

Hubungan Massa Otot dengan VO_2max pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan Metode *Balke Test*

Dewi Nur Fiana, Muflikha Sofiana Putri, Khairunisa Berawi,
Risal Wintoko, Fidha Rahmayani

Bagian Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Aktivitas homogen yang dilakukan mahasiswa kedokteran Universitas Lampung pada semester awal sangat berpotensi meningkatkan resiko obesitas yang dikaitkan dengan perilaku sedentari. Sedangkan aktivitas fisik sangat berperan dalam meningkatkan kebugaran dengan memperbaiki komposisi tubuh salah satunya massa otot yang sangat berperan dalam menghasilkan laju metabolisme basal dan meningkatkan nilai VO_2max . Penelitian ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara massa otot dan VO_2max pada mahasiswa kedokteran Universitas Lampung. Penelitian ini bersifat analitik korelatif dengan pendekatan *cross sectional* pada 39 sampel penelitian berjenis kelamin laki-laki pada angkatan 2022 Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Teknik sampling yang digunakan adalah *simple random sampling*. Data primer didapatkan dari pengukuran langsung terhadap komposisi tubuh termasuk massa otot dengan alat *bioelectrical impedance analysis*, serta VO_2max menggunakan metode *balke test* pada masing-masing subjek. Uji *Pearson Correlation* yang dilakukan menunjukkan korelasi antar variabel ($p < 0,000$) dengan nilai korelasi negatif sebesar $-0,714$. Massa otot memiliki keterkaitan erat dengan VO_2max dimana penurunan massa otot dan perubahan komposisi tubuh akibat kurangnya aktivitas fisik dapat menyebabkan penurunan nilai VO_2max . Namun, faktor-faktor seperti aktivitas fisik lainnya pada subjek penelitian juga dapat berpengaruh pada hasil penelitian.

Kata kunci: Massa otot, VO_2max

The Correlation between Muscle Mass and VO_2max in Medical Students of Lampung University Using Balke Test Method

Abstract

Homogeneous activities carried out by medical students of Lampung University in the first semester have the potential to increase the risk of obesity which is associated with sedentary behaviours. Meanwhile, physical activity plays a very important role in improving fitness by improving body composition, one of which is muscle mass which plays a very important role in producing basal metabolic rate and increasing VO_2max values. This study aimed to determine the correlation between muscle mass and VO_2max of medical students of Lampung University. This research was correlative analytical study with a cross sectional approach on 39 male students of study samples from the class of 2022, Faculty of Medicine, University of Lampung. The sampling technique used was simple random sampling. Primary data was obtained from direct measurements of body composition including muscle mass using a bioelectrical impedance analysis tool, as well as VO_2max using the Balke test method for each subject. The Pearson Correlation test showed a correlation between variables ($p < 0.000$) with a negative correlation value of -0.714 . Muscle mass is closely related to VO_2max , where a decrease in muscle mass and changes in body composition due to lack of physical activity can cause a decrease in VO_2max values. However, factors such as other physical activity in research subjects can also influence research results.

Keywords : Muscle mass, VO_2max

Korespondensi: Dewi Nur Fiana, Alamat Springhill Residence Ruby 1 No.6, Kemiling, Bandar Lampung, 35152, No.HP 081221645727, e-mail dewinurfiana@fk.unila.ac.id

Pendahuluan

VO_2max merupakan ukuran kapasitas maksimal tubuh seseorang dalam menggunakan oksigen saat latihan. VO_2max sering dikaitkan dengan kebugaran tubuh seseorang dan akan menurun bertahap dikarenakan berbagai faktor seperti bertambahnya usia, tingginya gaya hidup sedentari, inadkuatnya nutrisi, dan faktor lingkungan.^{1,2,3} Penelitian yang dilakukan oleh

Takken et al menunjukkan bahwa VO_2max akan menurun seiring pertambahan usia, yaitu sebanyak 0,3-0,5 mL/kg/min per tahun.^{1,4} Terdapat hubungan erat antara aktivitas fisik dan waktu sedentari terhadap nilai VO_2max .⁵

Nilai VO_2max ditemukan menurun pada kelompok remaja yang memiliki perilaku sedentari yang tinggi.⁵ Aktivitas homogen yang dilakukan

mahasiswa kedokteran Universitas Lampung pada semester awal sangat berpotensi meningkatkan resiko obesitas. Hal ini dikaitkan dengan perilaku sedentari yang merupakan gaya hidup negatif karena mahasiswa cenderung menghabiskan waktunya untuk belajar dan mengerjakan tugas sehingga menurunkan aktivitas fisik pada mahasiswa semester awal. Sedangkan aktivitas fisik sangat berperan dalam meningkatkan kebugaran dengan memperbaiki komposisi tubuh, ketahanan kardiorespiratori, dan mencegah obesitas.^{6,7} Aktivitas fisik yang rendah menurunkan kekuatan dan daya otot per unit massa otot, sehingga berdampak pada kualitas otot yang rendah.^{8,9} Penelitian yang dilakukan oleh Marcus et al menunjukkan bahwa jaringan adiposa intramuskuler memiliki dampak negatif pada fungsi kinerja fisik dan merupakan komponen penting terjadinya sarkopenia pada orang tua.⁸

Kim et al melakukan penelitian dengan membandingkan VO_2max dan massa otot aktif yang spesifik digunakan saat olahraga bersepeda (massa otot kaki) dan olahraga mendayung (massa otot tubuh), kemudian ia menemukan bahwa terdapat hubungan erat antara VO_2max dan massa otot pada kedua grup percobaan.⁴ Penelitian lain menunjukkan adanya VO_2max yang lebih besar saat latihan yang menggunakan gabungan otot lengan dan kaki daripada yang menggunakan salah satu otot saja.⁵ Sehingga hal ini menunjukkan bahwa massa otot sangat mempengaruhi besaran VO_2max yang dihasilkan.

Massa otot merupakan jaringan metabolisme aktif yang sangat berperan dalam menghasilkan laju metabolisme basal dan keluaran energi total harian. Selain itu, fungsi utama sistem kardiovaskular adalah mengantarkan oksigen ke seluruh jaringan salah satunya otot untuk berkontraksi selama latihan. Sehingga seseorang yang memiliki massa otot yang lebih besar cenderung dapat melakukan aktivitas aerobik yang memerlukan kekuatan dan ketahanan otot dengan lebih baik.

Individu dengan obesitas yang disebabkan kegiatan sedentari yang tinggi secara tidak langsung dapat menyebabkan penumpukan lemak di dalam tubuh. Sedangkan lemak tubuh memiliki kerapatan energi yang lebih rendah dibandingkan dengan otot, sehingga individu

dengan persentase lemak tubuh yang tinggi akan memiliki lebih sedikit massa otot yang efisien dalam menggunakan oksigen saat berolahraga, sehingga berdampak pada nilai VO_2max yang lebih rendah.¹⁶

Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian analitik korelatif dengan pendekatan *cross sectional* yang bertujuan untuk mengetahui hubungan massa otot terhadap VO_2max pada mahasiswa tingkat pertama di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung angkatan 2022 menggunakan metode balke test. Populasi dari penelitian ini adalah seluruh mahasiswa aktif berjenis kelamin laki-laki di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung angkatan 2022. Dengan metode pengambilan sampel yaitu *simple random sampling* didapatkan 39 subjek penelitian yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Dalam upaya melindungi hak asasi dan kesejahteraan subjek penelitian kesehatan maka penelitian ini telah mendapat persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan nomor 1396/UN26.18/PP.05.02.00/2023.

Sebelum mengukur massa otot dan nilai VO_2max , dilakukan pengumpulan data dan *informed consent* kepada seluruh subjek penelitian. Data primer yang diperoleh didapatkan dari pengukuran langsung berat badan dan tinggi badan sehingga didapatkan nilai IMT (Indeks Masa Tubuh). Pengukuran komposisi tubuh termasuk massa otot menggunakan alat *bioelectrical impedance analysis* dan *microtoise staturemeter*, sedangkan pengukuran VO_2max menggunakan metode *Balke test* yaitu subjek penelitian berlari dari garis start selama 15 menit menggunakan stopwatch, kemudian jarak yang berhasil ditempuh masing-masing subjek penelitian akan dicatat dan dimasukkan ke dalam rumus perhitungan *Balke test*, sehingga didapatkan nilai VO_2max dengan satuan (ml/kg/menit). Setelah itu, data yang diperoleh akan dilakukan pengolahan dan analisa data menggunakan uji *Pearson*.

Hasil

Karakteristik subjek penelitian terdiri dari VO_2max , indeks masa tubuh, dan massa otot.

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik Subjek	Minimal	Maksimal	Rerata
Usia (tahun)	18	20	18,31 ± 0,521
Berat badan (kg)	42,2	121,3	71,249 ± 19,972
Tinggi badan (cm)	152,9	185,1	167,682 ± 6,223
IMT (kg/m^2)	16,6	43,2	25,177 ± 6,238

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan rentang usia sampel adalah 18 tahun sampai 20 tahun. Berdasarkan data berat badan, didapatkan berat badan terendah yaitu 42,2 kg dan terbesar yaitu 121,3 kg. Sedangkan data tinggi badan terendah yaitu 152,9 cm dan tinggi badan tertinggi adalah 185,1 cm. IMT terendah yaitu 16,6 kg/m^2 , IMT tertinggi yaitu 43,2 kg/m^2 , dengan nilai rerata IMT seluruh sampel adalah 25,177 ± 6,238.

Tabel 2. Persebaran Kategori Indeks Masa Tubuh Subjek Penelitian

IMT	Jumlah	%
Underweight	4	10,25
Normal	12	30,76
Overweight	4	10,25
Obesity	19	48,71

Data Tabel 2 menunjukkan bahwa sebagian besar sampel memiliki indeks masa tubuh dengan kategori obesitas yaitu sebanyak 19 sampel, kemudian diikuti sampel yang memiliki indeks masa tubuh kategori normal yaitu 12 sampel, serta terdapat 4 sampel yang termasuk dalam kategori kurus atau underweight dan 4 sampel yang termasuk dalam kategori gemuk atau overweight.

Tabel 3. Analisis Univariat Massa Otot

Karakteristik Subjek	Min	Max	Median	Mean ± SD
Massa Otot	36,2	74,7	52,4	53,141 ± 9,16

Berdasarkan Tabel 3 dari 39 sampel ditemukan nilai minimal massa otot yaitu 36,2, nilai maksimal 74,7, nilai median 52,4, dan nilai rerata 53,141 dengan nilai rerata minimal 43,981 dan nilai rerata maksimal 62,301.

Pada Tabel 4 menunjukkan hasil normalitas data menggunakan uji Saphiro-wilk memiliki nilai Sig. > 0,05 yaitu nilai sig. VO_2max

sebesar 0,254 dan massa otot 0,415. Maka dapat disimpulkan bahwa data VO_2max dan massa otot terdistribusi normal.

Tabel 4. Uji normalitas data

	Shapiro-wilk		
	Statistik	df	Sig.
VO_2max	0,965	39	0,254
Massa Otot	0,971	39	0,415

Berdasarkan Tabel 5 telah didapatkan hasil menggunakan uji korelasi pearson dengan nilai koefisien korelasi (r) yang terbentuk adalah -0,714 dengan nilai signifikansi <0,000. Nilai signifikansi dianggap berarti apabila p <0,005. Nilai ini memiliki arti bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara massa otot dengan VO_2max . Korelasi yang terbentuk yaitu -0,714 menunjukkan korelasi negatif sangat kuat antarvariabel, artinya secara statistik hasil penelitian ini dapat diinterpretasikan menjadi semakin tinggi massa otot maka semakin rendah nilai VO_2max atau semakin rendah massa otot maka semakin tinggi nilai VO_2max .

Tabel 5. Gambaran hubungan massa otot terhadap VO_2max dengan uji korelasi pearson

		VO_2max	Massa Otot
VO_2max	Pearson korelasi	1	-0,714
	Sig. (2-tailed)	39	0,000
	N		39
Persentase Lemak Tubuh	Pearson korelasi	-0,714	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	39
	N		39

Pembahasan

Salah satu hal yang harus dipenuhi sebelum melakukan uji statistik adalah uji normalitas data. Data yang telah terdistribusi

normal akan menghasilkan data yang valid untuk menghindari hasil yang bias atau tidak akurat. Penelitian ini menggunakan uji normalitas data menggunakan Shapiro-wilk. Data terdistribusi normal jika Sig. kedua kelompok $>0,05$. Maka dapat disimpulkan data pada penelitian ini telah terdistribusi normal.

Berdasarkan uji statistik yang tercantum pada tabel 5 menunjukkan bahwa nilai $p < 0,05$ yaitu $p < 0,000$. Hal ini membuktikan bahwa terdapat korelasi kuat antara VO_2max dan massa otot pada mahasiswa kedokteran Universitas Lampung Angkatan 2022. Koefisien korelasi pada hasil penelitian didapatkan $-0,714$ yang berarti bahwa terdapat hubungan negatif yang sangat kuat antara massa otot dengan VO_2max . Hal ini dapat diinterpretasikan secara statistik yaitu semakin tinggi massa otot maka semakin rendah nilai VO_2max individu.

Menurut Kim et al kapasitas aerobik atau VO_2max sangat berhubungan erat dengan massa otot. Dalam penelitiannya menyebutkan VO_2max dipengaruhi oleh total massa otot aktif yang digunakan saat latihan, di mana semakin banyak massa otot yang terlibat maka semakin tinggi VO_2max yang dihasilkan. Selain itu, subjek yang berusia lebih tua membutuhkan detak jantung yang lebih tinggi saat latihan untuk menghasilkan VO_2max yang lebih maksimal.⁴ Banyak penelitian yang dilakukan untuk membuktikan bahwa penurunan VO_2max berkaitan langsung dengan usia. Secara umum, nilai VO_2max akan turun 10% per 10 tahun setelah usia mencapai 25 tahun.¹⁰ Sedangkan massa otot akan turun sebanyak 10% dimulai pada usia 50 tahun dan 30% pada usia 80 tahun. Penurunan massa dan kekuatan otot (*sarcopenia*) terkait usia serta perubahan komposisi tubuh lain yang diakibatkan inadekuatnya aktivitas fisik sehingga menyebabkan penurunan nilai VO_2max .¹¹ Kapasitas difusi paru yang menurun, konduktansi pembuluh darah yang memburuk, jumlah mitokondria pada otot rangka yang berkurang, massa otot dan volume *training* yang menurun pada individu usia lanjut memiliki pengaruh yang besar terhadap turunnya denyut jantung maksimal dan *stroke volume* jantung, sehingga pada akhirnya akan mempengaruhi nilai VO_2max .^{4,11,12}

Pada hasil statistik penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi massa otot maka semakin rendah nilai VO_2max atau semakin rendah massa otot maka semakin tinggi nilai VO_2max . Hal ini tentu tidak sejalan dengan banyak penelitian terdahulu. Populasi pada penelitian ini ada pada rentang usia 18-20 tahun, sedangkan penelitian terdahulu banyak dilakukan pada populasi yang lebih tua dimana terdapat kerentanan yang lebih besar terhadap kejadian *sarcopenia* akibat inadekuatnya aktivitas fisik yang dikarenakan perubahan komposisi tubuh dan kondisi penyakit degeneratif tertentu. Selain itu, waktu sedentari masing-masing subjek pada penelitian ini tidak dikaji lebih lanjut terkait aktivitas fisik di luar kegiatan belajar, sehingga data pada penelitian ini kurang representatif untuk membuktikan hubungan massa otot dengan nilai VO_2max .

Terdapat variabel lain yang lebih mempengaruhi nilai VO_2max terutama pada pasien remaja seperti *resting metabolic rate*, IMT, dan persentase lemak tubuh sebagai komponen penting dalam penilaian kesehatan individu.^{12,13,14,15} Persentase lemak tubuh yang tinggi sangat mempengaruhi kemampuan kardiorespirasi terutama saat beraktivitas sehingga akan menurunkan nilai VO_2max secara langsung. Semakin tinggi persentase lemak tubuh maka akan berdampak pada penurunan curah jantung dan penyerapan oksigen pada otot. Hal ini terkait pada jumlah jaringan lemak yang akan mengakibatkan resistensi perifer dan penyempitan pembuluh darah oleh lemak sehingga mempengaruhi ambilan oksigen oleh sel.¹⁵

Simpulan

Terdapat korelasi negatif antara massa otot dengan VO_2max pada mahasiswa tingkat pertama Fakultas Kedokteran Universitas Lampung angkatan 2022. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk membuktikan massa otot pada remaja mempengaruhi besaran nilai VO_2max yang dipadukan dengan variabel waktu sedentari masing-masing individu, serta pengukuran massa otot dengan metode lain sehingga menghindari kemungkinan bias pada hasil penelitian.

Daftar Pustaka

1. Takken T, Mylius CF, Paap D, et al. Reference values for cardiopulmonary exercise testing in healthy subjects – an updated systematic review. *Expert Rev. Cardiovasc Ther.* 2019; 17(6):413–426.
2. Yerrakalva D, Hajna S, Suhrcke M, et al. Associations between change in physical activity and sedentary time and health-related quality of life in older english adults: the EPIC-Norfolk cohort study. *Health Qual Life Outcomes.* 2023; 21(1):60.
3. Gim MN, Choi JH. The effects of weekly exercise time on VO₂max and resting metabolic rate in normal adults. *J Phys Ther Sci.* 2016; 28(4):1359-63.
4. Kim CH, Wheatley CM, Behnia M, Johnson BD. The Effect of aging on relationships between lean body mass and VO₂max in rowers. *PLoS One.* 2016; 11(8):e0160275.
5. Runacres A, MacKintosh KA, Chastin S, McNarry MA. The associations of physical activity, sedentary time, and sleep with V'O₂max in trained and untrained children and adolescents: A novel five-part compositional analysis. *PLoS One.* 2023; 18(3):e0275557.
6. Yong MH, Shin JI, Yang DJ, et al.: Comparison of physical fitness status between middle-aged and elderly male laborers according to lifestyle behaviors. *J Phys Ther Sci.* 2014; 26: 1965–9.
7. Kelley GA, Kelley KS: Effects of exercise in the treatment of overweight and obese children and adolescents: a systematic review of meta-analyses. *J Obes.* 2013; 2013: 783103.
8. Valenzuela PL, Maffiuletti NA, Tringali G, De Col A, Sartorio A. Obesity-associated poor muscle quality: prevalence and association with age, sex, and body mass index. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020; 21(1):200.
9. Brown J, Harhay M, Harhay M. The muscle quality index and mortality among males and females. *Ann Epidemiol.* 2016; 26:648–53.
10. Ladyga M, Faff J, Burkhard-Jagodzinska K. Age-related decrease of the indices of aerobic capacity in the former elite rowers and kayakers. *Biol Sport.* 2008; 25:245–61.
11. Steffl M, Bohannon RW, Sontakova L, Tufano JJ, Shiells K, Holmerova I. Relationship between sarcopenia and physical activity in older people: a systematic review and meta-analysis. *Clin Interv Aging.* 2017;12:835-45.
12. Gim MN, Choi JH. The effects of weekly exercise time on VO₂max and resting metabolic rate in normal adults. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(4):1359-63.
13. Huldani, et al. Abdominal circumference, body fat percent, and VO₂Max in pilgrims of Hulu Sungai Tengah Regency. *Journal of Physics: Conference Series.* J. Phys. 2019: 1374 0120.
14. Pribris P, Burtneck CA, Mckenzie SO, Thayer J. Trends in body fat, body mass index and physical fitness among male and female college students. *Nutrients.* 2010; 2:1075–85.
15. Mondal H, Mishra SP. Effect Of BMI, body fat percentage and fat free mass on maximal oxygen consumption in healthy young adults. *Journal of Clinical and Diagnostic Research.* 2017; 11(6):17-20.
16. Pedisic Z, et al. Physical activity and sedentary behaviors and obesity in 2010. Geneva: WHO; 2020.
17. Farooq A, Martin A, Janssen X, et al. Longitudinal changes in moderate-to-vigorous-intensity physical activity in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2020; 21(1):e12953.