

Hubungan Indeks Massa Tubuh terhadap Volume Oksigen Maksimal (VO_2max) Mahasiswa Tingkat Pertama Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

Salma Khairunnisa¹, Dewi Nur Fiana², Helmi Ismunandar³, Khairun Nisa Berawi⁴

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

²Bagian Rehabilitasi Medik, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

³Bagian Bedah Ortopedi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

⁴Bagian Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Volume oksigen maksimal (VO_2max) merupakan ambilan oksigen maksimal selama latihan. Orang dengan kebugaran yang baik memiliki nilai VO_2max lebih tinggi dan dapat melakukan aktivitas lebih kuat daripada mereka yang kebugarannya tidak baik. Indeks massa tubuh (IMT) merupakan salah satu faktor komposisi tubuh yang mempengaruhi VO_2max . VO_2max dapat diukur melalui berbagai macam metode, salah satunya adalah dengan metode *Balke test*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan indeks massa tubuh terhadap VO_2max mahasiswa tingkat pertama Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat analitik korelatif dengan pendekatan *cross sectional* menggunakan data primer yang dilakukan dalam satu kali pertemuan pada bulan November 2022. Data diperoleh dengan pengukuran indeks massa tubuh (IMT) terlebih dahulu, dan dilanjutkan dengan pengukuran VO_2max menggunakan metode *Balke test*. Penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 39 mahasiswa laki-laki Fakultas Kedokteran Universitas Lampung Angkatan 2022 yang telah melewati seleksi kriteria inklusi dan eksklusi sebelumnya. Hasil pada penelitian ini menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara indeks masa tubuh dengan VO_2max pada mahasiswa tingkat pertama Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Pada penelitian didapatkan nilai $p < 0,001$ dan koefisien korelasi sebesar $-0,812$ yang berarti terdapat hubungan korelasi negatif yang sangat kuat antarvariabel. Hubungan korelasi negatif tersebut menunjukkan bahwa semakin tingginya indeks massa tubuh (IMT) akan berakibat pada semakin rendahnya nilai VO_2max individu, begitu pula sebaliknya.

Kata kunci: *Balke test*, indeks massa tubuh, VO_2max

The Relationship of Body Mass Index to Maximal Oxygen Volume (VO_2max) in the First Grade Students of Faculty of Medicine, University of Lampung

Abstract

Maximum oxygen volume (VO_2max) is the maximum oxygen uptake during exercise. People with good fitness have higher VO_2max value and can perform activities more vigorously than those with poor fitness. Body mass index (BMI) is one of the body composition factors that affect VO_2max . VO_2max can be measured through various methods, one of which is the Balke test. This study aims to determine the relationship of body mass index to VO_2max in the first grade students of the Faculty of Medicine, University of Lampung. This research is a correlative analytic study with a cross-sectional approach using primary data which was conducted in one meeting in November 2022. The data is obtained using measuring body mass index (BMI) first, and followed by measuring VO_2max using the Balke test method. This study uses sample of 39 batch 2022 male students of the Faculty of Medicine, University of Lampung who have previously passed the inclusion and exclusion criterias. The result in this study indicates that there is a significant relationship between body mass index and VO_2max in the first grade students of the Faculty of Medicine, University of Lampung. In this study, the p value is < 0.001 and the correlation coefficient is -0.812 , which means that there is a very strong negative correlation between variables. This negative correlation relationship indicates that the higher the body mass index (BMI) will result in lower individual VO_2max values, and vice versa.

Keywords: Balke test, body mass index, VO_2max

Korespondensi: Salma Khairunnisa | Jl. Dewi Sartika No.123, Metro Utara, Metro | HP 082372510998
e-mail: salmakhrnnsa09@gmail.com

Pendahuluan

Sebagian besar mahasiswa kedokteran memiliki tingkat aktivitas fisik yang rendah

akibat kegiatan sedentari yang tinggi. Mahasiswa Fakultas Kedokteran tahun pertama cenderung memiliki kegiatan

sedentari yang lebih tinggi dibanding mahasiswa tahun kedua. Hal ini mungkin terjadi karena penyesuaian kebiasaan belajar dan beraktivitas pada mahasiswa tahun pertama yang cenderung menghabiskan sebagian besar waktunya untuk duduk dan belajar atau mengerjakan tugasnya. Selain itu, tingkat stress akibat penyesuaian pada mahasiswa tahun pertama memberikan pengaruh terhadap kebiasaan melakukan kegiatan sedentary^{1,2}.

Mahasiswa yang menghabiskan waktunya untuk kegiatan sedentari yang tinggi tersebut mayoritas memiliki indeks massa tubuh yang tergolong obesitas, sedangkan mahasiswa dengan waktu kegiatan sedentari yang rendah memiliki indeks massa tubuh normal. Hal ini diperkuat dengan ditemukannya sebanyak 30% mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia mengalami obesitas dengan tingkat aktivitas fisik yang rendah. Selain itu, pada Fakultas Kedokteran Universitas YARSI ditemukan sebanyak 54,5% mahasiswa kedokteran tahun pertama dengan jenis kelamin laki-laki memiliki indeks massa tubuh dengan kategori obesitas. Tingkat aktivitas fisik yang rendah dan indeks massa tubuh yang tinggi tersebut berakibat pada rendahnya VO_2max ¹⁻⁵.

VO_2max merupakan ambilan oksigen maksimal selama latihan. Orang dengan kebugaran yang baik memiliki nilai VO_2max lebih tinggi dan dapat melakukan aktivitas lebih kuat daripada mereka yang kebugarannya tidak baik. VO_2max dibatasi oleh kemampuan dari sistem kardiorespirasi dalam menghantar oksigen menuju otot. VO_2max dapat digunakan sebagai penanda kesehatan saat ini dan prediktor kesehatan masa depan terhadap berbagai faktor risiko penyakit tidak menular. Nilai VO_2max yang rendah menjadi salah satu faktor predisposisi yang penting dalam peningkatan angka kematian dini akibat gangguan kardiovaskular⁶⁻¹³.

VO_2max dapat dinilai dengan berbagai uji yang mengaktifkan sekelompok otot-otot besar selama uji tersebut memiliki intensitas dan durasi yang memadai untuk menibulkan transfer energi aerobik yang maksimal. Salah satu metodenya adalah *Balke test*. *Balke test*

merupakan salah satu metode pengukuran VO_2max yang pelaksanaannya cukup mudah, memerlukan peralatan yang sederhana, dan dapat digunakan untuk mengukur kebugaran banyak orang sekaligus dengan hasil yang cukup akurat dengan cara berlari sejauh-jauhnya jarak selama 15 menit^{14,15}.

VO_2max pada dasarnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya faktor genetik, latihan fisik, jenis kelamin, usia, berat badan, tinggi badan, komposisi tubuh, tekanan darah, denyut nadi, dan suhu tubuh. Indeks massa tubuh (IMT) merupakan salah satu faktor komposisi tubuh yang mempengaruhi VO_2max . Seseorang dengan indeks massa tubuh yang tinggi (*overweight*) cenderung memiliki nilai VO_2max yang rendah. Begitu pula sebaliknya, seseorang dengan indeks massa tubuh normal akan memiliki nilai VO_2max yang tinggi. Suatu penelitian mendapatkan bahwa setiap penambahan 1 kg/m² indeks massa tubuh akan menurunkan volume oksigen maksimal (VO_2max) sebesar 1,349 mlO₂/kg/menit^{4,8,10,11,13,16-20}.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat analitik korelatif dengan pendekatan *cross sectional*, dimana penelitian ini akan mencari hubungan indeks massa tubuh terhadap VO_2max mahasiswa tingkat pertama Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Penelitian ini dilakukan di Stadion Pahoman Bandar Lampung pada bulan November 2022. Pengambilan sampel penelitian ini menggunakan teknik *total sampling* dengan syarat sampel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi, yakni didapatkan sebanyak 39 orang mahasiswa laki-laki Fakultas Kedokteran Universitas Lampung angkatan 2022. Penelitian hanya diadakan dalam satu kali pertemuan, dimana subjek yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi diminta persetujuannya untuk menjadi sampel penelitian dengan menandatangani lembar *informed consent*. Penelitian ini telah telah mendapatkan persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan nomor surat 4048/UN26.18/PP.05.02.00/2022. Penelitian

ini menggunakan data primer yang diperoleh dengan pengukuran secara langsung indeks massa tubuh (IMT) dan VO_{2max} masing-masing sampel penelitian. Pengukuran indeks massa tubuh dilakukan dengan cara melakukan pengukuran berat badan menggunakan timbangan injak digital dan pengukuran tinggi badan dengan menggunakan *microtoise*, dimana nantinya hasil berat badan dan tinggi badan dikonversikan ke dalam rumus indeks massa tubuh. Pengukuran VO_{2max} dilakukan dengan menghitung jarak tempuh yang kemudian dikonversikan menggunakan rumus VO_{2max} metode Balke. Setelah itu, data yang diperoleh dilakukan pengolahan dan analisis data menggunakan uji *Spearman* dengan bantuan *software SPSS*.

Hasil

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan November tahun 2022 di Stadion Pahoman Bandar Lampung. Sampel yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 39 orang sampel. Setelah dilakukan analisis data diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian

Karakteristik Subjek	Min.	Maks.	Rerata
Usia (tahun)	18	20	18,26 ± 0,498
Berat Badan (kg)	41,3	120,9	70,64 ± 19,468
Tinggi Badan (cm)	152,9	185,1	167,7 ± 6,224

Berdasarkan tabel 1 di atas, didapatkan rentang usia sampel adalah 18 tahun sampai dengan 20 tahun dengan dominasi dari usia 18 tahun. Seluruh sampel berjenis kelamin laki-laki. Berdasarkan berat badan, didapatkan berat badan minimum sampel sebesar 41,3 kg dan berat badan maksimum sebesar 120,9 kg. Sedangkan tinggi badan minimum sampel sebesar 152,9 cm dan tinggi badan maksimum sebesar 185,1 cm.

Tabel 2. Analisis univariat indeks massa tubuh

Karakteristik Subjek	Min.	Maks.	Rerata
Indeks Massa Tubuh (kg/m^2)	16,275	41,461	24,96 ± 6,058

Berdasarkan tabel 2 di atas, didapatkan indeks massa tubuh sampel memiliki nilai minimum sebesar 16,275, nilai maksimum sebesar 41,461, nilai median sebesar 24,048, nilai rerata sebesar 24,96 ± 6,058.

Tabel 3. Persebaran kategori indeks massa tubuh responden

Kategori IMT	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Kurus	4	10,3
Normal	20	51,3
Gemuk	15	38,5
Total	39	100

Data tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar sampel memiliki indeks massa tubuh dengan kategori normal, yaitu sebanyak 20 orang, kemudian diikuti dengan sampel yang memiliki indeks massa tubuh dengan kategori gemuk (*overweight*) sebanyak 15 orang, dan kategori kurus (*underweight*) sebanyak 4 orang.

Tabel 4. Analisis univariat VO_{2max}

Karakteristik Subjek	Min.	Maks.	Rerata
VO_{2max} (ml/kg/menit)	26,82	38,25	32,546 ± 3,07

Berdasarkan tabel 3 di atas, didapatkan nilai VO_{2max} memiliki nilai minimum sebesar 26,82, nilai maksimum sebesar 38,25, nilai median sebesar 33,13, nilai rerata sebesar 32,546 ± 3,07.

Tabel 5. Persebaran kategori VO_{2max} responden

Kategori VO_{2max}	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Sangat rendah	12	30,8
Rendah	27	69,2
Total	39	100

Data tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki nilai VO_{2max} dengan kategori rendah, yaitu

sebanyak 27 orang, kemudian diikuti dengan responden yang memiliki VO_2max dengan kategori sangat rendah sebanyak 12 orang.

Tabel 6. Gambaran hubungan indeks massa tubuh terhadap vo_2max dengan uji korelasi spearman

		Indeks Massa Tubuh	VO_2max
Indeks Massa Tubuh	Koefisien Korelasi	1,000	-0,812
	Sig. (2-tailed)	39	<0,001
	N	39	39
VO_2max	Koefisien Korelasi	-0,812	1,000
	Sig. (2-tailed)	<0,001	39
	N	39	39

Berdasarkan hasil uji korelasi Spearman dalam tabel 4 di atas, didapatkan nilai koefisien korelasi -0,812 dengan nilai signifikansi <0,001. Nilai signifikansi dianggap berarti apabila $p < 0,05$. Oleh karena itu, nilai signifikansi penelitian ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, artinya terdapat korelasi yang signifikan antara indeks massa tubuh dengan VO_2max . Koefisien korelasi yang terbentuk yaitu -0,812 yang menunjukkan korelasi negatif sangat kuat antarvariabel, artinya semakin rendah indeks massa tubuh maka semakin besar nilai VO_2max . Namun, hasil penelitian menunjukkan nilai VO_2max yang lebih buruk pada indeks massa tubuh di bawah normal (*kurus/underweight*) jika dibandingkan dengan nilai VO_2max pada indeks massa tubuh normal.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa hasil nilai $p < 0.001$ (<0.05) yang berarti terdapat korelasi bermakna antara indeks massa tubuh dengan VO_2max pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung angkatan 2022. Nilai koefisien korelasi pada hasil penelitian didapatkan sebesar -0,812 yang berarti bahwa indeks massa tubuh dan VO_2max memiliki korelasi negatif sangat kuat, semakin tinggi indeks massa tubuh maka semakin rendah nilai VO_2max individu.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gantariaidha (2021) tentang hubungan profil antropometri dengan VO_2max pada mahasiswa Fakultas Kedokteran angkatan 2018 yang menyatakan bahwa terdapat hubungan antara profil antropometri berupa indeks massa tubuh dan VO_2max dengan nilai koefisien korelasi sebesar -0,513 yang berarti tingkat hubungan kuat. Hal ini juga tidak bertolak belakang dengan hasil penelitian oleh Irianto (2016) yang juga mendapatkan bahwa semakin tinggi IMT siswa maka semakin rendah kebugaran kardiorespirasinya dengan korelasi yang memiliki kekuatan hubungan kuat ($r = -0,509$) dan nilai signifikansi <0,001.

Indeks massa tubuh (IMT) merupakan antropometri untuk menilai massa tubuh yang terdiri dari tulang, otot, dan lemak. IMT adalah cara yang praktis untuk memantau status gizi orang dewasa (usia ≥ 18 tahun), khususnya yang berhubungan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan. IMT tidak dapat diterapkan pada kelompok umur yang masih tumbuh seperti bayi, anak, remaja, dan kelompok khusus seperti ibu hamil yang mengalami peningkatan berat badan ketika hamil dan olahragawan atau atlet yang sebagian besar massa tubuhnya terdiri dari otot. Selain itu, IMT pun tidak dapat diterapkan pada keadaan khusus dimana orang mengidap penyakit seperti edema, asites, dan hepatomegali²¹.

Terdapat beberapa faktor yang dapat menentukan nilai VO_2max seseorang, diantaranya yaitu usia, jenis kelamin, aktivitas fisik, dan komposisi tubuh. Faktor yang berperan cukup besar adalah komposisi tubuh yang dapat diukur dengan profil antropometri berupa indeks massa tubuh. Seseorang dengan status indeks massa tubuh yang normal akan memiliki tubuh yang lebih bugar dibanding seseorang dengan status indeks massa tubuh yang tinggi terutama obesitas. Indeks massa tubuh tinggi terutama obesitas pada seseorang akan membatasi fleksibilitasnya dalam berbagai aktivitas. Hal ini akan membuat orang dengan indeks massa tubuh yang tinggi tersebut seringkali menjalani gaya hidup yang tidak banyak bergerak,

sehingga kadar kebugaran jasmaninya lebih rendah^{13,17,22,23}.

Indeks massa tubuh yang tinggi akan menyebabkan peningkatan *low density lipoprotein* (LDL) dan penurunan *high density lipoprotein* (HDL). Beban yang terlalu berat akan mengganggu fungsi jantung. Tingginya lemak dalam tubuh terutama pada penderita obesitas akan menjadi kendala dan menimbulkan beban tambahan pada fungsi jantung. Penurunan fungsi ini akan berdampak pada turunya curah jantung. Hal ini menyebabkan lebih sedikit darah yang dipompa sehingga oksigen yang beredar ke otot juga lebih sedikit. Hal ini pun menyebabkan penurunan ambilan oksigen untuk metabolisme intraseluler, terutama sel muskuloskeletal. Karena timbunan lemak yang tidak proporsional, sistem muskuloskeletal tidak bisa memperoleh jumlah oksigen yang optimal selama latihan¹³.

Apabila nilai indeks massa tubuh seseorang tinggi dan termasuk dalam kategori *overweight* sampai obesitas, maka akan terjadi peningkatan jaringan lemak dalam tubuh. Seseorang yang memiliki indeks massa tubuh tinggi memiliki jaringan lemak yang lebih banyak dibanding jaringan otot. Jaringan adiposa adalah jaringan tubuh yang tidak terlibat langsung dalam proses pembentukan energi, sedangkan jaringan otot merupakan jaringan yang berperan aktif dalam pembentukan energi. Seseorang yang lebih banyak memiliki jaringan lemak dalam tubuh akan memiliki kemampuan menghasilkan energi yang rendah. Artinya, berat badan berlebih memiliki lebih banyak massa jaringan yang tidak aktif dan akan meningkatkan beban jaringan aktif sehingga otot akan berkontraksi lebih kuat untuk menopang kelebihan berat badan. Hal itu akan menyebabkan peningkatan konsumsi O_2 oleh otot untuk memperoleh ATP^{13,24}.

Tubuh membutuhkan ATP sebagai energi selama beraktivitas fisik. ATP diperoleh dari respirasi yang terjadi di otot, khususnya respirasi aerobik yang menghasilkan ATP paling banyak dibanding respirasi anaerobik, dimana respirasi aerobik membutuhkan oksigen untuk membentuk ATP. Dengan berat badan yang berlebih, pada saat beraktivitas fisik tubuh

membutuhkan lebih banyak lagi ATP sehingga otot akan berkontraksi lebih kuat. Hal itu akan menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen oleh otot untuk melangsungkan respirasi aerobik. Akan tetapi, peningkatan konsumsi oksigen oleh otot tersebut bersamaan dengan kurangnya suplai oksigen dari darah ke otot. Hal ini mengakibatkan persediaan oksigen semakin menipis dan akhirnya tidak cukup berlangsungnya respirasi aerobik oleh otot. Oleh karena itu, otot mengalihkan respirasi aerobik ke respirasi anaerobik yang tidak melibatkan oksigen dalam prosesnya, yaitu glikolisis anaerobik. Glikolisis anaerobik sangat bermanfaat dalam penyediaan ATP dalam waktu yang relatif cepat dan tanpa menggunakan oksigen. Namun, glikolisis anaerobik menghasilkan suatu produk akhir berupa asam laktat yang sangat merugikan karena dapat menyebabkan kelelahan otot²⁴.

Indeks massa tubuh yang tinggi terutama *overweight* dan obesitas menyebabkan terjadinya peningkatan lemak di dinding dada dan abdomen. Hal ini menyebabkan peregangan yang berlebihan pada dinding *thorax*. Peregangan dinding *thorax* yang berlebihan ini akan mengakibatkan penurunan *compliance* dinding dada, membatasi gerakan tulang-tulang kosta atau penurunan mobilitas *thorax*, serta otot pernapasan harus bekerja lebih keras untuk menghasilkan tekanan yang tinggi pada rongga pleura untuk memungkinkan aliran udara masuk saat inspirasi. Otot pernapasan yang harus bekerja lebih keras tersebut meningkatkan konsumsi O_2 dan produksi CO_2 yang akan berakibat pada peningkatan ventilasi. Kemudian, lama-kelamaan terjadi hipoventilasi karena bertambahnya retensi CO_2 ^{25,26}.

Deposisi jaringan adiposa subkutan dan *visceral* dapat menyebabkan keterbatasan ekspansi paru-paru selama inspirasi dan mengurangi kaliber saluran napas perifer sehingga saluran napas akan menyempit secara luas dan menjadi pemicu berkembangnya hipoksemia. Deposisi lemak subkutan di dada bagian atas yang paling berpengaruh pada fungsi pernapasan. Orang yang obesitas akan mengalami transmisi tekanan yang tinggi di kompartemen *intraabdominal* menuju ke toraks yang secara langsung dapat mengurangi

kapasitas residu fungsional dan volume cadangan ekspirasi sehingga mengharuskan bernapas menjadi lebih datar, dangkal, cepat, dan kurang efisien. Kurva tekanan-volume paru pada obesitas juga dapat meningkatkan kerja otot pernapasan^{25,26}.

Simpulan

Terdapat hubungan antara indeks massa tubuh dengan VO_2max pada mahasiswa tingkat pertama Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

Daftar Pustaka

1. Faiq AR, Zulhamidah Y, Widayanti E. Gambaran Sedentary Behaviour dan Indeks Massa Tubuh Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas YARSI di Masa Pendidikan Tahun Pertama dan Kedua. MAJALAH SAINSTEKES. 2018;5(2):66–73.
2. Riskawati YK, Prabowo ED, Rasyid HA. Tingkat Aktivitas Fisik Mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Tahun Kedua, Ketiga, Keempat. Majalah Kesehatan. 2018;5(1):26–32.
3. Utami TWW, Bebasari E, Ernalina Y. Relationship of Physical Activity Levels with Genesis Obesity in Faculty of Medicine University of Riau Generation 2012 & 2013. JOM FK. 2015;2(2):1–12.
4. Adidharma NC. Karakteristik Tingkat Kebugaran Kardiorespirasi Siswa Kelas 6 SD di Desa Mengwitani Tahun 2014. E-Jurnal Medika. 2016 May;5(5):1–7.
5. Diani YH. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Obesitas pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia. Jurnal Ilmiah WIDYA. 2018;5(1):1–5.
6. Tomkinson GR, Annandale M, Ferrar K. Global Changes in Cardiovascular Endurance of Children and Youth Since 1964: Systematic Analysis of 25 Million Fitness Test Results from 28 Countries. Circulation. 2013;128(22).
7. Alfarisi R. Pengaruh Kebugaran Jasmani, Aktifitas Fisik, dan Indeks Massa Tubuh Terhadap Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) Mahasiswa Kedokteran Universitas Malahayati Bandar Lampung. Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan. 2014;1(1):54–62.
8. Kalyanshetti SB, Veluru S. A cross-sectional Study of Association of Body Mass Index and VO_2 Max by Nonexercise Test in Medical Students. Natl J Physiol Pharm Pharmacol. 2017;7(2):228–31.
9. Nugraha AR, Berawi KN. Pengaruh High Intensity Interval Training (HIIT) terhadap Kebugaran Kardiorespirasi. Majority. 2017;6(1):1–5.
10. Teresa S. Hubungan Body Mass Index dan Persentase Lemak Tubuh dengan Volume Oksigen Maksimal pada Dewasa Muda [skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro; 2017.
11. Teresa S, Widodo S, Winarni TI. Hubungan Body Mass Index dan Persentase Lemak Tubuh dengan Volume Oksigen Maksimal pada Dewasa Muda. Jurnal Kedokteran Diponegoro. 2018;7(2):840–53.
12. Saniyyah A. Hubungan Status Gizi dengan Tingkat Kebugaran Kardiorespirasi pada Siswa Kelas IV dan V SDN 13 Sungai Pisang Padang [skripsi]. Padang: Universitas Andalas; 2020.
13. Gantarialdha N. Hubungan Indeks Massa Tubuh Terhadap Ketahanan Kardiorespirasi Dinyatakan dalam VO_2max . Jurnal Medika Utama. 2021;2(4):1162–8.
14. Mitchell RD, Crandall C. Validation of the 15 Minute Balke Field Test for Competitive, Adult 5K Runners: From Treadmill VO_2max Testing to Enhancing Performance. American Journal of Sports Science and Medicine. 2017;5(3):44–7.
15. Mubarak R. Efektivitas Latihan Berjalan Terhadap Kapasitas Fungsional dan Fungsi Keseimbangan pada Calon Jemaah Haji Dewasa Sehat [tesis]. Jakarta: Universitas Indonesia; 2018.
16. World Health Organization. A healthy lifestyle [Internet]. Jenewa: World Health Organization; 2010 [diperbarui tanggal 6 Mei 2010; disitasi tanggal 4 Oktober 2022]. Tersedia dari: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations>

17. Jayusfani R, Afriwardi, Yerizel E. Hubungan IMT (Indeks Massa Tubuh) dengan Ketahanan (Endurance) Kardiorespirasi pada Mahasiswa Pendidikan Dokter Unand 2009-2012. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 2015;4(2):409–14.
18. Irianto. Korelasi Indeks Massa Tubuh dengan Kebugaran Kardiorespirasi pada Siswa SMA Sutomo 2 Medan [skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara; 2016.
19. Novitasari A, Setiarini A. Hubungan Komposisi Tubuh Dengan Nilai Volume Oksigen Maksimal (VO_{2maks}) pada Atlet Pria Kelompok Usia Remaja dan Dewasa Awal (10-30 Tahun): Systematic Review. *Jurnal Kesehatan Komunitas*. 2020;6(1):7–12.
20. Weir CB, Jan A. BMI Classification Percentile and Cut Off Points. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
21. Par'i HM, Wiyono S, Harjatmo TP. Penilaian Status Gizi. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2017.
22. Alfarisi R, Rivai PP. Hubungan Indeks Massa Tubuh Terhadap Ketahanan Kardiorespirasi Diukur dari VO_{2max} pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Malahayati. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*. 2017;4(2):67–73.
23. Andriani R. Hubungan Antara Indeks Massa Tubuh dan Aktivitas Fisik dengan Volume Oksigen Maksimum [skripsi]. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta; 2016.
24. Hidayah I. Peningkatan Kadar Asam Laktat dalam Darah Sesudah Bekerja. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*. 2018;7(2):141–131.
25. Saminan. Efek Kelebihan Berat Badan terhadap Pernafasan. *Jurnal Kedokteran Nanggroe Medika*. 2019;2(4):27–33.
26. Gili SS, Pramita I, Permadi AW. Hubungan Obesitas Pada Anak Terhadap Mobilitas Thorax Saat Inspirasi Di Desa Tegal Kertha, Kecamatan Denpasar Barat, Kota Denpasar, Bali. *Physiotherapy Health Science*. 2021;3(2):58–66.