

HUBUNGAN FUNGSI PARU DENGAN TINGKAT KESANGGUPAN KARDIOVASKULER PADA MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN

RELATIONSHIP BETWEEN LUNG FUNCTION AND CARDIOVASCULAR COMPATIBILITY IN STUDENTS OF THE FACULTY OF MEDICINE, JENDERAL SOEDIRMAN UNIVERSITY

Wiwiek Fatchurohmah^{1*}, Khusnul Muflikhah¹, Mustofa¹, Susiana Candrawati¹,
Arya Indra Madani²

¹Departemen Fisiologi Fakultas Kedokteran, Universitas Jenderal Soedirman
Jl.dr. Gumbreg No1. Puurwokerto Jawa Tengah

²Jurusan Kedokteran Umum, Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Dr.Gumbreg No. 1 Purwokerto Jawa Tengah

ABSTRAK

Kesanggupan kardiovaskuler merupakan salah satu indikator kebugaran seseorang dan prediktor penyakit kardiometabolik seperti diabetes melitus, penyakit jantung koroner, dan stroke. Salah satu organ yang berperan dalam kesanggupan kardiovaskuler adalah paru. Fungsi paru berpotensi untuk menjadi prediktor tingkat kesanggupan kardiovaskuler. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan fungsi paru terhadap tingkat kesanggupan kardiovaskuler pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Soedirman. sebanyak 29 subyek laki-laki berusia 18-25 tahun menjadi subyek penelitian. Pengambilan sampel menggunakan teknik *consecutive sampling*. Fungsi paru diukur dengan pemeriksaan spirometri untuk mengetahui nilai *Forced Vital Capacity* (FVC), *Force Expiratory Volume in 1 second* (FEV1), dan rasio FEV1/FVC. Didapatkan rerata nilai persen prediksi FVC, nilai persen prediksi FEV1, rasio FEV1/FVC, dan rerata indeks kesanggupan kardiovaskuler pada subjek berturut-turut adalah $80,82 \pm 2,72\%$; $87,17 \pm 2,71\%$; $94,87 \pm 0,63\%$; $65,88 \pm 3,575$. Uji korelasi Pearson menunjukkan tidak terdapat hubungan antara FVC, FEV1, dan rasio FEV1/FVC terhadap kesanggupan kardiovaskuler, dengan nilai p berturut-turut adalah 0,324; 0,284; dan 0,231 ($p > 0,05$). Sebagai kesimpulan, tidak terdapat hubungan antara fungsi paru dengan tingkat kesanggupan kardiovaskuler pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Soedirman.

Kata kunci: fungsi paru; kebugaran; kesanggupan kardiovaskular; spirometri

ABSTRACT

*Cardiorespiratory fitness is an indicator of a person's fitness and a predictor of cardiometabolic diseases such as diabetes mellitus, coronary heart disease, and stroke. One of the organs that play a role in cardiorespiratory fitness is the lungs. Thus, lung function has the potential to be a predictor of cardiorespiratory fitness. This study aims to determine the relationship between lung function and the level of cardiorespiratory fitness in students of the Faculty of Medicine, Jenderal Soedirman University. As many as 29 male subjects aged 18-25 years became research subjects. The consecutive sampling technique was used to recruit the subjects. Lung function was measured by spirometry to determine the value of Forced Vital Capacity (FVC), Force Expiratory Volume in 1 second (FEV1), and the FEV1/FVC ratio. The average predicted percent value of FVC, FEV1 predicted percent value, FEV1/FVC ratio, and the mean cardiorespiratory fitness index in subjects were $80.82 \pm 2.72\%$; $87.17 \pm 2.71\%$; $94.87 \pm 0.63\%$; 65.88 ± 3.575 , respectively. The Pearson correlation test showed no relationship between FVC, FEV1, and the FEV1/FVC ratio on cardiorespiratory fitness, with *p* values of 0.324; 0.284; and 0.231 ($p > 0.05$), respectively. In conclusion, there is no relationship between lung function and the level of cardiorespiratory fitness in students of the Faculty of Medicine, Jenderal Soedirman University*

Keywords: *cardiorespiratory fitness; fitness; lung function; spirometry*

Penulis korespondensi:

Wiwiek Fatchurohmah,
Departemen Fisiologi FK Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Dr. Gumbreg No.1 Purwokerto
Email: wiwiek.fatchurohmah@unsoed.ac.id

PENDAHULUAN

Kebugaran fisik merupakan kondisi seseorang yang dapat melakukan aktivitas sehari-hari tanpa adanya kelelahan yang berarti. Salah satu parameter dari kebugaran fisik adalah kesanggupan kardiovaskuler, yaitu kemampuan jantung, paru, dan pembuluh darah untuk berfungsi maksimal pada proses pengambilan oksigen dan pengedaran ke jaringan tubuh. Semakin baik tingkat kesanggupan kardiovaskuler seseorang, maka semakin baik kemampuan kerja dan ketahanan terhadap kelelahan sehingga dapat melakukan aktivitas untuk jangka waktu yang lebih lama (Lee *et al.*, 2021). Selain itu, kesanggupan kardiovaskuler dapat menjadi salah satu prediktor penyakit tidak menular, seperti diabetes melitus, penyakit jantung koroner, dan stroke (Khanal *et al.*, 2019).

Sistem kardiovaskular dan sistem respirasi menyerap oksigen dari udara bebas secara maksimal dan menggunakannya untuk menghasilkan energi. Proses tersebut melalui beberapa tahap yaitu, inspirasi udara, difusi oksigen melalui membran kapiler alveoli,

pengikatan oksigen dengan hemoglobin darah, transportasi melalui sistem kardiovaskuler, difusi oksigen dari darah menuju sel otot, dan terakhir penggunaan oksigen oleh mitokondria. Meskipun kapasitas fungsional sistem kardiovaskuler tidak bisa diukur tanpa melibatkan *exercise-test*, tahapan pengambilan dan transportasi oksigen masih dapat diukur saat kondisi istirahat dengan menggunakan spirometri. Spirometri mengukur kemampuan sistem respirasi untuk menghantarkan udara ke luar maupun ke dalam paru (Dorrian et al., 2018). Parameter yang dapat diukur dengan tes spirometri diantaranya adalah *Forced Vital Capacity* (FVC), *Force Expiratory Volume One Second* (FEV1), dan FEV1/FVC (Mohammed, 2020). Semakin rendah oksigen yang diambil oleh paru, maka semakin rendah tingkat kesanggupan kardiovaskuler. Begitu pula dengan jantung, semakin rendah oksigen yang diedarkan, semakin rendah pula kesanggupan kardiovaskuler (Zeiber, 2019).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Thibri, *et al.*, (2014) ditemukan bahwa 82% mahasiswa kedokteran memiliki tingkat kesanggupan kardiovaskuler yang sangat kurang. Hal ini sejalan dengan penelitian Wulandari *et al.*, (2014) yang dilakukan pada mahasiswa kedokteran Universitas Udayana didapatkan sebanyak 53,4% termasuk ke dalam kategori sangat kurang dan 31,5% termasuk dalam kategori kurang. Rendahnya tingkat kesanggupan kardiovaskuler pada mahasiswa kedokteran disebabkan karena jadwal perkuliahan yang padat sehingga waktu yang tersedia untuk melakukan latihan fisik sedikit.

Penelitian mengenai hubungan fungsi paru terhadap kesanggupan kardiovaskuler belum banyak dilakukan. Parameter fungsi paru memiliki potensi untuk dijadikan sebagai prediktor dalam mengukur tingkat kesanggupan kardiovaskuler tanpa melibatkan aktivitas fisik. Selain itu mahasiswa kedokteran cenderung memiliki tingkat kesanggupan kardiovaskuler yang rendah. Peneliti tertarik untuk meneliti hubungan antara FVC, FEV1, dan FEV1/FVC terhadap tingkat kesanggupan kardiovaskuler pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Soedirman

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan belah lintang. Penelitian telah disetujui oleh Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Soedirman. Sebanyak lima puluh dua mahasiswi yang sehat berusia 18-21 tahun di Universitas Jenderal Soedirman direkrut untuk menjadi subyek. Semua subjek diminta mengisi kuesioner medis untuk memastikan bahwa mereka tidak memiliki penyakit yang mempengaruhi fungsi paru. Subyek diminta mengisi *informed-consent* tertulis diperoleh dari masing-masing subjek sebelum penelitian

Alat dan Bahan

Fungsi paru diukur menggunakan spirometer elektrik (*Chesgraph HI-101*). Sedangkan pengukuran kesanggupan kardiovaskular menggunakan bangku *Harvard* setinggi 19 inch (48,3 cm), dan metronom. Sebelum pengukuran kebugaran, subyek diminta mengisi kuisisioner *physical activity readiness questionnaire* (PAR-Q).

Jalannya Penelitian

Bagian ini memuat jalannya penelitian yang secara spesifik digunakan dalam penelitian. Alur kerja yang sederhana tidak perlu dibuat skema. Cara kerja yang sudah umum tidak perlu dijelaskan secara detail. Langkah penelitian yang panjang dapat dibuat dalam sub sub bab tahapan-tahapan penelitian dengan numbering angka arab.

hubungan fungsi paru dengan tingkat kesanggupan kardiovaskuler pada mahasiswa fakultas kedokteran universitas jenderal soedirman (**wiwiek fatchurohmah**)

1. Pengukuran kesanggupan kardiovaskular
Subyek diminta naik turun menggunakan bangku Harvard. Metronom diatur pada kecepatan 120x/menit. Setelah 5 menit atau mencapai kelelahan, denyut nadi subyek diukur 3 kali berturut-turut untuk menghitung indeks kesanggupan kardiovaskular.
2. Pengukuran fungsi paru
Subyek diminta berdiri tegak, dan bernafas dalam alat spirometer. Nilai persen kapasitas vital paksa (FVC) dan volume ekspirasi paksa 1 detik (FEV1) ditentukan dengan membandingkan volume terukur dengan prediksi pada tabel *Pneumobile project Indonesia*.

Analisis Data

Analisis data univariat meliputi variabel usia, indeks masa tubuh, nilai persen prediksi FVC, nilai persen prediksi FEV1, rasio FEV1/FVC, dan tingkat kesanggupan kardiovaskular. Uji normalitas menggunakan *Shaphiro-Wilk*, sedangkan korelasi antar variabel menggunakan uji *Pearson*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 29 subyek telah mengikuti keseluruhan rangkaian pengukuran variabel penelitian. Karakteristik subyek penelitian pada keseluruhan variabel dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan distribusi frekuensi subyek penelitian berdasarkan variabel dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa subjek penelitian terbanyak pada kelompok usia 18-20 tahun yaitu sebanyak 25 orang (86,2%). Subjek yang memiliki nilai persen prediksi FVC $\geq 80\%$ (restriksi paru) sejumlah 55,2%, dan sebanyak 100% subyek memiliki rasio FEV1/FVC $>70\%$ yang menunjukkan tidak ada subyek yang mengalami gangguan obstruksi pada saat pemeriksaan. Gangguan paru restriktif terjadi karena adanya gangguan atau hambatan saat proses pengembangan paru sehingga udara yang masuk dan keluar tidak maksimal. Beberapa faktor yang menyebabkan restriksi adalah tingkat aktifitas fisik yang rendah, obesitas, kebiasaan merokok, polusi udara, dan penyakit pada paru (Alam, 2020; Lutfi, 2017)

Tabel I. Karakteristik subyek penelitian

Variabel	Rerata \pm SD	Mediann	Min	Maks
Usia (tahun)	19,24 \pm 0,25	19	18	22
Berat Badan (kg)	60,64 \pm 2,48	63,8	49,5	76,9
Tinggi Badan (cm)	166,48 \pm 0,89	166	158	178
IMT (kg/m ²)	22,59 \pm 0,35	22,9	18,7	24,9
Indeks Kesanggupan Kardiovaskuler	65,88 \pm 3,575	64,65	37,43	100
FVC (%)	80,82 \pm 2,72	82,72	50,63	103,86
FEV1 (%)	87,17 \pm 2,71	87,08	56,17	111,51
Rasio FEV1/FVC (%)	94,87 \pm 0,63	94,81	89	100

Sumber: Data Primer yang diolah

Subyek memiliki rentang indeks massa tubuh (IMT) antara 18,7-24,9 kg/m², dengan jumlah terbanyak ada pada rentang normal (55,2%) menurut WHO Asia-Pasifik. Sisanya, 44% subjek memiliki IMT kategori *overweight*. Mahasiswa fakultas kedokteran memiliki tantangan untuk melakukan kegiatan akademik dengan lebih banyak aktifitas di dalam kelas dan di depan laptop. Hal tersebut mempengaruhi tingkat aktifitas fisik yang pada akhirnya mempengaruhi IMT.

Tabel 2. Distribusi frekuensi subyek pada tiap variabel penelitian

No	Variabel	Frekuensi		
		(n=29)	Persentase (%)	
1.	Usia (tahun)	18-20	25	86,2
		21-25	4	13,8
2.	IMT (kg/m ²)	18,5-22,9(normal)	16	55,2
		23-24,9(overweight)	13	44,8
3.	Nilai Persen Prediksi FVC (%)	< 80%(kurang)	13	44,8
		≥ 80% (baik)	16	55,2
4.	Nilai Persen Prediksi FEV1 (%)	< 80%(kurang)	8	27,5
		≥ 80%(baik)	21	72,5
5.	Rasio FEV1/FVC (%)	< 70%(kurang)	0	0
		≥ 70%(baik)	29	100
6.	Indeks Kesanggupan Kardiovaskuler	< 55(kurang)	12	41,4
		55-64(cukup)	3	10,4
		65-79(sedang)	6	20,6
		80-89(baik)	3	10,4
		> 89(sangat baik)	5	17,2

Sumber: Data Primer yang diolah

Pada penelitian ini didapatkan sebanyak 41,1% subyek memiliki indeks kesanggupan kardiovaskular yang kurang. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingkat kesanggupan kardiovaskular antara lain tingkat aktivitas fisik, obesitas, diet, merokok dan genetik (Kannel *et al.*, 2020; Lepetre *et al.*, 2021; Ramirez *et al.*, 2017). Studi yang dilakukan oleh Brown *et al.*, (2020) menemukan bahwa kurangnya aktivitas fisik merupakan faktor utama yang menyebabkan rendahnya tingkat kesanggupan kardiovaskular pada mahasiswa. Mahasiswa yang tidak aktif secara fisik memiliki risiko lebih tinggi mengalami obesitas, diabetes, dan penyakit kardiovaskular.

Hasil uji normalitas (*p value*) FVC, FEV1, rasio FEV1/FVC, dan indeks kesanggupan kardiovaskular secara berturut-turut adalah 0,560; 0,604; 0,107; dan 0,056 ($p > 0,05$). Uji korelasi antara nilai FVC, FEV1, dan rasio FEV1/FVC dengan indeks kesanggupan kardiovaskular dapat dilihat pada Tabel 3. Pada Tabel didapatkan nilai $p > 0,05$, artinya tidak terdapat hubungan yang signifikan antara FVC, FEV1, dan rasio FEV1/FVC terhadap indeks kesanggupan kardiovaskular.

Tabel 4 Hasil Analisis Hubungan antara Kesanggupan Kardiovaskuler dengan Fungsi Paru (FVC, FEV1, dan rasio FEV1/FVC) Menggunakan Uji Korelasi *Pearson*

Variabel	Kesanggupan Kardiovaskuler	
	p value	R
FVC	0,324	0,043
FEV1	0,284	0,067
Rasio FEV1/FVC	0,231	0,114

Sumber: Data Primer yang diolah

Hasil pada penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian dari Benck *et.al* 2017 yang mendapatkan adanya hubungan antara fungsi paru dengan kesanggupan kardiovaskular pada subyek dewasa muda (18-30 tahun).(Benck *et.al*, 2017) Sebaliknya, hasil serupa didapatkan oleh Rahmania (2016) dan Charususin (2016) yang menemukan pada subyek penelitian fungsi paru tidak berhubungan secara signifikan dengan tingkat kebugaran kardiovaskular. Secara teori paru merupakan salah satu organ yang terlibat di dalam kesanggupan kardiovaskuler. Fungsi paru yang baik membuat suplai oksigen ke jaringan otot tercukupi, sehingga sel otot mampu berkontraksi maksimal dalam waktu yang lama. Selain itu salah satu parameter fungsi paru adalah FEV1, dimana semakin baik nilainya menunjukkan proses pertukaran gas yang lebih efisien. Selama latihan fisik otot menghasilkan berbagai produk sisa metabolisme salah satunya asam laktat yang dapat memicu timbulnya kelelahan. Seseorang dengan fungsi paru yang lebih baik memungkinkan untuk mengeluarkan produk sisa tersebut secara efisien sehingga mengurangi kelelahan dan meningkatkan performa (Kumar *et al.*, 2020).

Namun demikian, pada penelitian ini menunjukkan tidak adanya hubungan antara fungsi paru (FVC, FEV1, dan rasio FEV1/FVC) dengan tingkat kesanggupan kardiovaskuler. Hal ini diduga dapat disebabkan oleh beberapa hal. Pertama, paru memang terlibat dalam kesanggupan kardiovaskuler, namun dalam prosentase yang tidak kecil. Pada sebuah studi tentang faktor yang mempengaruhi kesanggupan kardiovaskuler ditemukan bahwa sistem respirasi merupakan yang paling sedikit berkontribusi terhadap tingkat kesanggupan kardiovaskuler (Tiara yusan et al., 2021). Pada penelitian yang dilakukan pada 155 atlet tersebut ditemukan bahwa sistem respirasi hanya berkontribusi sebanyak 12,32%, jauh lebih sedikit jika dibandingkan dengan sistem kardiovaskuler sebanyak 36,97% dan sistem pengangkut oksigen (hemoglobin) sebanyak 49,29% (Doewes, 2018). Pada penelitian yang dilakukan oleh Hassel *et al.*, (2017) dengan mengontrol kadar hemoglobin dalam darah didapatkan hasil bahwa terdapat hubungan antara fungsi paru dengan tingkat kesanggupan kardiovaskuler.

Faktor lain yang mungkin menyebabkan tidak adanya hubungan adalah pada penelitian ini variabel perancu aktivitas fisik dan genetik tidak dikendalikan. Aktivitas fisik merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kesanggupan kardiovaskuler. Penelitian yang dilakukan oleh Joyner (2019) menyatakan bahwa aktivitas fisik dapat meningkatkan kapasitas jantung dan kemampuan pengiriman oksigen ke seluruh tubuh. Hasil penelitian yang menemukan adanya korelasi yang signifikan antara fungsi paru dengan tingkat kesanggupan kardiovaskuler diungkapkan oleh McNell *et al.*, (2019). Pada penelitian tersebut variabel perancu aktivitas fisik dikendalikan. Selain itu variasi dari polimorfisme genetik dapat memengaruhi respon individu terhadap latihan fisik. Terdapat individu yang

mengalami kenaikan pesat tingkat kesanggupan kardiovaskuler setelah latihan fisik dan ada juga yang tidak. Pada salah satu studi ditemukan bahwa respon seseorang terhadap latihan fisik bersifat diturunkan dari keluarga. Dengan demikian genetik merupakan salah satu faktor lain yang dapat mempengaruhi tingkat kesanggupan kardiovaskuler (Sarzynski, 2017).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan antar fungsi paru dengan kesanggupan kardiovaskular pada mahasiswa kedokteran UNSOED. Fungsi paru masih memiliki potensi sebagai prediktor untuk menilai kesanggupan kardiovaskuler. Hal tersebut dapat dicapai dengan mengendalikan faktor perancu aktivitas fisik, kadar hemoglobin, dan genetic. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi hubungan variabel-variabel tersebut terhadap kesanggupan kardiovaskuler.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada LPPM UNSOED atas hibah penelitian skim riset dosen pemula tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. M., Islam, M. M., Hossain, M. B., & Khatun, A. 2020. Indoor air pollution and respiratory health problems among university students in Bangladesh. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(21): 26461-26469.
- Bakhtiar, Arief & Tantri, Renny. 2019. Faal Paru Dinamis. *Jurnal Respirasi*, (3): 89-96.
- Benck L. R., Cuttica M. J., Colangelo L. A., Sidney S., Dransfield M. T., Mannino D. M., Jacobs D. R. Jr., Lewis C.E., Zhu N., Washko G. R., Liu K., Carnethon M. R., & Kalhan R. 2017. Association between Cardiorespiratory Fitness and Lung Health from Young Adulthood to Middle Age. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 195(9):1236-1243.
- Brown, D. R., Brown, J. L., Jackson, E. W., & Miller, B. M. 2020. Physical activity mediates the relationship between sleep and cardiovascular disease risk in young adults. *American Journal of Health Promotion*, 34(7): 767-773.
- Cabral Santos, C., Barros, T., Chaves, G. S., Alves, R., Rosa, T., Mendes, E. L., Santos, A. 2020. Endothelial Function is Associated with Cardiorespiratory Fitness in Healthy Adolescents: A Cross-Sectional Study. *Biomedical Central Pediatrics*. 20(1): 1–9.
- Campisi, J., 2016. Cellular Senescence and Lung Function During Aging. *Annals of the American Thoracic Society*. 13(2): 402–406.

- Charususin, Noppawan., Suwannee J., Pipop J., Saipin P. 2016. The pulmonary function and respiratory muscle strength in Thai obese children. *Siriraj Medical Journal*, 59(6): 125–130.
- Czuba, M., Waskiewicz, Z., Zajac, A., Poprzecki, S., & Cholewa, J. 2020. Association Between Haemoglobin Concentration and Aerobic Capacity in Male Soccer Players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 30(6): 1107–1113.
- Doewes M, Kiyatno, Suradi. 2011. Kontribusi sistem respirasi terhadap VO2 Maks. *Jurnal Respirasi Indonesia*, 31(1):10–13.
- Elliott, K. J., Sale, C., Cable, N. T., & Greeves, J. P. 2020. Effects of Resistance Training on Women's VO2max: A Meta-Analysis of Longitudinal Studies. *Sports Medicine*, 50(11): 1879–1889.
- Gouda, R., & Singh, S. 2018. Spirometry: An Overview. *Journal of Pulmonary Medicine*, 1(1): 1–6.
- Hassel, E., Stensvold, D., Halvorsen, T., Wisløff, U., Langhammer, A. and Steinshamn, S., 2017. Lung Function Parameters Improve Prediction of VO2peak in an Elderly Population: The Generation 100 Study. *PLoS ONE*, 12(3): 43–73.
- Hayes R. M, Maldonado D, Gossett T, Shepherd T, Mehta S. P, Flesher S. L. 2017. Developing and Validating a Step Test of Aerobic Fitness among Elementary School Children. *Physiotherapy Canada*, 71(1): 187–194.
- Holland AE, Spruit M. A, Troosters T, Puhan M. A, Pepin V, Saey D, McCormack M. C, Carlin B. W, Sciurba F. C, & Pitta F. 2014. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society Technical Standard: Field Walking Tests in Chronic Respiratory Disease. *European Respiratory Journal*, 44(1): 1428–1446.
- Joyner, M. 2019. Mechanisms behind the age-related decline in maximal aerobic capacity. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 316(4): 895-901., W. B., & Vasan, R. S. 2020. Smoking and Cardiovascular Disease: A Century of Progress. *Journals of American Medical Association Internal Medicine*, 180(10): 1400–1406.
- Khanal, P., Sharma, R., Neupane, D. and Kallestrup, P., 2019. Cardiorespiratory Fitness As A Predictor Of Non-Communicable Diseases: A Systematic Review And Meta-Analysis. *Journal of Physical Activity and Health*, 16(10): 929–937.
- Kumar, S., Raghavendra, B., & Jahan, M. 2020. Correlation of Lung Function with Maximal Oxygen Uptake During Exercise in Healthy Individuals. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 64(4): 268–271.
- Lee, D., Lavie, C. J., Sui, X., Church, T. S., & Blair, S. N. 2019. Cardiorespiratory Fitness and Mortality in The General Population: A Systematic Review And Meta-Analysis. *Progress In Cardiovascular Diseases*, 62(1): 64–69.

- Lepretre, P. M., Vollaard, N. B., & Metcalfe, R. S. 2021. Age-Related Decline in Cardiorespiratory Fitness: The Association with Sedentary Behavior, Physical Activity and Body Mass Index. *Ageing Research Reviews*, 66(4): 101–109.
- Lutfi, M.F. The physiological basis and clinical significance of lung volume measurements. *Multidiscip Respir Med* **12**, 3 (2017). <https://doi.org/10.1186/s40248-017-0084-5>
- Mahardhika, Haditya Nurman. 2016. Hubungan Kapasitas Vital Paru dengan Kardiorespirasi Pemain Futsal yang Mengikuti Latihan Fisik dan Taktik di Club Futsal Tifosi Yogyakarta. *Skripsi*. Fakultas Ilmu Keolahragaan. Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta. 48 hal.
- Mayorga, Vega D, Aguilar, Soto P, Viciano J. 2015. Criterion-Related Validity of The 20-M Shuttle Run Test for Estimating Cardiorespiratory Fitness: A Meta-Analysis. *Journal of Sports Science Medicine*, 14(1) :536–547.
- McNeill, J., Chernofsky, A., Naylor, M., Rahaghi, F. N., Estepar, R. S. J., Washko, G., Synn, A., Vasani, R. S., O'Connor, G., Larson, M. G., Ho, J. E., & Lewis, G. D. 2019. The Association of Lung Function and Pulmonary Vasculature Volume with Cardiorespiratory Fitness in The Community. *European Respiratory Journal*, 9(1): 1-11.
- Miller, M. R., Hankinson, J., Brusasco, V., Burgos, F., Casaburi, R., Coates, A., MacIntyre, N. 2019. Standardisation of Spirometry. *European Respiratory Journal*, 26 (2): 319-338.
- Mosca, L., Benjamin, E. J., Berra, K., Bezanson, J. L., Dolor, R. J., Lloyd-Jones, D. M., & Wenger, N. K. 2018. Effectiveness-Based Guidelines For The Prevention Of Cardiovascular Disease In Women—2011 Update: A Guideline From The American Heart Association. *Journal of the American College of Cardiology*, 57(12): 1404–1423.
- Raghuveer, G., Hartz, J., Lubans, D. R., Takken, T., Wiltz, J. L., Mietus-Snyder, M., Perak, A. M., Baker-Smith, C., Pietris, N., & Edwards, N. M., 2020. Cardiorespiratory Fitness in Youth: An Important Marker of Health: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 142(7): 101-118.
- Rahmania, Siti Khadijah., Tertianto Prabowo, & Putri Tessa. 2016. Correlation between Forced Expiratory Volume One Second and Vital Capacity with VO2 Maximum. *Althea Medical Journal*, 2016(3): 430-433.
- Ramírez, Vélez R., Cruz-Salazar S. M., Martínez M., Cadore E. L., Alonso-Martinez A. M., Correa-Bautista J. E., Izquierdo M, Ortega F. B., García Hermoso A. 2017. Construct validity and test-retest reliability of the International Fitness Scale (IFIS) in Colombian Children and Adolescents Aged 9-17.9 Years. *Peer Journal*, 3(3): 51-53.
- Roman, M. A., Harry B. Rossiter., & Richard Casaburi. 2016. Aging and exercise in lung function. *European Respiratory Journal*, 48(5): 1471-1486.

- Tiara Yusan, R., Setyono, J. ., Kusuma, M. N. H., Wahyudin, W., Zainuddin, Z., & Nur, A. F. . (2021). Perbedaan Kesanggupan Kardiovaskular Pada Karyawan Pria Perokok Dan Non Perokok Di Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Soedirman. *Healthy Tadulako Journal (Jurnal Kesehatan Tadulako)*, 7(3), 153-157. <https://doi.org/10.22487/htj.v7i3.459>
- Wang, Z., Chen, R., Wang, X., Zhang, J. and Chen, J. 2019. Impacts of Fine and Ultrafine Particles on Cardiorespiratory Diseases: Epidemiology, Mechanisms, and Clinical Implications. *Journal of Thoracic Disease*, 11(2): 413–429.
- Wulandari, D.A., Tarigan, L., Lubis, H.S. 2014. Karakteristik dan Kapasitas Vital Paksa Paru Pekerja Bagian Produksi Aspal Hotmix PT. Sabartha Perkasa Abadi Tahun 2014. *Jurnal Lingkungan dan Keselamatan Kerja*, 3(3): 1-6.
- Zeihner J, Ombrellaro KJ, Perumal N, Keil T, Mensink GBM, & Finger J. D. 2019. Correlates and Determinants of Cardiorespiratory Fitness in Adults: a Systematic Review. *Sports Medicine Open*, 5(1): 35-39