



# Status IMT dan Kapasitas Vital Paru Kaitannya dengan Tingkat VO<sub>2</sub>Max Atlet Remaja

I Gede Ratnaya<sup>1</sup>, Ketut Chandra Adinata Kusuma<sup>2\*</sup>, I Putu Herry Widhi Andika<sup>3</sup> 

<sup>1,2,3</sup> Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received October 07, 2023

Accepted March 10, 2024

Available online April 25, 2024

### Kata Kunci:

Korelasi, IMT, Kapasitas Vital Paru, VO<sub>2</sub>Max

### Keywords:

Correlation, BMI, Lung Vital Capacity, VO<sub>2</sub>Max



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2024 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

## ABSTRAK

Kondisi fisik menjadi fondasi dalam proses pembinaan yang berjenjang dan berkelanjutan menuju *peak performance* atlet. Oleh karena itu, pelatih perlu mengetahui komponen anatomi dan fisiologi yang saling berkorelasi sebelum menyusun program latihan. Tujuan penelitian ini untuk mengungkap hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan kapasitas vital paru dengan VO<sub>2</sub>Max pada atlet remaja. Penelitian ini termasuk penelitian korelasi dengan menggunakan teknik *total sampling* (23 atlet PPLP) dalam menentukan sampel penelitian. Pengumpulan data IMT diperoleh dari hasil formulasi tinggi badan dan berat badan, kapasitas vital paru diukur menggunakan spirometer digital, dan *Multi-stage Fitness Test* (MFT) digunakan untuk menentukan level VO<sub>2</sub>Max. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan uji regresi linier berganda. Hasil menunjukkan bahwa secara simultan terdapat korelasi antara IMT dan kapasitas vital paru dengan VO<sub>2</sub>Max dengan derajat hubungan pada kategori sedang. Disimpulkan bahwa tingkat VO<sub>2</sub>Max atlet remaja dipengaruhi oleh kapasitas vital paru maupun IMT. Temuan saat ini berimplikasi terhadap prediktor penentu VO<sub>2</sub>Max pada atlet remaja yakni status IMT dan kapasitas vital paru, sehingga disarankan bagi pelatih apabila ingin meningkatkan kapasitas VO<sub>2</sub>Max maka status IMT dan kapasitas vital paru juga perlu diintervensi.

## ABSTRACT

Physical condition is the foundation of a tiered and sustainable coaching process aimed at peak athlete performance. Therefore, trainers need to know the anatomical and physiological components that correlate with each other before preparing a training program. The aim of this study was to reveal the relationship between body mass index (BMI) and vital lung capacity with VO<sub>2</sub>Max in adolescent athletes. This research includes correlational research using a total sampling technique (23 PPLP athletes) in determining the research sample. BMI data collection is obtained from the results of the formulation of height and weight; vital lung capacity is measured using a digital spirometer; and the Multi-stage Fitness Test (MFT) is used to determine the VO<sub>2</sub>Max level. Next, the data were analyzed using multiple linear regression tests. The results show that simultaneously there is a correlation between BMI, vital lung capacity, and VO<sub>2</sub>Max, with a degree of relationship in the medium category. It was concluded that the VO<sub>2</sub>Max level of adolescent athletes is influenced by lung vital capacity and BMI. The current findings have implications for the predictors of VO<sub>2</sub>Max in adolescent athletes, namely BMI status and vital lung capacity, so it is recommended that if coaches want to increase VO<sub>2</sub>Max capacity, BMI status and vital lung capacity also need to be addressed.

## 1. PENDAHULUAN

Prestasi olahraga nasional dapat diwujudkan dari dukungan pembangunan olahraga secara kolaboratif di setiap daerah, baik melalui klub olahraga, organisasi cabang olahraga, KONI Kabupaten/Kota, dan Dinas Pendidikan, Pemuda dan Olahraga. Identifikasi atlet berbakat dan pembinaan atlet usia dini dalam jangka panjang merupakan salah satu program pembangunan olahraga dimaksud (Dixon et al., 2020; Ford et al., 2020; Ratno & Nidyatama, 2019). Walaupun terbukti sukses dalam dua dekade terakhir, *talent identification and development system* membutuhkan investasi finansial yang besar (Cobley & Till, 2015; Rongen et al., 2018). Akademi sepak bola kategori 1 di Inggris bahkan tercatat telah menginvestasikan finansialnya sekitar £2.3 dan £4.9 juta per tahunnya (Larkin & Reeves, 2018). Berkaitan dengan pembangunan olahraga di Indonesia, maka setiap *stakeholder* keolahragaan di tingkat daerah

\*Corresponding author.

E-mail addresses: [ketutchandra64@gmail.com](mailto:ketutchandra64@gmail.com) (Ketut Chandra Adinata Kusuma)

wajib melakukan manajemen pembinaan olahraga yang meliputi perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan evaluasi (Suratmin et al., 2022). Proses identifikasi seperti yang dijelaskan di atas, dilanjutkan dengan tahap sistem rekrutmen dan ditempatkan pada sentral-sentral olahraga di setiap daerah. Sentral-sentral pembinaan olahraga di daerah telah dibentuk oleh pemerintah Indonesia melalui kerjasama Kementerian Pemuda Olahraga dengan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, seperti Sekolah Khusus Olahraga (SKO) yang tersebar di Sumatera Selatan, Lampung, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Kalimantan Timur, Papua, dan Sekolah Menengah Atas Olahraga (SMANOR) yang terdapat di Jawa Timur dan Riau, serta Pusat Pendidikan dan Latihan Pelajar (PPLP) yang tersebar di seluruh provinsi di Indonesia (Desain Besar Olahraga Nasional, 2021).

Sistem rekrutmen calon atlet dimaksud dilakukan secara ketat dengan beberapa langkah seperti standar keterampilan olahraga yang dimiliki, tampilan fisik, kebugaran, maupun sikap (Amnas et al., 2021; Suratmin et al., 2019). Tidak terkecuali pada sentral olahraga yang bernama PPLP, proses rekrutmen dan pembinaan atlet usia muda sesuai dengan standar dari Kementerian Pemuda dan Olahraga. Kedudukan PPLP di tiap provinsi, termasuk di Bali, merupakan ujung tombak dalam mencetak atlet potensial yang dapat berprestasi hingga tingkat internasional (Rohman & Effendi, 2019). Sebab, PPLP dibentuk dengan tujuan untuk mewadahi proses pembinaan atlet yang berstatus pelajar secara terstruktur dan berkesinambungan (Hambali et al., 2020). Latihan olahraga bertalian dengan upaya untuk meningkatkan prestasi dan mempertahankan prestasi yang dilakukan selama bertahun-tahun (Llyod et al., 2015; Pichardo et al., 2018). Latihan dimaksud harus menyentuh aspek fisik, teknik, taktik yang berbasis *sport science*. Aspek fisik selalu menjadi bagian penting dan sekaligus sebagai fondasi dalam pembentukan performa puncak tiap atlet. Kondisi fisik yang prima berkorelasi kuat terhadap penampilan atlet saat berlatih maupun bertanding atau berlomba (Akyildiz et al., 2022; Otero-Saborido et al., 2021). Sehingga setiap atlet pada cabang olahraga apapun, wajib memiliki kondisi fisik yang prima agar dapat menjaga konsistensi performanya. Komponen utama kondisi fisik yang dimaksud antara lain daya tahan kardiovaskuler, kekuatan, kecepatan, fleksibilitas, dan koordinasi.

Perkembangan prestasi atlet muda secara dominan dipengaruhi oleh kondisi fisik, secara khusus yakni tingkat kebugaran kardiovaskuler yang juga dikenal dengan istilah tingkat  $VO_2Max$  (Kusuma, 2019).  $VO_2Max$  sering digunakan sebagai salah satu parameter kebugaran kardiovaskuler, karena  $VO_2Max$  dapat menggambarkan tingkat efisiensi tubuh dalam memanfaatkan oksigen selama beraktivitas dengan intensitas sedang hingga berat dalam jangka waktu yang lama (Marisa et al., 2022; Ortega et al., 2015; Wahyuni & Donie, 2020). Selain itu,  $VO_2Max$  telah menjadi *international gold standard* terhadap kapasitas aerobik dalam mengevaluasi fungsi kardiopulmonaris, yang memiliki peran vital dalam olahraga kompetitif, *public fitness*, maupun kedokteran klinis seperti memilih atlet berbakat, menyusun program latihan, pemeriksaan kesehatan dan resiko pada kardiovaskuler (Armstrong & Welsman, 2019; Dong et al., 2018; Ross et al., 2016; Welsman & Armstrong, 2019). Atlet yang memiliki tingkat  $VO_2Max$  yang tinggi berarti memiliki tingkat kebugaran yang tinggi pula. Tingkat  $VO_2Max$  dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis kelamin, usia biologis, genetik, komposisi tubuh, ketinggian daratan, status gizi, intensitas gerak, dan pengalaman latihan (Bafirman et al., 2023; Demir & Yürük, 2017; Tsunawake et al., 2003). Mengetahui beberapa aspek atau variabel yang mempengaruhi tingkat  $VO_2Max$  dapat memberikan landasan ilmiah bagi pelatih dalam merencanakan program latihan yang dapat meningkatkan kapasitas  $VO_2Max$  atletnya. Korelasi antara Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan kebugaran jasmani pernah diteliti pada kelompok masyarakat dewasa hingga lansia. Kemudian korelasi kadar hemoglobin dengan tingkat  $VO_2Max$  pada atlet softball putra pun pernah diteliti. Serta, hubungan kapasitas vital paru dengan kapasitas  $VO_2Max$  juga pernah diteliti pada kelompok orang dewasa dan atlet dewasa.

Menariknya adalah saat ini belum banyak diungkap korelasi variabel tersebut pada atlet muda atau remaja. Secara teori dinyatakan bahwa usia biologis menjadi salah satu prediktor tingkat  $VO_2Max$ . Hal ini penting untuk diungkap, sebab atlet usia muda memiliki kecenderungan aktivitas gerak yang aktif, perkembangan fisiologis yang dinamis, dan memiliki kesempatan berlatih dalam jangka waktu yang lebih panjang menuju *golden age* mereka masing-masing. Sehingga penting untuk mengungkap atau mengkaji kembali secara mendalam tentang korelasi antara IMT dan kapasitas vital paru pada kategori remaja dengan tingkat  $VO_2Max$ . Berdasarkan hal tersebut, maka tujuan penelitian ini yaitu untuk melihat dan menganalisis korelasi IMT dan kapasitas vital paru dengan tingkat  $VO_2Max$  atlet PPLP Provinsi Bali yang tergolong dalam usia remaja. Hasil temuan ini diharapkan dapat memberikan penguatan dan kebaruan khasanah keilmuan dalam bidang kepelatihan olahraga. Selama ini, tingkat  $VO_2Max$  identik dengan tingkat IMT, ketebalan lemak, intensitas latihan, status gizi, pola istirahat, namun kapasitas vital paru perlu untuk diteliti apakah memiliki korelasi atau tidak pada kapasitas  $VO_2Max$  atlet remaja.

## 2. METODE

Penelitian ini termasuk penelitian korelasi berganda karena tujuan penelitian ini untuk membuktikan keterkaitan hubungan suatu dua variabel dengan variabel lainnya (Sugiyono, 2017). Pendekatan penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif. Populasi penelitian ini adalah atlet PPLP Provinsi Bali yang terdiri dari cabang olahraga atletik, pencak silat, dan panjat tebing. Total sampling dipilih sebagai metode pengambilan sampel, yakni sejumlah 23 atlet (usia =  $15.96 \pm 1.33$  tahun; tinggi badan =  $165 \pm 9.33$  cm; berat badan =  $59.11 \pm 12.71$ ). Metode pengumpulan data menggunakan tes dan pengukuran di lapangan. Pengukuran antropometri, yaitu tinggi badan menggunakan *microtoise* dengan batas ukur 200 cm dan ketelitian 0.1 cm, dan berat badan menggunakan timbangan berat badan digital. Hasil pengukuran antropometri tersebut selanjutnya dihitung menggunakan formulasi IMT yang dicatat dalam satuan kilogram per meter persegi ( $\text{kg/m}^2$ ) (Prasetio & Susanto, 2021). IMT dinyatakan *underweight* jika  $<18.5 \text{ kg/m}^2$ , normal jika  $18.5 - 22.9 \text{ kg/m}^2$ , *overweight* jika  $23 - 24.9 \text{ kg/m}^2$ , obesitas jika  $\geq 25 \text{ kg/m}^2$  (Setyawati et al., 2020). Kapasitas vital paru diukur menggunakan spirometer digital. Dilakukan dengan cara bernafas (hembuskan nafas) dengan mulut melalui *mouthpiece* dengan hidung ditutup (Wang & Zeng, 2019). Spirometer dihubungkan ke komputer, dan aktivitas pengukuran dipantau pada layar hingga mendapatkan hasil dalam satuan liter.  $\text{VO}_2\text{Max}$  diukur menggunakan *Multi-stage Fitness Test* (MFT) yang mengadopsi protokol tes dari Voss and Sandercock (Voss & Sandercock, 2009). *Testee* berlari *shuttle* sejauh 20 meter tepat waktu hingga terdengar suara “beep” dengan kecepatan awal 8.5 km h<sup>-1</sup> meningkat sebesar 0.5 km h<sup>-1</sup> setiap menit (Dimarucot & Macapagal, 2021). Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis menggunakan analisis deskriptif, yakni mendeskripsikan seluruh data dari semua variabel yang ada dalam bentuk tabel frekwensi menggunakan *Microsoft Excel*. Langkah selanjutnya yakni melakukan analisis korelasi berganda berbantuan SPSS 16.0 menggunakan uji regresi linier berganda pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui arah dan besaran pengaruh variabel independen, yakni IMT dan kapasitas vital paru terhadap variabel dependen yakni  $\text{VO}_2\text{Max}$  (Ghozali, 2018).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Berdasarkan pengumpulan data di lapangan, maka diperoleh sebaran data seperti mean, median, standar deviasi berdasarkan usia, tinggi badan, berat badan, kapasitas vita paru, dan  $\text{VO}_2\text{Max}$  dari 23 atlet PPLP Bali yang disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Deskriptif Data Atlet PPLP Bali

	Usia	Tinggi Badan	Berat Badan	Kapasitas Vital Paru	$\text{VO}_2\text{Max}$
Mean	15,956	165,004	59,113	46,231	40,451
Median	16	163,3	57,5	45,09	40,23
Standar deviation	1,330	9,334	12,713	5,666	5,389
Minimum	14	151,3	41,4	36,61	29,84
Maximum	18	186,1	107,9	56,73	48,73

Untuk menjawab ada atau tidaknya hubungan antara kedua variabel independen dengan variabel dependen dimaksud, maka dilakukan uji regresi linier berganda berbantuan SPSS. Adapun hasil uji regresi linier berganda disajikan pada Tabel 2 di bawah.

**Tabel 2.** Uji regresi linier berganda

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change
						F Change	df1	df2	
1	0,564	0,318	0,250	4,66624	0,318	4,671	2	20	0,022

Melihat hasil analisis data pada Tabel 1 yakni nilai Sig. F  $< 0,05$  maka variabel IMT dan kapasitas vital paru secara simultan atau bersama-sama memiliki korelasi dengan  $\text{VO}_2\text{Max}$ . Kemudian untuk melihat tingkat keeratan korelasi tersebut, bandingkan nilai R (0,564) dengan nilai *pearson correlation*. Nilai R pada Tabel 2 menunjukkan bahwa derajat hubungan variabel independen dengan variabel dependen termasuk sedang karena berada pada rentang 0,41 s/d 0,60.

## Pembahasan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengungkap hubungan antara IMT dan kapasitas vital paru dengan tingkat  $VO_2Max$  pada atlet remaja, dalam hal ini atlet PPLP Bali. Berdasarkan hasil atau temuan saat ini (di atas) maka terdapat hubungan antara IMT dan kapasitas vital paru dengan  $VO_2Max$  dengan derajat hubungan pada kategori sedang. Hasil paling penting adalah derajat korelasi yang dihasilkan pada kategori sedang. Walaupun *World Health Organization* (WHO) telah merilis kriteria IMT, namun *National Heart Lung and Blood Institute* (NHLBI) juga memberikan pengkategorian terhadap IMT menjadi empat kelompok yang lebih sesuai dengan batasan manusia Asia-Pasifik seperti *underweight* ( $<18.5 \text{ kg/m}^2$ ), *normal weight* ( $18.5-22.9 \text{ kg/m}^2$ ), *overweight* ( $23-24.9 \text{ kg/m}^2$ ), *obese* ( $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ ) (Lim et al., 2017). Formula IMT menggunakan rumus membagi berat badan dalam kilogram dengan kuadrat tinggi badan dalam satuan meter sehingga satuan IMT adalah  $\text{kg/m}^2$  (Misra & Dhurandhar, 2019). IMT dalam ilmu kesehatan merupakan salah satu prediktor dan variabel pada *phenotypic expression of the disease*, prognosis dan perjalanan penyakit seseorang (Casanova et al., 2014; Castaldi et al., 2014). IMT yang mengarah pada *overweight* dan *obesity* memberikan peluang besar terhadap gangguan pada kerja kardiovaskuler dan bahkan meningkatkan resiko kematian. Sedangkan IMT seseorang yang berada pada kategori *underweight*, dikaitkan dengan rendahnya kualitas hidup yang sehat (Golubnitschaja et al., 2021; Twig et al., 2016).

Pada kasus *overweight* dan *obese* mengindikasikan seseorang kelebihan kadar lemak tubuh daripada komponen atau komposisi tubuh lainnya. Komposisi tubuh utama manusia antara lain terdiri dari *total body fat*, *fat-free mass*, *bone mineral*, *body water* (Stratton et al., 2020). Kelebihan berat badan tersebut menyebabkan kerja jantung, paru dan pembuluh darah dalam sistem kardiovaskuler menjadi lebih berat (A. Chandra et al., 2014; Wahab et al., 2021). Padahal daya tahan kardiovaskuler yang baik menjadi modal utama dalam menunjang performa atlet baik dari sisi kondisi fisik, teknikal, mental dan performa bertanding (Ansyah et al., 2023; K. C. A. K. Chandra et al., 2022; Kardiawan & Kusuma, 2014; Latif et al., 2022).  $VO_2Max$  sebagai salah satu indikator tingkat kebugaran dipengaruhi atau berhubungan dengan variabel IMT. Temuan saat ini menguatkan kembali temuan sebelumnya yang menyatakan bahwa IMT berkorelasi positif dengan tingkat  $VO_2Max$  baik atlet, pelajar, masyarakat awam hingga lansia (Cahyono et al., 2021; Gusti Ayu et al., 2022; Pramono et al., 2020).

Selain melihat hubungan antara IMT dengan  $VO_2Max$ , terdapat hubungan yang lain yang berhasil diungkap saat ini. Hubungan kedua dimaksud adalah adanya korelasi antara kapasitas vital paru dengan  $VO_2Max$ . Kapasitas vital paru merupakan hasil penjumlahan dari volume tidal dengan volume cadangan ekspresi dan volume cadangan inspirasi (Sherwood, 2015). Kapasitas vital paru juga disebut sebagai volume udara maksimum yang dapat dihirup dan dihembuskan dalam satu tarikan nafas (Irzaldy et al., 2016). Kapasitas vital paru yang besar memiliki keuntungan salah satunya adalah memberikan atau menyediakan cadangan oksigen yang besar untuk diedarkan ke seluruh tubuh. Kapasitas vital paru telah teruji berkorelasi sangat kuat pada kemampuan *apnea*, yakni orang yang memiliki kapasitas paru yang besar maka dapat menahan nafas lebih lama (Putra et al., 2020). Sedangkan temuan saat ini menunjukkan bahwa kapasitas vital paru berkorelasi positif terhadap  $VO_2Max$ . Artinya, semakin kecil kapasitas vital paru maka kecil pula tingkat  $VO_2Max$  dan semakin besar kapasitas vital paru maka besar pula tingkat  $VO_2Max$ .

Berdasarkan uraian di atas, temuan saat ini berkontribusi pada rambu-rambu dalam melakukan latihan yang mengarah kepada peningkatan  $VO_2Max$ . Pelatih perlu memperhatikan dan mengintervensi IMT dan kapasitas vital paru setiap atlet apabila ingin meningkatkan level  $VO_2Max$ . IMT harus berada pada kategori ideal atau *normal weight*, dan kapasitas vital paru harus besar. Selain itu, temuan saat ini dapat menambah prediktor atau faktor yang mempengaruhi tingkat  $VO_2Max$  pada atlet. Pada temuan sebelumnya yang menjadi prediktor pembeda tingkat  $VO_2Max$  antara lain usia, antropometri, jenis kelamin, pola tidur, dan cabang olahraga. Namun demikian, penelitian ini memiliki limitasi yang dilihat dari derajat hubungan antara variabel yang berada pada kategori sedang. Hal tersebut menunjukkan jumlah sampel yang sedikit menjadi asumsi bahwa hasil akan berbeda apabila jumlah sampel lebih besar. Sehingga, limitasi ini dapat dijadikan salah satu rujukan dalam melakukan penelitian selanjutnya, guna memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

## 4. SIMPULAN

Kondisi fisik menjadi bagian yang fundamental bagi setiap atlet dalam menunjang performa latihan maupun bertanding atau berlomba. Kebugaran sering disebut untuk mengasosiasikannya dengan kondisi fisik yang prima. Salah satu parameter yang digunakan dalam menyatakan atlet dalam kondisi bugar atau tidak adalah mengidentifikasi tingkat  $VO_2Max$ . Apabila  $VO_2Max$  berada pada level tinggi atau baik maka tingkat kebugarannya pun dinyatakan serupa. Usaha meningkatkan  $VO_2Max$  melalui proses



latihan yang berkelanjutan dan sistematis harus memperhatikan faktor atau variabel prediktor yang dapat mempengaruhi VO<sub>2</sub>Max. penelitian ini memiliki limitasi, sehingga disarankan kepada peneliti selanjutnya agar limitasi ini dapat dijadikan salah satu dasar dalam melakukan penelitian lanjutan, tentunya dengan memperbanyak jumlah sampel yang terlibat. Walaupun demikian, para pelatih juga dapat menjadikan hasil ini sebagai acuan dalam melakukan proses latihan atau pembinaan kepada atlet mudanya, utamanya dalam membentuk kebugaran kardiovaskular agar memperhatikan variabel IMT dan kapasitas vital paru.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Akyildiz, Z., Nobari, H., González-Fernández, F. T. T., Praça, G. M., Sarmiento, H., Guler, A. H., Saka, E. K., Clemente, F. M., & Figueiredo, A. J. (2022). Variations in the physical demands and technical performance of professional soccer teams over three consecutive seasons. *Scientific Reports*, 12(1), 1–24. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06365-7>.
- Amnas, T. A., Hartanto, M., & Kusuma, D. W. Y. (2021). the Evaluation of the Implementation of Student Sports Education and Training Center (PPLP), North Sumatra. *Journal of Physical Education and Sports*, 10(2), 217–222. <https://doi.org/10.15294/JPES.V10I2.48283>.
- Ansyah, W. M., Tarigan, B., & Sumpena, A. (2023). Pengaruh Latihan Intensitas Sedang Selama Pandemic Covid – 19 Terhadap Keterampilan Sepakbola Dan Kebugaran Jasmani. *Jendela Olahraga*, 8(2), 61–72. <https://doi.org/10.26877/jo.v8i2.15050>.
- Armstrong, N., & Welsman, J. (2019). Clarity and confusion in the development of youth aerobic fitness. *Frontiers in Physiology*, 10(JUL), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00979>.
- Bafirman, Wahyuri, A. S., Vellya, Zarya, F., & Munir, A. (2023). Comparison of VO 2 Max Capacity and Lung Vital Capacity of Junior High School Students : Highlands and Lowlands. *JOSSAE (Journal of Sport Science and Education)*, 8(1), 69–76. <https://doi.org/10.26740/jossae.v8n1.p69-76>.
- Cahyono, I. D., Agustina, T., Basuki, S. W., & Hernawan, B. (2021). Hubungan Antara Status Gizi Dan Kebiasaan Berolahraga Dengan Nilai Volume Oksigen Maksimal (VO2 Max) Pada Siswa Laki - Laki SMP Negeri Di Temanggung Selama Pandemi Covid-19. *Herb-Medicine Journal*, 4(4), 30. <https://doi.org/10.30595/hmj.v4i4.10218>.
- Casanova, C., Aguirre-Jaime, A., De Torres, J. P., Pinto-Plata, V., Baz, R., Marin, J. M., Divo, M., Cordoba, E., Basaldua, S., Cote, C., & Celli, B. R. (2014). Longitudinal assessment in COPD patients: Multidimensional variability and outcomes. *European Respiratory Journal*, 43(3), 745–753. <https://doi.org/10.1183/09031936.00096913>.
- Castaldi, P. J., Dy, J., Ross, J., Chang, Y., Washko, G. R., Curran-Everett, D., Williams, A., Lynch, D. A., Make, B. J., Crapo, J. D., Bowler, R. P., Regan, E. A., Hokanson, J. E., Kinney, G. L., Han, M. K., Soler, X., Ramsdell, J. W., Barr, R. G., Foreman, M., ... Cho, M. H. (2014). Cluster analysis in the COPDGene study identifies subtypes of smokers with distinct patterns of airway disease and emphysema. *Thorax*, 69(5), 415–422. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2013-203601>.
- Chandra, A., Neeland, I. J., Berry, J. D., Ayers, C. R., Rohatgi, A., Das, S. R., Khera, A., McGuire, D. K., De Lemos, J. A., & Turer, A. T. (2014). The relationship of body mass and fat distribution with incident hypertension: Observations from the dallas heart study. *Journal of the American College of Cardiology*, 64(10), 997–1002. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.05.057>.
- Chandra, K. C. A. K., Artanayasa, I. W., & Mashuri, H. (2022). League 3 of Indonesia Bali Zone: Shots and patterns of scoring a goal. *Journal Sport Area*, 7(2), 204–213. [https://doi.org/10.25299/sportarea.2022.vol7\(2\).9464](https://doi.org/10.25299/sportarea.2022.vol7(2).9464).
- Cobley, S., & Till, K. (2015). *Talent identification, development, and the young rugby player*. Routledge.
- Demir, S., & Yürük, A. A. (2017). The Relationship Between Maximal Oxygen Intake, Body Fat and Bone Marker Measurements in Different Sports Branches. *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 4(3), 58–71. <https://doi.org/10.21020/hsbfd.358326>.
- Dimarucot, H. C., & Macapagal, L. S. (2021). The validity and reliability of three field tests for assessing college freshmen students' cardiovascular endurance. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 9(2), 363–374. <https://doi.org/10.13189/SAJ.2021.090226>.
- Dixon, J., Horton, S., Chittle, L., & Baker, J. (2020). *Relative Age Effects In Sport* (1st Editio). Routledge.
- Dong, Y., Qin, F., Zhao, J., Wang, S., Xu, M., & Wang, Z. (2018). The Comparative Study on the Maximum Oxygen Uptake Test of 10- Month Old Wistar Rats. *Exercise Biochemistry Review*, 1(4), 2018. <https://doi.org/10.14428/ebr.v1i4.12723>.
- Ford, P. R., Bordonau, J. L. D., Bonanno, D., Tavares, J., Groenendijk, C., Fink, C., Gualtieri, D., Gregson, W., Varley, M. C., Weston, M., Lolli, L., Platt, D., & Di Salvo, V. (2020). A survey of talent identification and development processes in the youth academies of professional soccer clubs from around the

- world. *Journal of Sports Sciences*, 38(11–12), 1269–1278. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1752440>.
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25*. Universitas Diponegoro Press.
- Golubnitschaja, O., Liskova, A., Koklesova, L., Samec, M., Biringer, K., Büsselberg, D., Podbielska, H., Kunin, A. A., Evseyeva, M. E., Shapira, N., Paul, F., Erb, C., Dietrich, D. E., Felbel, D., Karabatsiakakis, A., Bubnov, R., Polivka, J., Polivka, J., Birkenbihl, C., ... Kubatka, P. (2021). Caution, “normal” BMI: health risks associated with potentially masked individual underweight—EPMA Position Paper 2021. *EPMA Journal*, 12(3), 243–264. <https://doi.org/10.1007/s13167-021-00251-4>.
- Gusti Ayu, I., Pascha Paramurthi, I., & Putu Astrawan, I. (2022). Hubungan Antara Indeks Massa Tubuh (Imt) Dengan Kualitas Hidup Dan Vo2maks Pada Lanjut Usia Di Banjar Kemulan Desa Jagapati Kecamatan Abiansemal Badung. *PREPOTIF Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(3), 1524–1532. <https://doi.org/10.31004/prepotif.v6i3.5678>.
- Hambali, S., Sundara, C., & Meirizal, Y. (2020). Kondisi Fisik Atlet Pencak Silat Pplp Jawa Barat. *Multilateral Jurnal Pendidikan Jasmani Dan Olahraga*, 19(1), 74–82. <https://doi.org/10.20527/multilateral.v19i1.8217>.
- Irzaldy, A., Wiyasihati, S. I., & Purwanto, B. (2016). Lung Vital Capacity of Choir Singers and Nonsingers: A Comparative Study. *Journal of Voice*, 30(6), 717–720. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.08.008>.
- Kardiawan, I. K. H., & Kusuma, K. C. A. (2014). *Pembentukan dan Pembinaan Kondisi Fisik*. Graha Ilmu.
- Kusuma, I. D. M. A. W. (2019). The influence of the differences within the preliminary vo2max level on the Tabata training results. *Jurnal SPORTIF: Jurnal Penelitian Pembelajaran*, 5(2), 327. [https://doi.org/10.29407/js\\_unpgri.v5i2.13490](https://doi.org/10.29407/js_unpgri.v5i2.13490).
- Larkin, P., & Reeves, M. J. (2018). Junior-elite football: time to re-position talent identification? *Soccer and Society*, 19(8), 1183–1192. <https://doi.org/10.1080/14660970.2018.1432389>.
- Latif, R. A., Ghazali, M. S., Rahman, Z. A., Mohamed, A. M. D., & Fauzee, M. S. O. (2022). Relationship Between Cardiovascular Endurance and Mental Toughness among Academy Mokhtar Dahari (AMD) Football Players. *Asian Journal of University Education*, 18(1), 166–178. <https://doi.org/10.24191/ajue.v18i1.17183>
- Lim, J. U., Lee, J. H., Kim, J. S., Hwang, Y. Il, Kim, T. H., Lim, S. Y., Yoo, K. H., Jung, K. S., Kim, Y. K., & Rhee, C. K. (2017). Comparison of World Health Organization and Asia-Pacific body mass index classifications in COPD patients. *International Journal of COPD*, 12, 2465–2475. <https://doi.org/10.2147/COPD.S141295>.
- Llyod, R., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Howard, R., De Ste Croix, M., Williams, C. A., Best, T. M., Alvar, B. A., Micheli, L. J., Thomas, D. P., Hatfield, D. L., Cronin, J. B., & Myer, G. D. (2015). Long-Term Athletic Development-Part 1: A Pathway for All Youth. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1439–1450. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000756>.
- Marisa, U., Yendrizal, Tohidin, D., Sujana, A., & Zarya, F. (2022). Pengaruh daya ledak otot lengan, otot tungkai, koordinasi mata tangan terhadap ketepatan smash atlet bola voli. *JORPRES (Jurnal Olahraga Prestasi)*, 18(3), 57–69. <https://doi.org/10.21831/jorpres.v18i3.53882>.
- Misra, A., & Dhurandhar, N. V. (2019). Current formula for calculating body mass index is applicable to Asian populations. *Nutrition and Diabetes*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41387-018-0070-9>.
- Ortega, F. B., Cadenas-Sánchez, C., Sánchez-Delgado, G., Mora-González, J., Martínez-Télliz, B., Artero, E. G., Castro-Piñero, J., Labayen, I., Chillón, P., Löf, M., & Ruiz, J. R. (2015). Systematic Review and Proposal of a Field-Based Physical Fitness-Test Battery in Preschool Children: The PREFIT Battery. *Sports Medicine*, 45(4), 533–555. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0281-8>.
- Otero-Saborido, F. M., Aguado-Méndez, R. D., Torreblanca-Martínez, V. M., & González-Jurado, J. A. (2021). Technical-tactical performance from data providers: A systematic review in regular football leagues. *Sustainability (Switzerland)*, 13(18). <https://doi.org/10.3390/su131810167>.
- Pichardo, A. W., Oliver, J. L., Harrison, C. B., Maulder, P. S., & Lloyd, R. S. (2018). Integrating models of long-term athletic development to maximize the physical development of youth. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 13(6), 1189–1199. <https://doi.org/10.1177/1747954118785503>.
- Pramono, O. D., Kuswari, M., Swamilaksita, P. D., Sa'pang, M., Gifari, N., & Nuzrina, R. (2020). Faktor VO2 max Atlet Softball Putri di Pemusatan Latihan Nasional (Pelatnas) Asian Games 2018. *JUARA: Jurnal Olahraga*, 5(2), 175–183. <https://doi.org/10.33222/juara.v5i2.844>.
- Prasetyo, B., & Susanto, I. H. (2021). Hubungan Aktivitas Fisik Dengan Indeks Massa Tubuh Pada Anak di Daerah Kampung nelayan Pesisir Pantai Kenjeran. *Porkes*, 4(1), 19–31. <https://doi.org/10.29408/porkes.v4i1.3437>.
- Putra, K. P., Pratama, R. P., & Nugroho, K. P. A. (2020). Kapasitas Vital Paru Berkorelasi Positif dengan

- Kemampuan Tahan Nafas pada Laki-Laki Usia 19-25 Tahun. *JOSSAE: Journal of Sport Science and Education*, 5(1), 25. <https://doi.org/10.26740/jossae.v5n1.p25-32>.
- Ratno, P., & Nidyatama, N. (2019). Analisis Hasil Talent Scouting Dispora Kota Medan Cabang Olahraga Karate Pada Calon Atlet Ppld Kota Medan. *Sains Olahraga: Jurnal Ilmiah Ilmu Keolahragaan*, 3(1), 45. <https://doi.org/10.24114/so.v3i1.13060>.
- Rohman, U., & Effendi, M. Y. (2019). Profil kondisi fisik atlet PPLP pencak silat Jawa Timur. *Journal Physical Education, Health and Recreation*, 3(2), 112–121. <https://doi.org/10.24114/pjkr.v3i2.12312>
- Rongen, F., McKenna, J., Copley, S., & Till, K. (2018). Are youth sport talent identification and development systems necessary and healthy? *Sports Medicine*, 4(1), 2–5. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0135-2>.
- 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>
- Desain Besar Olahraga Nasional, Pub. L. No. Perpres No 86 (2021).
- Setyawati, N., Dieny, F. F., Rahadiyanti, A., Fitranti, D. Y., & Tsani, A. F. A. (2020). Profil antropometri, ketersediaan energi dan kepadatan tulang pada atlet remaja putri berbagai cabang olahraga. *Jurnal Keolahragaan*, 8(1), 21–31. <https://doi.org/10.21831/jk.v8i1.30367>.
- Sherwood, L. (2015). *Fisiologi manusia: dari sel ke sistem*. EGC.
- Stratton, M. T., Tinsley, G. M., Alesi, M. G., Hester, G. M., Olmos, A. A., Serafini, P. R., Modjeski, A. S., Mangine, G. T., King, K., Savage, S. N., Webb, A. T., & Vandusseldorp, T. A. (2020). Four weeks of time-restricted feeding combined with resistance training does not differentially influence measures of body composition, muscle performance, resting energy expenditure, and blood biomarkers. *Nutrients*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/nu12041126>.
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suratmin, I Putu Darmayasa, I Putu Panca Adi, I Ketut Sudiana, Ratna Kumala Setyaningrum, & Hanik Liskustyawati. (2022). Achievement Sport Mapping Based on Evaluation of Koni Sports Development Program Using Context, Input, Process, Product (CIPP) Methods. *Mimbar Ilmu*, 27(3), 391–398. <https://doi.org/10.23887/mi.v27i3.54809>.
- Suratmin, Putra, A., & Darmayasa, I. P. (2019). Design of Student Sports Club in Bali Province. *Journal of Physical Education, Sport, Health and Recreations*, 8(2), 55–61. <https://doi.org/10.15294/active.v8i2.28526>.
- Tsunawake, N., Tahara, Y., Moji, K., Muraki, S., Minowa, K., & Yukawa, K. (2003). Body composition and physical fitness of female volleyball and basketball players of the Japan inter-high school championship teams. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 22(4), 195–201. <https://doi.org/10.2114/jpa.22.195>.
- Twig, G., Yaniv, G., Levine, H., Leiba, A., Goldberger, N., Derazne, E., Shor, D. B.-A., Tzur, D., Afek, A., Shamiss, A., Haklai, Z., & Kark, J. D. (2016). Body-mass index in 2.3 million adolescents and cardiovascular death in adulthood. *The New England Journal of Medicine*, 114(6), 2430–2440. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1503840>.
- Voss, C., & Sandercock, G. (2009). Does the twenty meter shuttle-run test elicit maximal effort in 11- to 16-year-olds? *Pediatric Exercise Science*, 21(1), 55–62. <https://doi.org/10.1123/pes.21.1.55>.
- Wahab, A., Dey, A. K., Bandyopadhyay, D., Katikineni, V., Chopra, R., Vedantam, K. S., Devraj, M., Chowdary, A. K., Navarengom, K., Lavie, C. J., Kolpakchi, A., & Jneid, H. (2021). Obesity, Systemic Hypertension, and Pulmonary Hypertension: A Tale of Three Diseases. *Current Problems in Cardiology*, 46(3). <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2020.100599>.
- Wahyuni, S., & Donie. (2020). VO2Max, Daya Ledak Otot Tungkal, Kelincahan Dan Kelentukan Untuk Kebutuhan Kondisi Fisik Aatlet Taekwondo Sovia. *Kondisi Fisik*, 2, 1–13. <https://doi.org/10.24036/patriot.v2i2.639>.
- Wang, K., & Zeng, R. (2019). Pulmonary Function Test. *Handbook of Clinical Diagnostics*, 23(1), 337–342. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-7677-1\\_55](https://doi.org/10.1007/978-981-13-7677-1_55).
- Welsman, J., & Armstrong, N. (2019). Interpreting aerobic fitness in youth: The fallacy of ratio scaling. *Pediatric Exercise Science*, 31(2), 184–190. <https://doi.org/10.1123/pes.2018-0141>.