaluasi risiko kardiometabolik dalam praktik sehari-hari (10). Studi lain yang dilakukan pada populasi Kaukasia juga menunjukkan bahwa VAI berhubungan dengan risiko penyakit jantung koroner (OR=5,35; 95% CI: 1,92-14,87; $p=0,001$) (3).

Penelitian ini menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara VAI dengan skor sindrom metabolik pada subjek laki-laki ($p=0,002$; $r=0,439$) maupun subjek perempuan ($p<0,001$; $r=0,691$). Distribusi jumlah total lemak dalam tubuh penting untuk dipahami karena perbedaan lokasi jaringan adiposa terkait dengan berbagai tingkat faktor risiko kardiovaskular (26). Jaringan adiposa visceral bermanifestasi sebagai organ endokrin dengan sekresi penting zat adipokin dan vasoaktif yang mempengaruhi risiko perkembangan penyakit metabolik (27). Tubuh manusia memiliki kapasitas yang terbatas dalam menahan dan membuang hasil metabolisme lemak. Selama periode berlebihan lemak dalam tubuh, konsentrasi lemak dalam darah akan meningkat secara kronis. Keadaan ini disebut sebagai “lipid overaccumulation” yang dapat menyebabkan pengendapan lipid ektopik dalam jaringan non-adiposa, sehingga resistensi insulin dan disfungsi metabolisme lainnya akan timbul (28).

Lebih lanjut, penelitian ini tidak menemukan hubungan antara VAI dengan kadar GDP pada subjek laki-laki ($p=0,316$; $r=-0,151$) maupun subjek perempuan ($p=0,934$; $r=0,012$). Temuan ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan di Peru bahwa peningkatan kadar GDP berhubungan dengan VAI pada subjek laki-laki dan perempuan (29). Lemak visceral yang berlebihan meningkatkan risiko diabetes melalui beberapa mekanisme potensial. Lemak visceral memiliki aktivitas endokrin yang lebih besar daripada lemak subkutan, dan dianggap sebagai penanda disfungsi jaringan adiposa dan deposisi lemak ektopik dengan asam lemak

bebas dan pelepasan resistin yang berlebihan. Keadaan tersebut yang menyebabkan lipotoksitas dan resistensi insulin pada sel otot, hati, dan sel pankreas sehingga menghambat pengambilan glukosa. Selain itu, kompensasi hiperinsulinemia melalui ginjal atau mekanisme lain akan berkontribusi terhadap hiperurisemia dan hipertensi, yang mengarah pada peningkatan risiko diabetes. Selain itu, peningkatan pengiriman produk lipolitik ke hati juga akan menyebabkan proses glukoneogenesis hati. Oleh karena itu, lemak visceral berkontribusi sebagai salah satu faktor risiko diabetes (28).

Demikian juga dengan VAI dan tekanan darah yang tidak menunjukkan hubungan signifikan, baik pada subjek laki-laki maupun perempuan. Berbeda dengan studi sebelumnya yang menemukan hubungan antara VAI dengan tekanan darah ($p < 0,05$; $r = 0,283$) (30). Patofisiologi terkait hubungan tekanan darah terhadap VAI adalah lemak visceral memberikan pengaruh terhadap tekanan darah dan efeknya berkaitan dengan pelepasan adipositokin vasoaktif (misalnya angiotensinogen) dari lemak visceral, atau sebagai alternatif, dengan efek hepatic dari adipositokin yang mencapai hati pada konsentrasi tinggi dari intra-abdominal yang mengalir ke sistem portal (30).

Studi ini menemukan hubungan signifikan antara VAI dengan LP pada subjek perempuan ($p = 0,015$; $r = 0,346$), tetapi tidak pada subjek laki-laki ($p = 0,133$; $r = 0,225$). Hasil penelitian ini sedikit berbeda dengan penelitian sebelumnya di Brazil yang melaporkan hubungan signifikan antara VAI dengan LP pada subjek laki-laki maupun perempuan, dan VAI merupakan prediktor yang baik untuk obesitas abdominal (OR=1,86; 95% CI: 1,208-2,874; $p < 0,001$) (12). Lebih lanjut, subjek yang mengalami obesitas visceral biasanya memiliki status dislipidemia seperti kadar trigliserida tinggi, kadar HDL rendah, kadar kolesterol total yang relatif normal, dan peningkatan kadar non-HDL (31). Hasil studi ini menunjukkan hubungan yang signifikan antara VAI dengan kadar trigliserida pada subjek laki-laki ($p < 0,001$; $r = 0,914$) dan perempuan ($p < 0,001$; $r = 0,955$). Hubungan antara trigliserida dan akumulasi lemak visceral mungkin disebabkan oleh kombinasi peningkatan produksi trigliserida dan gangguan pengeluaran trigliserida dari sirkulasi. Pada keadaan hiperlipolitik dalam obesitas

viseral dapat menyebabkan peningkatan masuknya asam lemak ke dalam hati dan mengakibatkan kelebihan produksi trigliserida (32).

Selain itu, VAI juga berhubungan signifikan dengan kadar HDL pada subjek laki-laki ($p = 0,003$; $r = -0,427$) dan perempuan ($p = 0,002$; $r = -0,427$). Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah kadar HDL, maka semakin tinggi skor cMets. Total lemak tubuh berkaitan dengan tingkat aktivitas jaringan lipase lipoprotein yang lebih rendah. Total lemak visceral berkorelasi dengan aktivitas hepatic triglyceride lipase yang tinggi. Efek ini dapat dimediasi melalui peningkatan paparan androgen yang menyebabkan peningkatan simultan adipositas visceral dan aktivitas hepatic triglyceride lipase. Keadaan ini dikombinasikan dengan adanya simpanan lemak visceral yang menghasilkan penurunan kolesterol HDL yang signifikan yang mengakibatkan peningkatan risiko penyakit jantung koroner (33).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya di Brazil bahwa VAI berkorelasi dengan glukosa ($r = 0,136$), kadar HDL ($r = -0,436$), dan kadar trigliserida ($r = 0,825$) pada wanita sedangkan pada pria, VAI berkorelasi dengan glukosa ($r = 0,258$), kadar HDL ($r = -0,550$), kadar trigliserida ($r = 0,897$), dan tekanan darah diastolik ($r = 0,290$). Peningkatan VAI berkaitan dengan peningkatan risiko obesitas abdominal (OR=1,86), hipertrigliseridemia (OR=30,74), dan rendahnya kadar HDL (OR=3,95) (12). Penelitian ini telah menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara VAI dan skor sindrom metabolik dengan koefisien korelasi yang positif ($p < 0,001$; $r = 0,385$). Artinya, semakin tinggi nilai VAI maka semakin tinggi skor sindrom metabolik yang mengindikasikan profil metabolik tubuh yang semakin buruk.

Studi ini mampu menunjukkan bahwa VAI dapat dipertimbangkan sebagai prediktor terjadinya sindrom metabolik pada remaja dengan hanya mengukur tiga komponen terkait sindrom metabolik, yaitu lingkar pinggang, kadar trigliserida, dan kadar high density lipoprotein. Kekurangan dari penelitian ini adalah diperlukan subjek yang lebih besar untuk menguji sensitivitas indikator VAI dalam memprediksi sindrom metabolik atau kaitannya dengan gangguan kardiometabolik lainnya pada remaja.

SIMPULAN DAN SARAN

Peningkatan *visceral adiposity index* (VAI) pada remaja obesitas berkorelasi dengan kenaikan skor sindrom metabolik yang mengindikasikan profil metabolik tubuh yang semakin buruk sehingga VAI dapat menggambarkan profil metabolik tubuh. Remaja obesitas sebaiknya melakukan pencegahan agar tidak mengalami peningkatan VAI dengan mengatur pola makan yang baik dan aktif melakukan olahraga.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanani oleh Hibah Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi 2019, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi.

Pernyataan konflik kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini.

RUJUKAN

1. Eckel RH, Grundy SN, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. *Lancet*. 2005; 365(9468):1415-28. doi: 10.1016/S0140-6736(05)66378-7
2. Gelfand JM, Weinstein R, Porter SB, Neimann AL, Berlin JA, Margolis DJ. Prevalence and treatment of psoriasis in the United Kingdom: a population based study. *Arch Dermatol*. 2005;141(12):1537-41. doi: 10.1001/archderm.141.12.1537
3. Amato MC, Giordano C, Pitrone M, Galluzzo A. Cut-off points of the visceral adiposity index (VAI) identifying a visceral adipose dysfunction associated with cardiometabolic risk in a Caucasian Sicilian. *Lipids Health Dis*. 2011;10:183. doi: 10.1186/1476-511X-10-183
4. Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Salonen JT, et al. The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA*. 2002;288(1):2709-16. doi: 10.1001/jama.288.21.2709
5. Pitangueira JCD, Silva LR, de Santana MLP, da Silva MCM, Costa PRF, Assis AMO, et al. Metabolic syndrome and associated factors in children and adolescents of a Brazilian municipality. *Nutr Hosp*. 2014;29(4):865-72. doi: 10.3305/nh.2014.29.4.7206
6. Shuster A, Patlas M, Pinthus JH, Mourtzakis M. The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. *Br J Radiol*. 2012;85(1009):1-10. doi: 10.1259/bjr/38447238
7. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. Profil kesehatan Provinsi Jawa Tengah. Semarang: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah; 2016.
8. Diény FF, Widyastuti N, Fitrianti DY. Sindrom metabolik pada remaja obes: prevalensi dan hubungannya dengan kualitas diet. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*. 2015;12(1):1-11. doi: 10.22146/ijcn.22830
9. Hamdy O, Mottalib A, Morsi A, El-Sayed N, Goebel-Fabbri A, Zrebiec J, et al. Long-term effect of intensive lifestyle intervention on cardiovascular risk factors in patients with diabetes in real-world clinical practice: a 5-year longitudinal study. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2017;5(1):e000259. doi: 10.1136/bmjdr-2016-000259
10. Amato MC, Giordano C, Galia M, Criscimanna A, Vitabile S, Galluzzo A, et al. Visceral adiposity index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes Care*. 2010;33(4):920-2. doi: 10.2337/dc09-1825
11. Amato MC, Giordano C. Adiposity index: an indicator of adipose tissue dysfunction. *Int J Endocrinol*. 2014;730827. doi: 10.1155/2014/730827
12. Schuster J, Vogel P, Eckhardt C, Morelo SDB. Applicability of the visceral adiposity index (VAI) in predicting components of metabolic syndrome in young adults. *Nutr Hosp*. 2014;30(4):806-12. doi: 10.3305/nh.2014.30.4.7644
13. Chen GP, Qi JC, Wang BY, Lin X, Zhang XB, Lin QC, et al. Applicability of visceral adiposity index in predicting metabolic syndrome in adults with obstructive sleep apnea: a cross-sectional study. *BMC Pulm Med*. 2016;16:37. doi: 10.1186/s12890-016-0198-0
14. Nusrianto R, Ayundini G, Kristanti M, Astrella C, Amalina N, Soewondo P, et al. Visceral adiposity index and lipid accumulation product as a predictor of type 2 diabetes mellitus: the Bogor cohort study of non-communicable diseases risk factors. *Diabetes Res Clin Pract*. 2019;155:107998. doi: 10.1016/j.diabres.2019.107798
15. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Johnson CL, et al. 2000 CDC growth charts for the United States: methods and development. *Vital Health Stat 11*. 2002;246:1-190.
16. World Health Organization. Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation [serial online] 2008 [cited 8 Des 2018]. Available from: URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44583/9789241501491_eng.pdf;jsessionid=A02A4E060B4895695F0697F000A1AAD6?sequence=1
17. Zimmet P, Alberti KG, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents - an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes*. 2007;8(5):299-306. doi: 10.1111/j.1399-5448.2007.00271.x

18. Shi P, Goodson JM, Hartman ML, Hasturk H, Yaskell T, Welty F, et al. Continuous metabolic syndrome scores for children using salivary biomarkers. *PLoS One*. 2015;10(9): e0138979. doi: 10.1371/journal.pone.0138979
19. Okosun IS, Lyn R, Davis-Smith M, Eriksen M, Seale P. Validity of a continuous metabolic risk score as an index for modeling metabolic syndrome in adolescents. *Ann Epidemiol*. 2010;20(11):843-51. doi: 10.1016/j.annepidem.2010.08.001
20. Villa JKD, e Silva AR, Santos TSS, Ribeiro AQ, Sant'Ana LFDR. Metabolic syndrome risk assessment in children: use of a single score. *Rev Paul Pediatr*. 2015;33(2):187-93. doi: 10.1016/j.rpped.2014.11.001
21. Cavalcanti CB, Barros MV, Meneses AL, Santos CM, Azevedo AM, Guimarães FJ. Abdominal obesity in adolescents: prevalence and association with physical activity and eating habits. *Arq Bras Car*. 2010;94(3):350-6. doi: 10.1590/s0066-782x2010000300015
22. Jackson SL, Zhang Z, Wiltz JL, Loustalot F, Ritchey MD, Goodman AB, et al. Hypertension among youths—United States, 2001–2016. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2018;67(27):758-62. doi: 10.15585/mmwr.mm6727a2
23. Simental-Mendía LE, Hernández-Ronquillo G, Gómez-Díaz R, Rodríguez-Morán M, Guerrero-Romero F. The triglycerides and glucose index is associated with cardiovascular risk factors in normal-weight children and adolescents. *Pediatr Res*. 2017;82(6):920-5. doi: 10.1038/pr.2017.187
24. Singh N, Parihar RK, Saini G, Mohan SK, Sharma N, Razaq M. Prevalence of metabolic syndrome in adolescents aged 10-18 years in Jammu, J and K. *Indian J Endocrinol Metab*. 2013;17(1):133-7. doi: 10.4103/2230-8210.107849
25. Ferreira AP, Ferreira CB, Brito CJ, Pitanga FJ, Moraes CF, de Franca NM, et al. Prediction of metabolic syndrome in children through antropometric indicators. *Arq Bras Cardiol*. 2011;96(2):121-5. doi: 10.1590/s0066-782x2011005000005
26. Després JP. Body fat distribution and risk of cardiovascular disease: an update. *Circulation*. 2012;126(10):1301-13. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.067264
27. Ragino YI, Stakhneva EM, Polonskaya YV, Kashtanova EV. The role of secretory activity molecules of visceral adipocytes in abdominal obesity in the development of cardiovascular disease: a review. *Biomolecules*. 2020;10(3):374. doi: 10.3390/biom10030374
28. Bozorgmanesh M, Hadaegh F, Azizi F. Predictive performance of the visceral adiposity index for a visceral adiposity-related risk: type 2 diabetes. *Lipids Health Dis*. 2011;10:88. doi: 10.1186/1476-511X-10-88
29. Knowles KM, Paiva LL, Sanchez SE, Revilla L, Lopez T, Williams MA, et al. Waist circumference, body mass index, and other measures of adiposity in predicting cardiovascular disease risk factors among Peruvian adults. *Int J Hyperten*. 2011;2011:931402. doi: 10.4061/2011/931402
30. Stepien M, Stepien A, Banach M, Wlazel RN, Paradowski M, Rizzo M, et al. New obesity indices and adipokines in normotensive patients and patients with hypertension: comparative pilot analysis. *Angiology*. 2014;65(4):333-42. doi: 10.1177/0003319713485807
31. Tchernof A, Despre's JP. Pathophysiology of human visceral obesity: an update. *Physiol Rev*. 2013;93(1):359-404. doi: 10.1152/physrev.00033.2011
32. Huang CY, Huang HL, Yang KC, Lee LT, Yang WS, Huang KC, et al. Serum triglyceride levels independently contribute to the estimation of visceral fat amount among nondiabetic obese adults. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(23):e965. doi: 10.1097/MD.0000000000000965
33. Ebbert JO, Jensen MD. Fat depots, free fatty acids, and dyslipidemia. *Nutrients*. 2013;5(2):498-508. doi: 10.3390/nu5020498