



**PENGARUH LATIHAN FISIK TERHADAP NILAI VO<sub>2</sub> MAX ATLET PELATDA NTB SEBAGAI INDIKATOR KETAHANAN KARDIORESPIRASI MENUJU PON 2021**

**Dian Rahadiani**

Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Al-Azhar Mataram, Jl. Unizar No.20, Turida, Sandubaya, Mataram, Nusa Tenggara Barat 83232, Indonesia  
[dianrahadiani1908@gmail.com](mailto:dianrahadiani1908@gmail.com)

**ABSTRAK**

Kapasitas fisik atlet berupa ketahanan kardiorespirasi merupakan komponen utama sebagai unsur penting keberhasilan dalam prestasi olahraga tidak terkecuali pada event olahraga Pekan Olahraga Nasional (PON) Papua 2021. Indikator terbaik dari ketahanan kardiorespirasi suatu individu dapat dinilai dari pengambilan oksigen maksimal atau maximal oxygen uptake (VO<sub>2</sub>max). Seorang atlet harus berlatih untuk meningkatkan keahlian, kekuatan, dan ketangguhan diri dengan melakukan latihan yang teratur dan terprogram untuk bersaing dengan atlet lain dalam memenangkan kompetisi, termasuk daya tahan kardiorespirasi yang mumpuni. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh latihan terhadap para atlet yang menjalani Pemusatan Latihan Daerah (Pelatda) Nusa Tenggara Barat (NTB). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan desain penelitian praeksperimen dengan rancangan one-group pre-posttest design. Subjek pada penelitian ini berjumlah 34 orang atlet dengan rentang usia 19-34 tahun Teknik sampling yang digunakan teknik consecutive sampling. Metode pengumpulan data menggunakan Multi Stage Fitness Test untuk pengukuran VO<sub>2</sub>max. Pada hasil penelitian dengan uji Wilcoxon didapatkan perbedaan yang signifikan antara nilai VO<sub>2</sub>max sebelum dan setelah latihan fisik ( $p < 0.05$ ) dengan nilai VO<sub>2</sub>max rata-rata sebelum latihan fisik yaitu  $48.02 \pm 5.42$  ml/kg/menit dan nilai VO<sub>2</sub>max setelah latihan fisik yaitu  $49.47 \pm 5.6$  ml/kg/menit. Latihan fisik yang dijalani atlet Pelatda dalam persiapan menuju PON 2021 memberikan hasil yang baik pada ketahanan kardiorespirasi atlet.

Kata kunci: ketahanan kardiorespirasi; latihan fisik; pelatda; vo<sub>2</sub>max

***THE INFLUENCE OF PHYSICAL EXERCISE ON VO<sub>2</sub> MAX OF NTB PELATDA ATHLETE AS AN INDICATOR OF CARDIORESPIRATORY FITNESS TOWARDS PON 2021***

**ABSTRACT**

*Athletes' physical capacity in the form of cardiorespiratory endurance is a major component as an important element of success in sporting achievement, including the 2021 Papua National Sports Week (PON) sports event. The best indicator of an individual's cardiorespiratory endurance can be assessed from maximal oxygen uptake (VO<sub>2</sub>max). . An athlete must train to improve his skills, strength, and toughness by doing regular and programmed exercises to compete with other athletes in winning competitions, including qualified cardiorespiratory endurance. The purpose of this study was to determine the effect of training on athletes undergoing the West Nusa Tenggara (NTB) Regional Training Center (Pelatda). This research was conducted using a pre-experimental research design with a one-group pre-posttest design. The subjects in this study were 34 athletes with an age range of 19-34 years. The sampling technique used was consecutive sampling technique. The data collection method uses the Multi Stage Fitness Test for VO<sub>2</sub>max measurements. In the results of the study with the Wilcoxon test, there was a significant difference between the VO<sub>2</sub>max value before and after physical exercise ( $p < 0.05$ ) with the average VO<sub>2</sub>max value before physical exercise, namely  $48.02 \pm 5.42$  ml/kg/minute and the VO<sub>2</sub>max value after physical exercise, namely  $49.47 \pm 5.6$  ml/kg/minute. The physical exercise that Pelatda athletes undergo in preparation for the 2021 PON gives good results on the athlete's cardiorespiratory endurance.*

*Keywords: cardiorespiratory endurance; physical exercise; pelatda; vo2max*

## **PENDAHULUAN**

Latihan Perkembangan dapat memiliki banyak efek positif dalam meningkatkan kesehatan fisik dan mental (Malm et al., 2019; Riyanto & Mudian, 2019). Kesehatan fisik seseorang dapat ditunjukkan dengan daya tahan kardiorespirasi yang baik. Kebugaran kardiorespirasi membantu mengurangi risiko kejadian kardiovaskular dan kematian dari beberapa penyebab penyakit lainnya. (Ross et al., 2016). Selain melindungi dari beberapa penyakit, daya tahan kardiorespirasi merupakan bagian penting dari performa olahraga. Daya tahan kardiorespirasi merupakan aset penting yang menunjang performa seorang atlet (Doncaster, 2018). Kondisi ketahanan kardiorespirasi yang baik sebagai salah satu komponen penting dari performa atlet tidak terlepas dari latihan fisik yang dilakukan secara teratur dan berkelanjutan (de Carvalho Souza Vieira et al., 2018). Latihan fisik terdiri dari latihan fisik aerobik dan latihan fisik penguatan otot. Latihan fisik aerobik adalah jenis aktivitas yang biasanya dikaitkan dengan stamina, kebugaran, dan manfaat kesehatan terbesar (Obrusnikova et al., 2022). Latihan fisik penguatan otot atau “latihan resistensi” merupakan suatu bentuk latihan/latihan fisik yang terutama ditujukan untuk mempertahankan atau meningkatkan berbagai bentuk kekuatan otot dan menambah atau mempertahankan massa otot (Muehlbauer et al., 2015).

Kapasitas aerobik adalah indikator terukur dari tingkat kebugaran fisik. Nilai VO<sub>2</sub>max mencerminkan kapasitas aerobik dan fungsi kardiorespirasi maksimal, dan merupakan salah satu indikator ketahanan kardiorespirasi (Xiang et al., 2022). Basis fisiologis efisiensi fisik manusia menyatukan kemampuan fungsional untuk meningkatkan tingkat proses metabolisme dengan stres berbasis kebutuhan. Peningkatan ini diikuti dengan peningkatan penggunaan oksigen secara maksimal. Kapasitas penyerapan oksigen maksimum, atau VO<sub>2</sub>max, didefinisikan sebagai jumlah oksigen maksimum yang digunakan organisme per unit waktu selama latihan dengan intensitas yang meningkat yang tidak dapat ditingkatkan lebih lanjut dengan meningkatkan intensitas latihan. (Magee et al., 2021). Penilaian performa fisik berupa VO<sub>2</sub>max atlet merupakan salah satu cara untuk mendapatkan gambaran performa fisik atlet dan efektifitas proses latihan. Tujuan dari latihan adalah untuk meningkatkan prestasi atau prestasi atlet.

Performa terbaik seorang atlet dicapai melalui penerapan berbagai prinsip latihan. Pengaruh latihan fisik dapat dilihat dari perubahan tingkat daya tahan kardiorespirasi (Obrusnikova et al., 2022). Latihan fisik dapat meningkatkan nilai VO<sub>2</sub>max (Hidayatulloh et al., 2018; Soraya, 2017). Peningkatan VO<sub>2</sub>max merupakan hasil adaptasi dari sistem kardiovaskuler. Peningkatan curah jantung terjadi sebagai bentuk adaptasi olahraga yang dihasilkan dari peningkatan dimensi jantung, peningkatan kontraktilitas, dan peningkatan volume darah, yang mengarah ke pengisian ventrikel yang lebih besar. Selain itu, perubahan struktur dan jumlah arteriol, arteriol dan kapiler, sesuai dengan kebutuhan aliran darah meningkat selama latihan, adalah kompensasi tubuh untuk berolahraga, diikuti dengan peningkatan VO<sub>2</sub>max. (Crowley et al., 2022). Hasil yang berbeda didapatkan oleh Scribbans et al. (2016) yang menunjukkan bahwa besarnya peningkatan penyerapan oksigen maksimal yang diinduksi oleh latihan fisik tidak dipengaruhi oleh intensitas latihan. Namun, latihan dengan dosis latihan yang rendah dan intensitas yang tinggi memberikan nilai VO<sub>2</sub>max yang lebih besar dibandingkan latihan dengan dosis tinggi dan intensitas rendah.

Keikutsertaan seorang atlet dalam suatu event olahraga tidak terkecuali dengan mendambakan sebuah prestasi di Pesta Olahraga Nasional (PON). Kondisi fisik yang baik mendukung tercapainya prestasi tersebut. Hal ini tentunya dicapai melalui latihan fisik yang ekstensif yang

dilakukan untuk meningkatkan prestasi dengan meningkatkan kekuatan, kelincahan, kecepatan dan daya tahan, dalam hal ini daya tahan kardiorespirasi atlet. Tingkat keberhasilan atau keefektifan latihan dapat diketahui melalui pengukuran yang berkesinambungan. Berdasarkan uraian tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perbedaan gambaran VO<sub>2</sub>max atlet yang mengikuti Pemusatan Latihan Daerah (Pelatda) NTB dan bagaimana pengaruh latihan fisik terhadap kapasitas aerobik para atlet tersebut dari pengaruh nilai VO<sub>2</sub>max pra tahun 2021 pertandingan PON.

## METODE

Penelitian ini merupakan sebuah studi observasional analitik. Desain penelitian berupa komparasi pre-post eksposur dengan pengambilan data sekunder yang akan melihat pengaruh latihan fisik terhadap VO<sub>2</sub>max dengan membandingkan nilai VO<sub>2</sub>max sebelum dan setelah latihan fisik dari tanggal 1-2 juni 2021 hingga 29-30 Juli 2021. Studi ini melibatkan atlet cabang olahraga panjat tebing, kempo, voli pasir, atletik, futsal, silat dan karate dari Pelatda NTB 2021. Pada studi ini subjek penelitian sejumlah 34 atlet. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan teknik consecutive sampling, yaitu setiap subjek yang memenuhi kriteria penelitian dimasukkan dalam penelitian sampai kurun waktu tertentu yaitu yang telah menyelesaikan pemeriksaan VO<sub>2</sub>max sebelum dan setelah latihan fisik terprogram dari tanggal 1 juni hingga 30 juli 2021. Nilai VO<sub>2</sub>max diukur menggunakan Multi Stage Fitness Test (MSFT) yang merupakan tes dengan menggunakan irama detik dan pelaksanaannya yaitu iramanya secara bertahap dari tahap satu ketahap berikutnya dengan frekuensinya semakin meningkat (Magee et al., 2021).

Tes ini dilakukan dengan lari menempuh jarak 20 meter bolak-balik, yang dimulai dengan lari pelan-pelan secara bertahap yang semakin lama semakin cepat hingga atlet tidak mampu mengikuti irama waktu lari, berarti kemampuan maksimalnya pada level bolak-balik tersebut. Waktu setiap level adalah 1 menit. Pada level 1 jarak 20 meter ditempuh dalam waktu 8,6 detik dalam 7 kali bolak-balik. Pada level 2 dan 3 jarak 20 meter ditempuh dalam waktu 7,5 detik dalam 8 kali bolak-balik. Pada level 4 dan 5 jarak 20 meter ditempuh dalam waktu 6,7 detik dalam 9 kali bolak-balik, dan seterusnya. Setiap jarak 20 meter telah ditempuh, dan pada setiap akhir level, akan terdengar tanda bunyi 1 kali. Tes dihentikan ketika peserta berhenti karena kelelahan, atau ketika mereka gagal mencapai garis akhir bersamaan dengan sinyal suara pada dua kesempatan berturut-turut. Tes diadakan di aula padepokan silat GOR17 Desember Turide. Persamaan digunakan untuk mengevaluasi nilai VO<sub>2</sub>max yaitu  $VO_{2max} = 3.46 * (L + S / (L * 0.4325 + 7.0048)) + 12.2$ , L adalah level akhir yang dicapai dan S adalah jumlah bolak balik yang telah dilakukan pada level tersebut. Kriteria VO<sub>2</sub>max juga dikategorikan ke dalam kategori kurang, sedang, baik, baik sekali yang disesuaikan dengan penghitungan nilai VO<sub>2</sub>max dari persamaan tersebut (Tabel 1) (Candra et al., 2021).

Tabel 1.  
Penghitungan Nilai VO<sub>2</sub>max

Skor	Klasifikasi
>51	Sangat baik
45.2-50.9	Baik
38.4-45.1	Sedang
35-38.3	Kurang
<35.0	Kurang sekali

Variabel ditampilkan dalam bentuk tabel dengan gambaran deskriptif berupa frekuensi (f), rerata, minimum (min), maksimum (max) dan standar deviasi (SD). Teknik analisis data yang akan digunakan pada penelitian ini dilakukan dengan uji Wilcoxon setelah uji normalitas

dengan Shapiro-Wilk dengan nilai  $p < 0,05$  menunjukkan hubungan yang bermakna secara statistik.

## HASIL

Penelitian ini didapatkan sejumlah 34 orang atlet yang terdiri dari 25 orang atlet laki-laki (73.5%) dan 9 orang atlet perempuan (26,5%) orang (Tabel 2). Subjek penelitian ini merupakan atlet pada cabang olahraga (cabor) panjat tebing, kempo, voli pasir, atletik, futsal, karate dan silat. Atlet laki-laki berusia pada rentang 19-34 tahun, dan atlet perempuan berusia pada rentang 23-29 tahun. Usia termuda yaitu 19 tahun sebanyak 3 orang atlet masing-masing satu orang dari cabang olahraga panjat tebing, kempo dan karate. Usia tertua yaitu 34 tahun sejumlah 1 orang dari cabang olahraga panjat tebing. Gambaran usia atlet dalam penelitian ini menunjukkan bahwa prestasi atlet Pelatda NTB masih dapat dicapai secara maksimal saat menerima PON 2021, karena daya tahan jantung paru mencapai puncaknya antara usia 20 hingga 35 tahun. Ketika seseorang mencapai usia 35 tahun, daya tahan jantung dan paru-paru menurun (Tanaka & Seals, 2008). Seiring bertambahnya usia, fungsi fisiologis kontraksi jantung dan massa otot jantung melemah (Kim et al., 2016).

Tabel 2.  
 Karakteristik Distribusi Responden (n=34)

Karakteristik	f	%
Jenis kelamin		
Laki-laki	25	73.5
Perempuan	9	26.5
Usia		
17-19 tahun	3	8.8
20-29 tahun	30	88.3
30-39 tahun	1	2.9
Cabang olahraga		
Panjat tebing	6	17.7
Kempo	7	20.6
Voli pasir	2	5.9
Atletik	3	8.8
Futsal	14	41.2
Karate	1	2.9
Silat	1	2.9

Tabel 3.  
 Karakteristik antropometri (n=34)

Jenis Kelamin		rerata±SD(min-max)
Laki-laki	TB	170 ±5.4 (162-181)
	BB	62.1±6.7 (47-80.5)
	IMT	21.4±1.5 (17.3-24.8)
Perempuan	TB	157.55±5.9 (150-170)
	BB	51.2±7.9 (40-65)
	IMT	21.2±2.3 (16.2-23.2)

Tabel 3 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan indeks masa tubuh (IMT) antara atlet laki-laki dan atlet perempuan. Nilai IMT keduanya masih dalam rentang normal (nilai normal IMT: 18.5–24.9) dengan rerata nilai IMT yaitu 21.4 pada atlet laki-laki dan 21.2 pada atlet perempuan. Hal ini tidak terlepas dari latihan fisik yang dijalani oleh atlet. Latihan fisik memiliki pengaruh

signifikan pada komposisi tubuh dan jika tidak dilakukan secara reguler dan berkelanjutan dapat meningkatkan resiko terjadinya overweight dengan peningkatan  $IMT > 25.17$ .

Pada awal pembelajaran, para atlet menjalani ujian MSFT, dilanjutkan dengan latihan fisik terprogram yang disiapkan oleh pelatih untuk masing-masing cabang olahraga, meliputi latihan fisik pagi dan latihan teknis sore setiap hari selama 6 hari, dilanjutkan dengan tambahan 1 hari pada hari Sabtu untuk siaran langsung. istirahat. . Latihan beban juga diprogram untuk semua atlet 2-3 kali seminggu. Di penghujung minggu ke-8, para atlet menjalani MSFT untuk kedua kalinya setelah latihan fisik,

Pada awal pembelajaran, para atlet menjalani ujian MSFT, dilanjutkan dengan latihan fisik terprogram yang disiapkan oleh pelatih untuk masing-masing cabang olahraga, meliputi latihan fisik pagi dan latihan teknis sore setiap hari selama 6 hari, dilanjutkan dengan tambahan 1 hari pada hari Sabtu untuk siaran langsung. istirahat. . Latihan beban juga diprogram untuk semua atlet 2-3 kali seminggu. Di penghujung minggu ke-8, para atlet menjalani MSFT untuk kedua kalinya setelah latihan fisik. Data pada Tabel 4 dan Tabel 5 merupakan data sekunder setelah dilakukan pengukuran  $VO_2max$  dengan pengukuran menggunakan MSFT.

Tabel 4.  
 Gambaran kelompok  $VO_2max$  sebelum dan setelah latihan fisik (n=34)

Kriteria $VO_2max$	Latihan fisik			
	sebelum		setelah	
	f	%	f	%
Laki-laki	5	14.7	3	8.8
Kurang	3	8.8	5	14.7
Sedang	22	64.7	19	55.9
Baik	4	11.8	7	20.6
Jumlah	34	100	34	100

Tabel 5.  
 Nilai  $VO_2max$  sebelum dan setelah latihan fisik (n=34)

Jenis kelamin	Latihan fisik	
	sebelum	setelah
	rerata±SD (min-max)	rerata±SD (min-max)
Laki-laki	50.72±2.78 (42.7-55.4)	52.16±3.08 (44.2-57.5)
Perempuan	40.53±3.52 (36.0-47.1)	42.0±4.30 (34.3-47.9)

Sebagian besar atlet pada studi ini menunjukkan gambaran kondisi ketahanan kardiorespirasi yang rata-rata cukup baik yang ditunjukkan dengan tingkat  $VO_2max$  rata-rata 50.72 (ml/kgBB/menit) pada atlet laki-laki dan 40.53 (ml/KgBB/menit) pada atlet perempuan (Tabel 5). Nilai  $VO_2max$  pada atlet laki-laki lebih tinggi dibandingkan pada atlet perempuan. Studi oleh Joyner (2017) menginvestigasi bahwa jenis kelamin sebagai salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tingkat ketahanan kardiorespirasi yang ditunjukkan Pada penelitian ini atlet pria memiliki kadar  $VO_2max$  yang lebih tinggi dibandingkan atlet wanita. Perbedaan ini biasanya disebabkan oleh kombinasi persentase lemak tubuh yang lebih tinggi dan massa sel darah merah yang lebih rendah pada wanita untuk berat badan tertentu. (Joyner, 2017). Howden et al. (2015) menyebutkan bahwa adaptasi peningkatan volume sekuncup dan massa jantung yang diamati pada perempuan masih kurang jika dibandingkan laki-laki setelah satu tahun pelatihan intensif yang berkepanjangan (Howden et al., 2015). Selain itu, ukuran paru-paru perempuan lebih kecil dibandingkan laki-laki yang mempengaruhi fungsi paru selama istirahat maupun selama latihan fisik (Dominelli et al., 2019). Perbedaan jenis serat otot,

sekresi oksigen, dan kandungan lipid myofibrillar juga berkontribusi terhadap perbedaan fisiologis nilai VO<sub>2</sub>max berdasarkan jenis kelamin (Raghuveer et al., 2020).

Olahraga dan latihan merupakan bagian dari aktivitas jasmani yang ditujukan untuk meningkatkan kinerja, kesehatan jasmani atau keduanya. Orang yang aktif secara fisik biasanya memiliki daya tahan kardiorespirasi yang lebih tinggi. Kekuatan hubungan antara olahraga dan daya tahan kardiorespirasi hanya cocok dengan olahraga yang kuat dan berkelanjutan.

Tabel 6.  
Uji statistic (n=34)

Jenis kelamin	Nilai VO <sub>2</sub> max		Nilai p
	sebelum	setelah	
Rerata	48.02	49.47	0.02*
SD	5.42	5.60	
Min	36.00	34.30	
Max	55.40	57.50	

## PEMBAHASAN

Setelah menjalani latihan fisik selama 8 minggu kriteria VO<sub>2</sub>max mengalami perubahan dan sebagian besar mengalami peningkatan yang ditunjukkan oleh meningkatnya jumlah atlet yang masuk ke dalam kategori baik sekali sejumlah 7 orang atlet. Selain itu kriteria VO<sub>2</sub>max dengan kategori kurang menurun dari 5 orang atlet menjadi sejumlah 3 atlet (Tabel 4). Perubahan pada kelompok kriteria VO<sub>2</sub>max ini sejalan juga dengan nilai VO<sub>2</sub>max setelah menjalani latihan fisik yang tampak pada Tabel 5. Nilai VO<sub>2</sub>max pada atlet laki-laki mengalami peningkatan dari sebelumnya sebesar 50.72 naik menjadi 52.16. Hasil yang sama juga ditemukan pada atlet perempuan sebesar 40.53 naik menjadi 42.00.

Pada uji statistik dengan uji Wilcoxon didapatkan hasil yang signifikan dari pengaruh latihan fisik terhadap VO<sub>2</sub>max dengan nilai signifikansi sebesar 0.02. Studi ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Ozaki et al.(2013) yang melihat adanya pengaruh latihan fisik berupa latihan resistensi terhadap peningkatan nilai VO<sub>2</sub>max (Ozaki et al., 2013). Latihan fisik dengan intensitas di atas ~60% VO<sub>2</sub>max dapat memperbaiki asupan oksigen maksimal pada dewasa muda yang sehat (Montero et al., 2015). Peningkatan daya tahan kardiorespirasi VO<sub>2</sub>max yang disebabkan oleh latihan fisik dijelaskan oleh adaptasi struktural dan fungsional yang diamati di jantung dan pembuluh darah, yang mengarah ke fungsi sistem transportasi oksigen yang lebih baik. (Schierbauer et al., 2021). Kondisi ini dicapai dengan peningkatan volume darah, kontraktilitas miokard, dan komplians ventrikel (De Revere et al., 2021). Perubahan juga terjadi pada pembuluh darah dan disertai dengan penurunan afterload saat istirahat dan latihan submaksimal, meningkatkan fungsi ventrikel dan kebutuhan oksigen miokard. (Green et al., 2017) Pada akhirnya perubahan pada fungsi jantung dan pembuluh darah tersebut semuanya mengarah pada peningkatan curah jantung dalam memenuhi kebutuhan oksigen yang akan digunakan selama Latihan (Macinnis et al., 2017) Pada tingkat molekuler, jaringan otot deoksigenasi juga beradaptasi dengan meningkatkan jumlah mitokondria dalam otot itu sendiri, yang meningkatkan ketersediaan energi dalam bentuk ATP pada otot yang berkontraksi melalui fosforilasi oksidatif selama latihan. (Perry, 2017).

Orang dengan daya tahan kardiorespirasi yang baik dapat secara efektif menggunakan oksigen yang masuk ke dalam tubuh, meningkatkan kapasitas aktivitas individu, sementara orang dengan daya tahan jantung yang buruk cenderung mudah lelah. (Bogdanis, 2012; Kriswanto et

al., 2019). Peningkatan nilai VO<sub>2</sub>max yang menggambarkan efisiensi latihan fisik yang telah dijalani atlet diharapkan mampu meningkatkan performa dalam pertandingan di kemudian hari menuju PON Papua 2021.

## SIMPULAN

Penggunaan *massage effleurage* dengan *virgin coconut oil* (VCO) berpengaruh dalam pencegahan risiko dekubitus pada pasien stroke non hemoragik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bogdanis, G. C. (2012). Effects of physical activity and inactivity on muscle fatigue. *Frontiers in Physiology*, 3 MAY, 142. <https://doi.org/10.3389/FPHYS.2012.00142/XML/NLM>
- Candra, A. T., Setiabudi, M. A., Program, ), Pendidikan, S., Kesehatan, J., & Rekreasi, D. (2021). Analisis Tingkat Volume Oksigen Maksimal (VO<sub>2</sub>Max) Camaba Prodi PJKR. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi*, 7(1), 10–17. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4420388>
- Crowley, E., Powell, C., Carson, B. P., & W. Davies, R. (2022). The Effect of Exercise Training Intensity on VO<sub>2</sub>max in Healthy Adults: An Overview of Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Translational Sports Medicine*, 2022, 9310710. <https://doi.org/10.1155/2022/9310710>
- de Carvalho Souza Vieira, M., Boing, L., Leitão, A. E., Vieira, G., & Coutinho de Azevedo Guimarães, A. (2018). Effect of physical exercise on the cardiorespiratory fitness of men—A systematic review and meta-analysis. *Maturitas*, 115, 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.06.006>
- De Revere, J. L., Clausen, R. D., & Astorino, T. A. (2021). Changes in VO<sub>2</sub>max and cardiac output in response to short-term high-intensity interval training in Caucasian and Hispanic young women: A pilot study. *PLOS ONE*, 16(1), e0244850. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0244850>
- Dominelli, P. B., Molgat-Seon, Y., & Sheel, A. W. (2019). Sex Differences in the Pulmonary System Influence the Integrative Response to Exercise. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 47(3), 142–150. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000188>
- Doncaster, G. (2018). Influence of Cardio-Respiratory Fitness on Physical Performance in Elite Youth Soccer. *Journal of Physical Fitness, Medicine & Treatment in Sports*, 4(5). <https://doi.org/10.19080/JPFMTS.2018.04.555646>
- Green, D. J., Hopman, M. T. E., Padilla, J., Laughlin, M. H., & Thijssen, D. H. J. (2017). Vascular adaptation to exercise in humans: Role of hemodynamic stimuli. *Physiological Reviews*, 97(2), 495–528. <https://doi.org/10.1152/physrev.00014.2016>
- Hidayatulloh, D. T., Asmawi, M., Sujiono, B., & Jakarta, U. N. (2018). Model Latihan Berbasis Permainan Meningkatkan Daya Tahan Cardiorespiratory Atlet Pencaksilat Usia SMP. *Journal Sport Area*, 3(2), 131–139. [https://doi.org/10.25299/SPORTAREA.2018.VOL3\(2\).1947](https://doi.org/10.25299/SPORTAREA.2018.VOL3(2).1947)
- Howden, E. J., Perhonen, M., Peshock, R. M., Zhang, R., Arbab-Zadeh, A., Adams-Huet, B., & Levine, B. D. (2015). Females have a blunted cardiovascular response to one year of intensive supervised endurance training. *Journal of Applied Physiology*, 119(1), 37–46. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00092.2015>

- Joyner, M. J. (2017). Physiological limits to endurance exercise performance: influence of sex. *Journal of Physiology*, 595(9), 2949–2954. <https://doi.org/10.1113/JP272268>
- Kim, C. H., Wheatley, C. M., Behnia, M., & Johnson, B. D. (2016). The Effect of Aging on Relationships between Lean Body Mass and VO<sub>2</sub>max in Rowers. *PLOS ONE*, 11(8), e0160275. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0160275>
- Kriswanto, E. S., Setijono, H., & Mintarto, E. (2019). THE EFFECT OF CARDIORESPIRATORY FITNESS AND FATIGUE LEVEL ON LEARNING ABILITY OF MOVEMENT COORDINATION. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 38(2), 320–329. <https://doi.org/10.21831/cp.v38i2.24565>
- Macinnis, M. J., Gibala, M. J., Macinnis, M. J., & Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of Physiology*, 595(9), 2915–2930. <https://doi.org/10.1113/JP273196>
- Magee, M. K., White, J. B., Merrigan, J. J., & Jones, M. T. (2021). Does the Multistage 20-m Shuttle Run Test Accurately Predict VO<sub>2</sub>max in NCAA Division I Women Collegiate Field Hockey Athletes? *Sports* (Basel, Switzerland), 9(6). <https://doi.org/10.3390/sports9060075>
- Malm, C., Jakobsson, J., & Isaksson, A. (2019). Physical Activity and Sports-Real Health Benefits: A Review with Insight into the Public Health of Sweden. *Sports* (Basel, Switzerland), 7(5). <https://doi.org/10.3390/sports7050127>
- Montero, D., Diaz-Cañestro, C., & Lundby, C. (2015). Endurance Training and V'O<sub>2</sub>max: Role of Maximal Cardiac Output and Oxygen Extraction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(10), 2024–2033. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000640>
- Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2015). Associations Between Measures of Balance and Lower-Extremity Muscle Strength/Power in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(12), 1671–1692. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0390-z>
- Obrusnikova, I., Firkin, C. J., & Farquhar, W. B. (2022). A systematic review and meta-analysis of the effects of aerobic exercise interventions on cardiorespiratory fitness in adults with intellectual disability. *Disability and Health Journal*, 15(1), 101185. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2021.101185>
- Ozaki, H., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., & Abe, T. (2013). Resistance training induced increase in VO<sub>2</sub>max in young and older subjects. *European Review of Aging and Physical Activity*, 10(2), 107–116. <https://doi.org/10.1007/s11556-013-0120-1>
- Perry, C. G. R. (2017). Mitochondrial adaptations to exercise in human skeletal muscle: a possible role for cristae density as a determinant of muscle fitness. *The Journal of Physiology*, 595(9), 2773–2774. <https://doi.org/10.1113/JP273549>
- 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), e101–e118. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000866>
- Riyanto, P., & Mudian, D. (2019). Pengaruh Aktivitas Fisik Terhadap Peningkatan Kecerdasan

- Emosi Siswa. *Journal Sport Area*, 4(2), 339–347.  
[https://doi.org/10.25299/SPORTAREA.2019.VOL4\(2\).3801](https://doi.org/10.25299/SPORTAREA.2019.VOL4(2).3801)
- Ross, R., Blair, S. N., Arena, R., Church, T. S., Després, J. P., Franklin, B. A., Haskell, W. L., Kaminsky, L. A., Levine, B. D., Lavie, C. J., Myers, J., Niebauer, J., Sallis, R., Sawada, S. S., Sui, X., & Wisløff, U. (2016). Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement from the American Heart Association. In *Circulation* (Vol. 134, Issue 24).  
<https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000461>
- Schierbauer, J., Hoffmeister, T., Treff, G., Wachsmuth, N. B., & Schmidt, W. F. J. (2021). Effect of Exercise-Induced Reductions in Blood Volume on Cardiac Output and Oxygen Transport Capacity. *Frontiers in Physiology*, 12, 770.  
<https://doi.org/10.3389/FPHYS.2021.679232/BIBTEX>
- Soraya, N. (2017). Perbandingan Senam Aerobik Mix Impact Dengan Senam SKJ 2012 dan Motivasi Berprestasi Terhadap Daya Tahan Cardiorespiratory. *Journal Sport Area*, 2(2), 63–75. [https://doi.org/10.25299/SPORTAREA.2017.VOL2\(2\).878](https://doi.org/10.25299/SPORTAREA.2017.VOL2(2).878)
- Tanaka, H., & Seals, D. R. (2008). Endurance exercise performance in Masters athletes: age-associated changes and underlying physiological mechanisms. *The Journal of Physiology*, 586(1), 55–63. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.141879>
- Xiang, L., Deng, K., Mei, Q., Gao, Z., Yang, T., Wang, A., Fernandez, J., & Gu, Y. (2022). Population and Age-Based Cardiorespiratory Fitness Level Investigation and Automatic Prediction. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 8(January), 1–9.  
<https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.758589>

