

## **HUBUNGAN *BODY MASS INDEX* DAN PERSENTASE LEMAK TUBUH DENGAN VOLUME OKSIGEN MAKSIMAL PADA DEWASA MUDA**

Sylvia Teresa<sup>1</sup>, Sumardi Widodo<sup>2</sup>, Tri Indah Winarni<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program S-1 Ilmu Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup> Staf Pengajar Ilmu Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. 02476928010

### **ABSTRAK**

**Latar belakang** : Lemak tubuh yang berlebih dapat menurunkan status kebugaran kardiorespirasi seseorang sehingga menyebabkan obesitas dan penyakit kardiovaskuler. Oleh karena itu, diperlukan metode pengukuran lemak tubuh yang tidak invasif dan biaya relatif murah untuk mengontrol status kebugaran kardiorespirasi seseorang.  $VO_2$  maks dapat digunakan sebagai indikator status kebugaran kardiorespirasi. *Multistage fitness test* adalah salah satu metode untuk mengukur  $VO_2$  maks.

**Tujuan** : Menganalisis hubungan *Body Mass Index* (BMI) dan persentase lemak tubuh dengan  $VO_2$  maks pada dewasa muda.

**Metode** : Penelitian observasional analitik dengan pendekatan *cross sectional* dilaksanakan di stadion Universitas Diponegoro. Subjek penelitian adalah mahasiswa Universitas Diponegoro (n=96) yang sedang mengambil mata kuliah olahraga. Subjek penelitian berusia 18-25 tahun, ras Melayu-Mongoloid, memiliki BMI dalam kategori normal, atau overweight, atau obese 1. Subjek penelitian diukur tanda vital, tinggi badan, berat badan, *skinfold thickness* di 7 lokasi tubuh, dan *multistage fitness test*. Analisis statistik yang digunakan adalah uji korelasi Pearson, uji komparatif Kruskal-Wallis dilanjutkan uji post hoc Mann-Whitney, dan uji multivariat regresi linear.

**Hasil** : BMI dengan  $VO_2$  maks memiliki korelasi (r) -0.287 ( $p < 0.05$ ) sedangkan persentase lemak tubuh dengan  $VO_2$  maks memiliki koefisien korelasi -0.422 ( $p < 0.05$ ). Perbandingan nilai  $VO_2$  maks antara kelompok BMI normal, *overweight*, dan obese 1 secara keseluruhan tidak signifikan ( $p > 0.05$ ). Faktor-faktor yang berhubungan dengan nilai  $VO_2$  maks secara signifikan ( $p < 0.05$ ) diantaranya berat badan, tinggi badan, BMI dan persentase lemak tubuh.

**Kesimpulan** : BMI dan persentase lemak tubuh memiliki korelasi negatif dengan  $VO_2$  maks, semakin besar nilai BMI dan persentase lemak tubuh maka semakin kecil nilai  $VO_2$  maks.

**Kata kunci** : *Body Mass Index*, persentase lemak tubuh, volume oksigen maksimal

### **ABSTRACT**

#### **CORRELATION BETWEEN BODY MASS INDEX AND BODY FAT PERCENTAGE WITH MAXIMUM OXYGEN VOLUME IN YOUNG ADULT**

**Background** : Excess of body fat may decrease cardiorespiratory fitness resulting obesity and cardiovascular disease. Therefore, a non-invasive and a relatively low cost body fat measurement method is required to control cardiorespiratory fitness. Maximal oxygen volume ( $VO_2$  max) can be used as indicator for cardiorespiratory fitness. *Multistage fitness test* is method to measure  $VO_2$  max.

**Objective** : To analyze the correlation between BMI and body fat percentage to  $VO_2$  max in young adult.

**Method** : Analytical observational research with cross sectional approach was implemented at Diponegoro University stadium. The subjects of the study are the students of Diponegoro

University (n = 96) who were going through exercise class. Research subjects aged 18-25 years, Malay-Mongoloid race, had BMI in the normal range category, or overweight, or obese 1. Research subjects were measured vital signs, height, weight, skinfold thickness in 7 locations, and undergone multistage fitness test. Statistical analysis that had been used was Pearson correlation test, Kruskal-Wallis comparative test followed by Mann-Whitney post hoc test, and multivariate regression linear test.

**Results** : BMI with  $VO_2$  max had a correlation (r) of -0.287 ( $p < 0.05$ ) whereas body fat percentage with  $VO_2$  max has a correlation coefficient of -0.422 ( $p < 0.05$ ). The comparison of  $VO_2$  max values between normal, overweight, and obese 1 BMI groups was overall not significant ( $p > 0.05$ ). Factors correlated with  $VO_2$  max with significant values ( $p < 0.05$ ) were weight, height, BMI and body fat percentage.

**Conclusion** : BMI and body fat percentage have negative correlation with  $VO_2$  max. The increase value of BMI and body fat percentage will decrease the value of  $VO_2$  max.

**Keywords** : Body Mass Index, body fat percentage, maximum oxygen volume

## PENDAHULUAN

Komposisi tubuh adalah salah satu komponen penting yang berpengaruh terhadap kesehatan individu. Meskipun perubahan jumlah pada semua komponen tubuh akan berpengaruh pada kesehatan seseorang, namun lemak tubuh menjadi komponen yang paling berpengaruh terhadap kesehatan individu baik jangka pendek maupun jangka panjang.<sup>1,2</sup> Salah satu permasalahan yang diakibatkan karena peningkatan lemak tubuh adalah obesitas.<sup>3</sup> Prevalensi obesitas pada orang dewasa di seluruh dunia mengalami peningkatan tiap tahunnya. Menurut data Riset Kesehatan Dasar pada tahun 2013, prevalensi obesitas di Jawa Tengah berkisar 30%.<sup>4</sup> Obesitas akan meningkatkan peluang seseorang mengalami sindrom metabolik dan penyakit kardiovaskuler. Berbagai penyakit yang ditimbulkan akan

berdampak pada penurunan fungsi tubuh, disabilitas, dan bahkan kematian.<sup>3,5,6</sup>

Pengukuran lemak tubuh menjadi hal yang penting sebagai upaya pencegahan terjadinya sindrom metabolik akibat obesitas. Beberapa metode pengukuran yang ada saat ini tidak sepenuhnya akurat karena standar baku emas dalam menganalisis komposisi tubuh adalah analisis kadaver. Namun metode analisis kadaver bersifat invasif dan tidak etis jika dilakukan pada manusia.<sup>7,8</sup> Seiring perkembangan teknologi, terdapat beberapa metode pengukuran lemak tubuh secara antropometri yang bersifat tidak invasif dan tidak membutuhkan biaya mahal, diantaranya *Body Mass Index* (BMI), dan *skinfold thickness*.<sup>9,10</sup>

*Body Mass Index* (BMI) adalah salah satu metode antropometri yang paling sering dan telah banyak digunakan

untuk menilai apakah seseorang kelebihan berat badan atau obesitas. Kelebihan metode BMI adalah mudah, cepat, murah, dan tidak invasif. Namun, metode BMI telah dikritisi oleh beberapa peneliti bahwa memiliki kekurangan yaitu tidak selalu merefleksikan lemak tubuh yang sebenarnya serta memiliki keterbatasan dalam menilai seseorang yang memiliki massa non lemak tinggi namun lemak tubuh rendah.<sup>10</sup>

Metode antropometri lainnya yang juga telah banyak digunakan adalah *skinfold thickness*. Metode ini dapat digunakan untuk memperkirakan lemak tubuh dengan cara mengukur deposit lemak subkutan. Pengukuran dapat dilakukan dengan cepat dan mudah di semua kelompok usia.<sup>1,11</sup>

Lemak tubuh yang berlebihan dapat menimbulkan berbagai gangguan kardiovaskuler. Oleh karena itu, berbagai metode pengukuran lemak tubuh tersebut diperlukan untuk menjaga status kebugaran kardiorespirasi.<sup>12</sup> Kebugaran kardiorespirasi merupakan komponen penting yang menggambarkan kombinasi aktivitas fisik, genetik, dan status kesehatan seseorang.<sup>13</sup>

Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa volume oksigen maksimal ( $VO_2$  maks) merupakan standar

baku emas dalam menentukan status kebugaran kardiorespirasi. Volume oksigen maksimal dapat didefinisikan sebagai kemampuan mentransport dan mengkonsumsi oksigen dalam keadaan kelelahan.<sup>14</sup> Status kebugaran kardiorespirasi yang rendah menjadi salah satu faktor predisposisi dalam peningkatan angka kematian dini akibat gangguan kardiovaskuler.<sup>13</sup>

Beberapa faktor yang mempengaruhi  $VO_2$  maks diantaranya persentase lemak tubuh, usia, berat badan, tekanan darah, denyut nadi, dan suhu tubuh.<sup>15-17</sup> Lemak tubuh yang berlebihan dapat menyebabkan berkurangnya kebugaran kardiorespirasi melalui berbagai mekanisme seperti resistensi insulin, peningkatan sitokin pro inflamasi, dan peningkatan protrombin aktivator inhibitor.<sup>18,19</sup>

Melihat fakta bahwa semakin meningkatnya prevalensi obesitas yang mengakibatkan berbagai gangguan kardiovaskuler, maka diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai metode pengukuran lemak tubuh dan hubungannya dengan status kebugaran kardiorespirasi. Oleh karena itu, penulis mengusulkan penelitian mengenai hubungan *body mass index* dan persentase lemak tubuh dengan  $VO_2$  maks pada dewasa muda.

## METODE

Penelitian observasional dengan metode *cross sectional*. Penelitian dilaksanakan di stadion Universitas Diponegoro Semarang pada bulan Mei-Juli 2017. Kriteria inklusi penelitian ini adalah mahasiswa Universitas Diponegoro, jenis kelamin laki-laki, berusia 18-25 tahun, ras Melayu-Mongoloid, memiliki BMI kategori normal atau *overweight* atau obese 1, dan dalam keadaan sehat jasmani saat pengukuran dilakukan. Kriteria eksklusi penelitian ini adalah atlet, memiliki riwayat gangguan pernapasan, memiliki riwayat gangguan kardiovaskuler, memiliki riwayat gangguan motorik dan/atau mobilitas, memiliki riwayat anemia, dalam kondisi pasca operasi dalam 6 bulan terakhir, memiliki kebiasaan merokok dan/atau konsumsi alkohol, serta melakukan latihan fisik secara rutin. Variabel bebas penelitian ini adalah *body mass index* dan persentase lemak tubuh, sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah volume oksigen maksimal.

Sampel diambil dengan cara *purposive sampling*. Berdasarkan rumus besar sampel, didapatkan 32 sampel tiap kelompok BMI normal, *overweight*, dan obese 1. Pengambilan data dilakukan dengan pengukuran berat badan, tinggi badan, tanda vital, *skinfold thickness*, dan

*multistage fitness test*. Data berat badan dan tinggi badan yang diperoleh kemudian dimasukkan ke rumus BMI. Sedangkan data *skinfold thickness* yang diukur di 7 lokasi tubuh yaitu *subscapular, triceps, anterior thigh, chest, abdomen, midaxila, dan supraspinale* kemudian dikonversikan ke persentase lemak tubuh dengan rumus Jackson, Pollock, dan Ward serta rumus Brozek.

Data yang diperoleh kemudian dilakukan uji normalitas data dengan uji Komolgorov-Smirnov. BMI dan persentase lemak tubuh berdistribusi normal, sedangkan  $VO_2$  maks berdistribusi tidak normal. Setelah dilakukan uji asumsi linearitas, hubungan antara BMI dan persentase lemak tubuh dengan  $VO_2$  maks bersifat linear. Oleh karena itu, uji korelasi yang digunakan yaitu Pearson.

Berdasarkan uji normalitas data numerik, data BMI kategori normal tidak terdistribusi normal. Sedangkan data BMI kategori *overweight* dan BMI kategori obese 1 terdistribusi normal. Terdapat 1 kelompok data yang tidak berdistribusi normal, oleh karena itu dilakukan uji non parametrik berupa uji komparatif Kruskal-Wallis yang dilanjutkan dengan uji analisis post hoc Mann-Whitney. Kemudian dilakukan uji analisis multivariat regresi

linear terhadap faktor-faktor yang berpengaruh terhadap VO<sub>2</sub> maks. **HASIL**

**Tabel 1.** Karakteristik Subjek Penelitian

Variabel	n (%)	Rerata (SD)	Median (Min-maks)
Jenis kelamin			
Laki-laki	96 (100)	-	-
Usia (tahun)	96 (100)	19.06 (1.288)	19 (18-25)
Berat badan (kg)	96 (100)	67.028 (10.379)	65 (49-94)
Tinggi badan (cm)	96 (100)	167.863 (5.952)	167.25 (152.5-182)
Tekanan darah sistol (mmHg)	96 (100)	123.73 (11.862)	122 (90-170)
Tekanan darah diastol (mmHg)	96 (100)	81.23 (8.955)	80 (50-110)
Denyut nadi	96 (100)	79.28 (13.593)	77 (60-120)
Suhu tubuh (°C)	96 (100)	35.927 (0.779)	36 (33.4-37.5)
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	96 (100)	23.718 (2.989)	23.215 (18.59-29.9)
Persentase lemak tubuh (%)	96 (100)	21.055 (5.322)	21.035(11.31-33.25)
VO <sub>2</sub> maks (ml/kg/menit)	96 (100)	32.027 (4.999)	30.6 (23-46.8)

SD = standar deviasi, Min = minimum, Maks = maksimum

Subjek penelitian terdiri dari 96 laki-laki. Rerata usia adalah 19.06 tahun dengan standar deviasi 1.288. Rerata berat badan adalah 67.028 dengan standar deviasi sebesar 10.379. Rerata tinggi badan adalah 167.863 cm dengan standar deviasi 5.952. Rerata tekanan darah sistol adalah 123.73 mmHg dengan standar deviasi 11.862. Rerata tekanan darah diastol adalah 81.23 dengan standar deviasi 8.955. Rerata denyut nadi adalah 79.28 dengan standar deviasi 13.593. Rerata suhu tubuh adalah 35.927 °C dengan standar deviasi sebesar 0.779. Rerata body mass index adalah 23.718 kg/m<sup>2</sup> dengan standar deviasi sebesar 2.989. Rerata persentase lemak tubuh adalah 21.055% dengan

standar deviasi 5.322. Sedangkan nilai median untuk VO<sub>2</sub> maks adalah 30.6 ml/kg/menit dengan nilai minimum 23 ml/kg/menit dan nilai maksimum 46.8 ml/kg/menit.

**Tabel 2.** Korelasi BMI dan persentase lemak tubuh dengan VO<sub>2</sub> maks

Variabel	VO <sub>2</sub> maks
BMI	r= -0,287 p= 0,005*
Persentase lemak tubuh	r= -0,422 p= 0,000*

\*p<0.05 (signifikan)

Korelasi antara BMI dan VO<sub>2</sub> maks bermakna (p<0.05). Nilai korelasi Pearson sebesar -0.287 menunjukkan korelasi negatif dengan kekuatan korelasi lemah.

Sedangkan korelasi antara persentase lemak tubuh dan VO<sub>2</sub> maks bermakna (p<0.05). Nilai korelasi Pearson sebesar -

0.422 menunjukkan korelasi negatif dengan kekuatan korelasi sedang.

**Tabel 3.** Hasil komparatif nilai VO<sub>2</sub> maks pada kelompok BMI normal, *overweight*, dan obese 1.

	Rerata (Standar deviasi)	Median (Minimum-maksimum)	Nilai p
BMI normal	-	31 (26.8-46.8)	0.224
BMI <i>overweight</i>	31.65 (4.245)	-	
BMI <i>overweight</i>	31.65 (4.245)	-	0.313
BMI obese 1	30.616 (4.66)	-	
BMI normal	-	31 (26,8-46,8)	0,034*
BMI obese 1	30,616 (4,66)	-	

\*p<0.05 (signifikan)

Secara statistik tidak ada perbedaan bermakna nilai VO<sub>2</sub> maks antara kelompok BMI normal dan *overweight* (p>0.05). Selain itu secara statistik juga tidak ada perbedaan bermakna nilai VO<sub>2</sub> maks antara kelompok BMI *overweight* dan obese 1 (p>0.05). Namun secara statistik terdapat perbedaan bermakna nilai VO<sub>2</sub> maks antara kelompok BMI normal dan obese 1 (p<0.05).

**Tabel 4.** Korelasi faktor usia, berat badan, tinggi badan, tekanan darah sistol, tekanan darah diastol, denyut nadi, dan suhu tubuh dengan VO<sub>2</sub> maks

Variabel	VO2 maks	
	p	r
Usia	0.221	0.113
Berat badan	0.041*	-0.294
Tinggi badan	0.623	-0.065
Tekanan darah sistol	0.854	0.017
Tekanan darah	0.487	0.064

diastol		
Denyut nadi	0.225	0.113
Suhu tubuh	0.324	0.092

\*p<0.05 (signifikan)

Faktor berat badan berkorelasi secara bermakna dengan VO<sub>2</sub> maks. Berat badan berkorelasi negatif dengan kekuatan korelasi lemah sebesar -0.294. Sedangkan variabel lainnya berupa tinggi badan, tekanan darah sistol, tekanan darah diastol, denyut nadi, suhu tubuh, dan usia tidak memiliki korelasi yang bermakna dengan nilai VO<sub>2</sub> maks.

**PEMBAHASAN**

**Hubungan BMI dengan VO<sub>2</sub> maks pada dewasa muda**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara BMI dengan VO<sub>2</sub> maks berupa korelasi

negatif. Korelasi negatif memiliki makna bahwa semakin besar nilai BMI maka semakin kecil nilai  $VO_2$  maks.

Salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap nilai  $VO_2$  maks adalah komposisi tubuh. Komponen tubuh yang paling berpengaruh terhadap  $VO_2$  maks adalah lemak tubuh.<sup>18,26</sup> Metode antropometri yang paling sederhana, mudah, dan tidak invasif adalah BMI. Klasifikasi BMI dapat menjadi acuan dan sering digunakan untuk memperkirakan banyaknya lemak tubuh pada individu. Hal ini berdasarkan persepsi bahwa semakin besar nilai BMI maka semakin besar pula persentase lemak tubuh.<sup>22,23</sup> Semakin banyak lemak tubuh maka semakin kecil nilai  $VO_2$  maks. Sehingga semakin besar nilai BMI maka akan mempengaruhi nilai  $VO_2$  maks yaitu menjadi semakin kecil.<sup>19,21</sup>

Pada individu yang *overweight* dan obese, tubuh menjadi kurang sensitif dan terjadi penurunan kebugaran kardiorespirasi. Obesitas memberikan beban yang berat untuk jantung dengan meningkatnya LDL dan menurunnya HDL. Beban yang terlalu berat mengganggu fungsi jantung sehingga menyebabkan gagal jantung.<sup>24</sup>

#### **Hubungan persentase lemak tubuh dengan $VO_2$ maks pada dewasa muda**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara persentase lemak tubuh dengan  $VO_2$  maks pada dewasa muda. Hubungan korelasi yang didapat berupa korelasi negatif. Korelasi negatif memiliki makna bahwa semakin besar nilai persentase lemak tubuh maka semakin kecil nilai  $VO_2$  maks. Hal ini sesuai dengan hipotesis.

Metode antropometri lain yang digunakan untuk mengukur presentase lemak tubuh selain BMI adalah *skinfold thickness*. *Skinfold thickness* dapat memperkirakan jumlah lemak dalam tubuh dengan mengukur ketebalan lemak subkutan.<sup>25</sup> Semakin besar nilai persentase lemak tubuh maka semakin kecil nilai  $VO_2$  maks. Hal ini disebabkan karena terjadi penurunan fungsi organ-organ yang berperan dalam proses pengangkutan oksigen ke jaringan seperti jantung dan paru-paru.<sup>24</sup>

Beberapa mekanisme yang menyebabkan berkurangnya nilai  $VO_2$  maks akibat peningkatan persentase lemak tubuh misalnya peningkatan asam lemak bebas dari sel-sel adiposa akan menyebabkan resistensi insulin. Ketika terjadi resistensi insulin, maka transportasi glukosa dari darah ke berbagai organ terhambat. Akibatnya organ-organ tubuh tidak dapat berfungsi secara maksimal

termasuk jantung dan paru-paru dalam mendistribusikan oksigen ke jaringan tubuh lainnya.<sup>19</sup>

Peningkatan jaringan adiposa juga berhubungan dengan penurunan fungsi endotel pembuluh darah. Fungsi endotel mengacu pada kapasitas fungsional secara umum dari sel endotel pembuluh darah, terutama dalam menghasilkan dan melepaskan *nitric oxide* (NO). Berkurangnya sintesis dan/atau ketersediaan NO berhubungan dengan peningkatan permeabilitas pembuluh darah, inflamasi, adhesi, trombosis, dan berkurangnya kemampuan vasodilatasi. Selain itu abnormalitas fungsi endotel berhubungan dengan sejumlah faktor penyakit kardiovaskuler.<sup>18</sup>

Mekanisme lainnya yaitu pelepasan sitokin terutama IL-6 akan memicu inflamasi, peningkatan protrombin aktivator inhibitor-1 dari sel-sel adiposa yang berperan penting dalam proses koagulasi dan disfungsi endotel sehingga akan meningkatkan faktor risiko hipertensi dan gangguan kardiovaskuler. Gabungan beberapa mekanisme tersebut berefek negatif terhadap tingkat kebugaran kardiorespirasi karena akan mengganggu fungsi jantung, pembuluh darah, dan paru-paru dalam hal pengambilan oksigen yang dibutuhkan tubuh.<sup>18</sup>

Peningkatan lemak tubuh memberikan dampak yang signifikan hampir pada semua sistem yang ada di dalam tubuh manusia. Tingginya deposisi lemak akan mempengaruhi *cardiac output* karena terjadi penebalan ventrikel. Akibatnya jumlah darah yang dipompa menjadi lebih sedikit, oksigen yang diedarkan ke otot yang sedang bekerja juga menjadi sedikit. Deposisi lemak juga akan menghambat otot dalam menggunakan pasokan oksigen dari darah. Hal ini diperburuk dengan peningkatan resistensi pembuluh darah akibat penumpukan lemak yang dapat menghambat pendistribusian oksigen ke seluruh sel. Keseluruhan hal tersebut akan mengakibatkan berkurangnya ambilan oksigen atau  $VO_2$  maks.<sup>19</sup>

### **Perbedaan korelasi antara BMI dan persentase lemak tubuh dengan $VO_2$ maks pada dewasa muda**

Persentase lemak tubuh berkorelasi lebih kuat dengan  $VO_2$  maks daripada BMI. BMI memiliki kekuatan korelasi lemah dengan  $VO_2$  maks. Hal ini disebabkan karena penggunaan BMI sebagai parameter dalam menentukan persentase lemak tubuh memiliki beberapa kekurangan dibandingkan dengan *skinfold thickness*. BMI tidak dapat menjelaskan tentang distribusi lemak dalam tubuh maupun menggambarkan jaringan lemak

visceral. Nilai BMI yang tinggi belum tentu menggambarkan persentase lemak tubuh yang tinggi karena komposisi tubuh yang diukur dengan berat badan tidak hanya mengandung lemak tapi juga otot, tulang, air, dan jaringan lainnya.<sup>23</sup>

Persentase lemak tubuh berkorelasi sedang dengan  $VO_2$  maks. Hal ini disebabkan karena penggunaan *skinfold thickness* sebagai parameter dalam menentukan persentase lemak tubuh memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan BMI. Pengukuran *skinfold thickness* didasarkan pada prinsip bahwa terdapat hubungan antara tebal lemak subkutan dengan total lemak tubuh. Meskipun tidak mampu menjangkau lemak visceral, namun pengukuran persentase lemak tubuh dengan metode *skinfold thickness* memiliki tingkat keakuratan 80% hingga 90%.<sup>25,26</sup>

### **Perbandingan nilai $VO_2$ Maks antara kelompok BMI normal, *overweight*, dan obese i**

Terdapat perbedaan yang bermakna nilai  $VO_2$  maks antara kelompok BMI normal dan obese 1. Hasil ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa semakin besar nilai BMI maka semakin kecil nilai  $VO_2$  maks. Penelitian yang dilakukan oleh Mozaffer dkk menyatakan hasil yang sama yaitu

terdapat perbedaan yang bermakna nilai  $VO_2$  maks antara kelompok BMI normal dan obese.<sup>27</sup>

Sedangkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna nilai  $VO_2$  maks antara kelompok BMI normal-*overweight*. Hal ini tidak sesuai dengan teori dan penelitian yang ada sebelumnya oleh Hasmukh Shah dkk pada tahun 2016. Faktor yang mempengaruhi hasil yang berbeda pada penelitian ini dan penelitian sebelumnya yaitu usia subjek penelitian dan besar nilai BMI. Pada penelitian ini rentang usia antara dua kelompok BMI tidak cukup besar dibandingkan penelitian sebelumnya. Selain itu pada penelitian ini rentang BMI antara dua kelompok juga tidak cukup besar dibandingkan penelitian sebelumnya.<sup>28</sup>

Hasil penelitian ini juga menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna nilai  $VO_2$  maks antara kelompok BMI *overweight* dan obese 1. Hal ini tidak sesuai dengan teori dan penelitian yang ada sebelumnya oleh Steward dkk pada tahun 2015. Faktor yang mempengaruhi hasil yang berbeda pada penelitian ini dan penelitian sebelumnya yaitu rata-rata nilai BMI antara 2 kelompok. Pada penelitian ini, rentang BMI antara dua kelompok tidak cukup besar dibandingkan dengan penelitian

sebelumnya sehingga tidak mendukung untuk mendapatkan hasil VO<sub>2</sub> maks yang berbeda secara signifikan<sup>29</sup>

Dalam penelitian ini terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi VO<sub>2</sub> maks. Jenis kelamin, latihan fisik, riwayat anemia, kebiasaan merokok, riwayat gangguan kardiovaskuler, riwayat gangguan motorik dan / atau mobilitas, riwayat operasi, konsumsi alkohol, suhu ruang, dan kelembapan udara telah dikontrol dalam kriteria inklusi dan eksklusi. Selain itu, beberapa faktor yang tidak dikontrol kemudian dianalisis. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor yang berkorelasi secara signifikan dengan VO<sub>2</sub> maks yaitu berat badan. Sedangkan faktor-faktor yang tidak berkorelasi secara signifikan diantaranya tinggi badan, tekanan darah sistol, tekanan darah diastol, denyut nadi, suhu, dan usia.

Berat badan berkorelasi negatif dan memiliki kekuatan korelasi lemah dengan VO<sub>2</sub> maks. Hasil penelitian ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa semakin besar nilai berat badan maka semakin kecil nilai VO<sub>2</sub> maks. Semakin besar nilai berat badan maka menggambarkan semakin besar pula komposisi lemak tubuh yang terkandung dalam tubuh seseorang. Sehingga secara tidak langsung kadar lemak yang tinggi

akan menurunkan nilai VO<sub>2</sub> maks seseorang.<sup>18,21</sup>

Keterbatasan dalam penelitian ini diantaranya tidak dilakukan pengukuran langsung terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi VO<sub>2</sub> maks seperti kadar Hb, pemeriksaan fungsi kardiorespirasi, motorik, dan mobilitas, serta penilaian skor aktivitas fisik subjek penelitian. Selain itu terdapat keterbatasan dalam penilaian VO<sub>2</sub> maks yaitu penilaian *multistage fitness test* dapat dipengaruhi oleh faktor individu subjek penelitian ketika melakukan tes lari. Faktor individu ini dapat menjadi bias dalam penelitian.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

BMI dan VO<sub>2</sub> maks memiliki korelasi negatif yang signifikan dengan kekuatan korelasi lemah. Sedangkan persentase lemak tubuh memiliki korelasi negatif yang signifikan dengan kekuatan korelasi sedang. Semakin besar nilai BMI dan persentase lemak tubuh maka semakin kecil nilai VO<sub>2</sub> maks. Korelasi persentase lemak tubuh dengan VO<sub>2</sub> maks lebih kuat dibandingkan BMI dengan VO<sub>2</sub> maks. Hal ini disebabkan karena *skinfold thickness* lebih akurat dalam memprediksikan presentase lemak tubuh yang mempengaruhi nilai VO<sub>2</sub> maks. Terdapat

korelasi yang signifikan nilai VO<sub>2</sub> maks antara kelompok BMI normal dan obese 1. Sedangkan tidak terdapat korelasi yang bermakna antara kelompok BMI normal dan *overweight* serta antara kelompok BMI *overweight* dan obese 1. Faktor yang mempengaruhi nilai VO<sub>2</sub> maks secara signifikan diantaranya berat badan.

### Saran

Perlu dilakukan pengukuran langsung untuk menilai faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nilai VO<sub>2</sub> maks seperti kadar Hb, skor aktivitas fisik, gangguan fungsi kardiorespirasi, serta gangguan motorik dan/atau mobilitas. Perlu dilakukan penyebaran usia subjek penelitian yang lebih merata dalam kelompok usia dewasa muda agar dapat diketahui pengaruh usia terhadap nilai VO<sub>2</sub> maks. Perlu dilakukan pemilihan instrumen untuk menilai VO<sub>2</sub> maks yang lebih objektif dan meminimalisasi faktor subjektif dari subjek penelitian yang dapat mempengaruhi nilai VO<sub>2</sub> maks misalnya *harvard step test*, dan *cooper test*.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Ribeiro SML, Kehayias JJ. Sarcopenia and the Analysis of Body Composition. *Adv Nutr An Int Rev J* [Internet]. American Society for Nutrition; 2014 May 1;5(3):260–
2. Pulgarón ER. Childhood Obesity: A Review of Increased Risk for Physical and Psychological Comorbidities. *Clin Ther*. 2013 Jan;35(1):A18–32.
3. Chung J-Y, Kang H-T, Lee D-C, Lee H-R, Lee Y-J. Body composition and its association with cardiometabolic risk factors in the elderly: A focus on sarcopenic obesity. *Arch Gerontol Geriatr*. 2013 Jan;56(1):270–8.
4. Balitbangkes. Riset Kesehatan Dasar Tahun 2013. Jakarta; 2013
5. Danielsen K, Svendsen M, Mæhlum S. Changes in body composition, cardiovascular disease risk factors, and eating behavior after an intensive lifestyle intervention with high volume of physical. *J*. 2013
6. Landsberg L, Aronne LJ, Beilin LJ, Burke V, Igel LI, Lloyd-Jones D, et al. Obesity-related hypertension: Pathogenesis, cardiovascular risk, and treatment- A position paper of the - The Obesity Society and the American Society of Hypertension. *Obesity*. John Wiley & Sons, Inc.; 2013 Jan;21(1):8–24.
7. Steward AD, Sutton L. Body Composition in Sport, Exercise and

- Health. New York: Routledge; 2012. 1-20 p.
8. Ellis K. Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev.* 2000
  9. Melmer A, Lamina C, Tschoner A, Rössl C, Kaser S, Laimer M, et al. Body adiposity index and other indexes of body composition in the SAPHIR study: Association with cardiovascular risk factors. *Obesity.* John Wiley & Sons, Inc.; 2013 Apr;21(4):775–81.
  10. Yang T, Chu C-H, Hsieh P-C, Hsu C-H, Chou Y-C, Yang S-H, et al. The Utility of Fat Mass Index vs. Body Mass Index and Percentage of Body Fat in the Screening of Metabolic Syndrome. *Endocrine.* BioMed Central; 2013 Apr 19;43(2):351–9.
  11. Ramírez-Vélez R, López-Cifuentes M, Correa-Bautista J, González-Ruiz K, González-Jiménez E, Córdoba-Rodríguez D, et al. Triceps and Subscapular Skinfold Thickness Percentiles and Cut-Offs for Overweight and Obesity in a Population-Based Sample of Schoolchildren and Adolescents in Bogota, Colombia. *Nutrients.* Multidisciplinary Digital Publishing Institute; 2016 Sep 24;8(10):595.
  12. Shete AN, Bute SS, Deshmukh PR. A Study of VO<sub>2</sub> Max and Body Fat Percentage in Female Athletes. *J Clin Diagn Res. JCDR Research & Publications Private Limited;* 2014 Dec;8(12):BC01–3.
  13. Sloan R, Haaland B, Leung C, Padmanabhan U. Cross-validation of a non-exercise measure for cardiorespiratory fitness in Singaporean adults. *Singapore Med J.* 2013
  14. Koutlianos N, Dimitros E, Metaxas T, Cansiz M, Deligiannis A, Kouidi E. Indirect estimation of VO<sub>2</sub>max in athletes by ACSM's equation: valid or not? *Hippokratia.* Hippokratia General Hospital of Thessaloniki; 2013 Apr;17(2):136–40.
  15. Raine LB, Scudder MR, Saliba BJ, Kramer AF, Hillman C. Aerobic Fitness and Context Processing in Preadolescent Children. *J Phys Act Heal.* 2016 Jan;13(1):94–101.
  16. Hall JE (John E, Guyton AC. Guyton dan Hall buku ajar fisiologi kedokteran. 2014. 110 p.
  17. Sawka MN, Cheuvront SN, Kenefick RW. High skin temperature and hypohydration impair aerobic performance. *Exp Physiol.* Blackwell Publishing Ltd;

- 2012 Mar;97(3):327–32.
18. Shazia SM, Badaam KM, Deore DN. Assessment of aerobic capacity in overweight young females: A cross-sectional study. *Int J Appl basic Med Res. Medknow Publications*; 2015;5(1):18–20.
  19. Sharma M, Kamal R, Chawla K. Correlation of body composition to aerobic capacity; A cross sectional study. *IJAR*. 2016
  20. Burnett L. The Effects of Exercise-Induced Muscle Damage on Aerobic Capacity Tested Through Repeated VO<sub>2</sub>max Tests. 2014
  21. Setty P, Padmanabha B V, Doddamani BR. Correlation between obesity and cardio respiratory fitness. 2013
  22. Prado CM, Siervo M, Mire E, Heymsfield SB, Stephan BC, Broyles S, et al. A population-based approach to define body-composition phenotypes. *Am J Clin Nutr. American Society for Nutrition*; 2014 Jun 1;99(6):1369–77.
  23. Jensen SM, Mølgaard C, Ejlerskov KT, Christensen LB, Michaelsen KF, Briend A. Validity of anthropometric measurements to assess body composition, including muscle mass, in 3-year-old children from the SKOT cohort. *Matern Child Nutr*. 2015 Jul;11(3):398–408.
  24. Thakur J, Yadav R, Singh V. Influence of body composition on the dimensions of VO<sub>2</sub> max. *VSRD-TNTJ, I*. 2010
  25. Aandstad A, Holtberget K, Hageberg R, Holme I, Anderssen SA. Validity and Reliability of Bioelectrical Impedance Analysis and Skinfold Thickness in Predicting Body Fat in Military Personnel. *Mil Med. Association of Military Surgeons of the U.S.*; 2014 Feb;179(2):208–17.
  26. Johnstone AM, Faber P, Gibney ER, Lobley GE, Stubbs RJ, Siervo M. Measurement of body composition changes during weight loss in obese men using multi-frequency bioelectrical impedance analysis and multi-compartment models. *Obes Res Clin Pract*. 2014 Jan;8(1):e46–54.
  27. Hasan Z, Anwar Qureshi M, Rahim Hingorjo M, Professor F. Cardiorespiratory fitness and its association with adiposity indices in young adults. *Pak J Med Sci*. 2017;33(3).
  28. Shah H, Prajapati T, Singh S.

- Association Of Body Mass Index  
With Vo2 Max In Indian Adults. Int  
J Basic Appl Physiol. 2016;
29. Yanek LR, Vaidya D, Kral BG,  
Dobrosielski DA, Moy TF, Stewart  
KJ, et al. Lean Mass and Fat Mass  
as Contributors to Physical Fitness  
in an Overweight and Obese African  
American Population HHS Public  
Access. Ethn Dis. 2015;25(2):214–  
9.