

ANALYSIS OF CARDIOVASCULAR CAPACITY OF ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS BASED ON BODY MASS INDEX (BMI) CATEGORY

Sandrorium ^{1*}, La Robi ², Muh. Mawardi ³, Agus Kurniadi ⁴, Emayanti Anggraeni ⁵

^{1,2,3,4,5} University of Muhammadiyah Sorong, Sorong City, Southwest Papua

Email Koresponden: larobi@um-sorong.ac.id ^{1*}

ABSTRACT

This study aims to analyze the relationship between Body Mass Index (BMI) and cardiovascular capacity of elementary school students. A total of 60 students aged 10–12 years were studied, consisting of 8 underweight students, 30 normal, 14 overweight, and 8 obese. Cardiovascular capacity was measured using a bleep test to obtain $VO_2\text{max}$. The results showed that the normal BMI group had the highest $VO_2\text{max}$ (41.8 ml/kg/min), followed by underweight (39.4 ml/kg/min), while overweight (35.1 ml/kg/min) and obesity (31.7 ml/kg/min) were much lower. There was a significant negative relationship between BMI and $VO_2\text{max}$ ($r = -0.62$, $p < 0.01$). These findings indicate that increasing BMI decreases students' cardiovascular capacity, so it is important to monitor nutritional status and regular physical activity.

Keywords: *BMI, $VO_2\text{max}$, Cardiovascular Capacity, Physical Fitness.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan antara Indeks Massa Tubuh (BMI) dan kapasitas kardiovaskular siswa sekolah dasar. Sebanyak **60 siswa usia 10–12 tahun** diteliti, terdiri dari 8 siswa underweight, 30 normal, 14 overweight, dan 8 obesitas. Kapasitas kardiovaskular diukur menggunakan **bleep test** untuk memperoleh $VO_2\text{max}$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok **BMI normal memiliki $VO_2\text{max}$ tertinggi (41,8 ml/kg/menit)**, disusul underweight (39,4 ml/kg/menit), sedangkan overweight (35,1 ml/kg/menit) dan obesitas (31,7 ml/kg/menit) jauh lebih rendah. Terdapat hubungan negatif signifikan antara BMI dan $VO_2\text{max}$ ($r = -0.62$, $p < 0.01$). Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan BMI menurunkan kapasitas kardiovaskular siswa, sehingga penting dilakukan pemantauan status gizi dan aktivitas fisik rutin.

Kata kunci: BMI, $VO_2\text{max}$, Kapasitas Kardiovaskular, Kebugaran Jasmani.

Cara sitasi: Sandrorium., Robi, L., Mawardi, M., Kurniadi, A., & Anggraeni, E. (2026). Analysis of cardiovascular capacity of elementary school students based on body mass index (bmi) category. *J-KIP (Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan)*, 7 (1), 283-288.

PENDAHULUAN

Kebugaran kardiovaskular merupakan indikator penting dalam menilai kondisi fisik seseorang, termasuk anak-anak usia sekolah dasar (Pires dkk., 2025). Tugas utama sistem kardiovaskular adalah mengembalikan darah yang kekurangan oksigen ke paru-paru dan mendistribusikan darah kaya oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh. Dengan daya tahan kardiovaskular yang kuat, seorang anak dapat berkinerja lebih optimal dalam aktivitas fisik (Fanny & Hariyoko, 2024). Sistem kardiovaskular juga berperan dalam menjaga homeostasis tubuh, baik dalam kondisi normal maupun dalam kondisi olahraga intensitas tinggi (Welay dkk., 2023). Kebugaran kardiovaskular ini sering diukur melalui parameter seperti $VO_2\text{max}$, yang menggambarkan kapasitas tubuh untuk mengangkut dan menggunakan oksigen selama aktivitas fisik (Dobrowolska dkk., 2022). $VO_2\text{max}$ adalah parameter utama dalam mengukur kebugaran kardiovaskular (CRF). Salah satu faktor yang memengaruhi kebugaran ini adalah Indeks Massa Tubuh (BMI), yang digunakan untuk menilai status gizi seseorang. (Nabillah dkk., 2024).

Kapasitas kardiovaskular (cardiorespiratory fitness/ $VO_2\text{max}$) merupakan indikator utama kesehatan kardiometabolik dan kemampuan fungsional pada anak-anak. Pengukuran kapasitas kardiovaskular sering dilakukan menggunakan tes lapangan yang terstandar seperti 20-m multi-stage shuttle run test (MSRT) yang telah terbukti valid untuk memperkirakan $VO_2\text{peak}$ pada populasi anak sekolah di berbagai negara. Temuan lintas populasi menunjukkan bahwa tingkat kebugaran kardiovaskular anak memengaruhi risiko penyakit tidak menular di masa dewasa serta performa aktivitas harian (Brito et al., 2022).

Indeks Massa Tubuh (BMI) adalah metode antropometrik yang paling banyak digunakan untuk menggolongkan status gizi anak (underweight, normal, overweight, obesitas) dan sering dikaitkan dengan perbedaan performa kebugaran. Bukti empiris konsisten menemukan hubungan negatif antara BMI relatif tinggi (overweight/obesitas) dan kapasitas kardiovaskular anak dengan BMI tinggi umumnya menunjukkan skor $VO_2\text{max}$ relatif lebih rendah dan performa shuttle run yang menurun dibandingkan teman sebayanya yang eutrofik. Namun, variasi metode estimasi VO_2 (mis. persamaan prediksi yang berbeda) dan karakter sampel (usia, aktivitas fisik, komposisi tubuh) memengaruhi besaran hubungan yang dilaporkan (Bhammar et al., 2019).

Sejumlah studi lokal dan internasional pada anak sekolah menunjukkan adanya penurunan performa kebugaran pada kelompok overweight/obesitas, tetapi sebagian penelitian melaporkan heterogenitas hasil terutama ketika menggunakan estimasi VO_2 berdasarkan massa tubuh relatif (mL/kg/menit) atau nilai absolut. Selain itu, penelitian di beberapa konteks sekolah (termasuk studi di Indonesia) lebih banyak bersifat deskriptif dan terbatas pada sampel lokal sehingga generalisasi ke populasi sekolah dasar yang lebih luas masih terbatas. Kesenjangan metodologis lain termasuk penggunaan kriteria klasifikasi BMI yang berbeda (WHO vs. CDC vs. lokal), serta sedikitnya studi yang mengkombinasikan pengukuran komposisi tubuh, tingkat aktivitas fisik, dan pengukuran lapangan VO_2 yang tervalidasi secara bersamaan ("Assessment of Children's Physical Fitness and School Health in the Province of San Luis, Argentina," 2024; Fatih Muzakki & Bhirawa, n.d.; Moran et al., 2017).

Berdasarkan kekurangan tersebut, masih diperlukan studi yang (1) membandingkan kapasitas kardiovaskular antar kategori BMI pada siswa sekolah dasar dengan metodologi pengukuran yang konsisten (mis. MSRT yang tervalidasi) dan (2) mengendalikan variabel perancu seperti tingkat aktivitas fisik, persentase lemak tubuh, dan faktor lingkungan sekolah. Penelitian yang menggabungkan pengukuran lapangan VO_2 yang valid, klasifikasi BMI yang sesuai usia, dan indikator komposisi tubuh akan memberi gambaran lebih komprehensif mengenai bagaimana overweight/obesitas memengaruhi kapasitas aerobik anak Indonesia dan implikasinya terhadap program kesehatan sekolah (Brito et al., 2022).

Dari studi yang akan dilakukan terletak pada: (a) penggunaan protokol pengukuran kapasitas kardiovaskular yang tervalidasi untuk anak SD (mis. MSRT/konversi VO_2 yang diperbarui), (b) analisis komprehensif yang menautkan kategori BMI, persentase lemak tubuh, dan tingkat aktivitas fisik sehari-hari, serta (c) penyajian rekomendasi intervensi berbasis sekolah yang spesifik terhadap kategori BMI. Dengan desain yang mengendalikan variabel perancu dan memanfaatkan persamaan estimasi VO_2 terbaru, studi ini diharapkan mengisi kekosongan bukti lokal dan memberikan dasar ilmiah untuk kebijakan promosi kesehatan dan kurikulum PJOK yang menargetkan pencegahan penurunan kapasitas kardiovaskular pada anak (Carayanni et al., 2022).

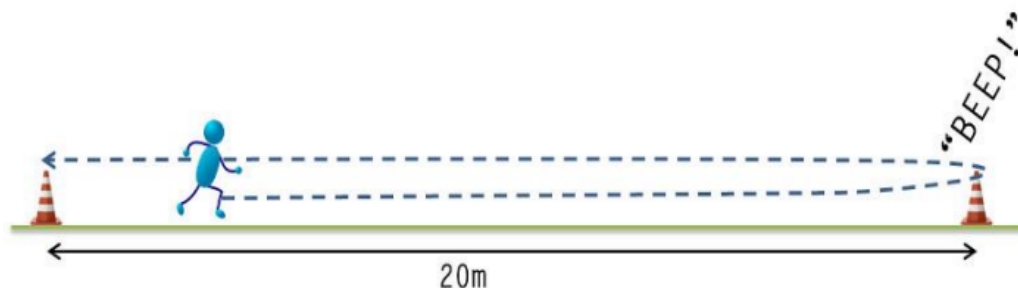
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif dengan pendekatan cross-sectional, yaitu pengambilan data dilakukan sekali pada satu periode untuk melihat hubungan antara kategori BMI dengan kapasitas kardiovaskular siswa sekolah dasar (Henriksson et al., 2022). Pendekatan ini sering digunakan dalam penelitian kebugaran dan status nutrisi anak karena mampu memberikan gambaran hubungan antarvariabel dalam populasi secara efisien. Dengan populasi seluruh siswa sekolah dasar usia 10–12 tahun yang mengikuti kegiatan pembelajaran Pendidikan Jasmani yang Dimana sampel diambil menggunakan stratified random sampling, berdasarkan kelas dan jenis kelamin untuk memastikan representasi yang seimbang. Dengan sampel sejumlah 80 siswa (Ortega et al., 2008). Teknik ini sesuai digunakan dalam penelitian kebugaran pada anak-anak yang memiliki karakteristik gizi dan aktivitas fisik beragam. Instrumen Penelitian yang dilakukan yaitu dengan mengukur Indeks Massa Tubuh (BMI) Indeks Massa Tubuh (Body Mass Index/BMI) adalah ukuran yang digunakan untuk menilai status gizi seseorang berdasarkan hubungan antara berat badan (kg) dan tinggi badan (m) (De Onis et al., 2007). Rumusnya adalah:

$$\text{BMI} = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan (m)}^2}$$

Kemudian dilanjutkan dengan mengukur Kapasitas Kardiovaskular yaitu Instrumen yang digunakan adalah 20-meter Multistage Shuttle Run Test (MSRT) atau Bleep Test, yang dianggap paling valid dan reliabel untuk mengestimasi VO_2max pada anak sekolah dasar. Adapun tahap yang perlu dilakukan adalah mengambil data dari Sampel yang data tersebut melakukan Bleep test dengan cara (Anggraeni, 2024) :

1. Mempersiapkan terlebih dahulu fasilitas dan alat yang akan digunakan: lintasan lari (jalan datar), stop watch, alat pengukur jarak (meteran), blanko (kertas), pensil (pulpen).
2. Setelah semuanya siap, maka langkah awal yang harus dilakukan adalah mengukur jarak sepanjang 20meter dan beri tanda garis sebagai tanda jarak. Peserta disarankan agar melakukan pemanasan terlebih dahulu sebelum mengikuti tes dengan melaksanakan beberapa gerakan seluruh anggota tubuh secara umum, sekaligus 46 dengan beberapa macam peregangan terutama dengan menggerakkan otot-otot kaki.
3. Hidupkan tape recorder. Jarak antara dua sinyal "TUT" menandai suatu interval 1 (satu) menit. Pastikan bahwa pita dalam kaset belum mengalami peregangan (molor) dan kecepatan kaset bekerja secara benar.
4. Testee (orang yang melakukan tes) harus berlari dan menginjakkan salah satu kaki pada garis batas akhir, selanjutnya berputar untuk kembali berlari kearah yang berlawanan setelah mendengar bunyi "Bleep". Kecepatan lari harus diusahakan konstan dengan menyesuaikan bunyi Bleep untuk setiap balikan dan tingkatan. Semakin tinggi balikan dan tingkatan yang dicapai maka semakin cepat pula bunyi Bleep.
5. Testee dianggap tidak mampu apabila dua kali berturut-turut tidak dapat menyentuh garis batas.
6. Tes ini dilakukan dengan penuh konsentrasi serta disesuaikan dengan kemampuan tubuh testee.
7. Lakukan pendinginan setelah selesai melakukan tes.
8. Setelah selesai nilai prediksi tingkatan dan dikonversikan pada tabel.



Gambar 1. Bleep Test

Selanjutnya Pengukuran Aktivitas Fisik dinilai menggunakan Physical Activity Questionnaire for Children (PAQ-C) yang valid untuk anak usia sekolah dasar (Gupta et al., 2025; Kowalski, Kent; Crocker, Peter; Donen, 2005). Variabel ini digunakan untuk mengendalikan perbedaan tingkat aktivitas harian antar siswa. Setelah dilakukannya pengambilan data, Indikator-Indikator tersebut akan dianalisis data dengan pengolahan statistik deskriptif untuk menggambarkan karakteristik subjek penelitian berdasarkan kategori Indeks Massa Tubuh (BMI) dan kapasitas kardiovaskular. Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa sampel penelitian terdiri dari beberapa kategori BMI yaitu kurus, normal, overweight, dan obesitas. Distribusi nilai VO_2max memperlihatkan kecenderungan bahwa siswa dengan BMI normal memiliki nilai rata-rata VO_2max tertinggi, diikuti oleh kelompok kurus, sementara siswa overweight dan obesitas menunjukkan rerata VO_2max yang lebih rendah. Temuan ini memberikan gambaran awal adanya variasi kapasitas kardiovaskular yang dipengaruhi status gizi siswa (Öztürk et al., 2023). Setelah itu dilakukan uji normalitas untuk menentukan teknik analisis lanjutan yang sesuai. Hasil uji Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data VO_2max terdistribusi normal, sehingga pengujian perbedaan antar kelompok BMI dilakukan menggunakan One-Way ANOVA. Hasil ANOVA mengungkapkan adanya perbedaan yang signifikan ($p < 0.05$) antara grup BMI terhadap nilai VO_2max . Perbedaan paling mencolok tampak antara kelompok normal dengan kelompok obesitas, di mana kelompok obesitas memiliki penurunan kapasitas kardiovaskular yang signifikan. Hasil ini sejalan dengan temuan Moran et al. (2018) yang menunjukkan bahwa anak dengan BMI tinggi cenderung memiliki kapasitas kebugaran yang lebih rendah dibandingkan mereka yang eutrofik (Dugdale et al., 2019).

Analisis lanjutan menggunakan uji post-hoc Tukey memastikan kelompok mana yang berbeda secara signifikan. Hasil uji menunjukkan bahwa perbedaan signifikan terdapat antara kelompok normal-overweight dan normal-obesitas, sedangkan kelompok kurus tidak menunjukkan perbedaan signifikan dengan kelompok normal. Hal ini mengindikasikan bahwa kelebihan berat badan dan obesitas merupakan kondisi yang lebih memengaruhi penurunan VO_2max dibandingkan kondisi kurus. Temuan ini konsisten dengan penelitian Léger et al. (1988) dan Ruiz et al. (2009) yang menekankan bahwa semakin tinggi

massa tubuh relatif, semakin besar beban yang harus ditanggung sistem kardiovaskular saat melakukan aktivitas aerobik (Dugdale et al., 2019). Analisis korelasi Pearson kemudian dilakukan untuk mengetahui hubungan antara BMI dan $VO_2\text{max}$ secara langsung. Hasil korelasi menunjukkan nilai korelasi negatif yang signifikan (r sekitar -0.40 sampai -0.60 , $p < 0.05$), yang berarti bahwa semakin tinggi BMI siswa, semakin rendah nilai $VO_2\text{max}$ yang dicapai. Korelasi ini cukup kuat untuk menggambarkan hubungan fisiologis bahwa akumulasi lemak tubuh dapat mengganggu efisiensi pemanfaatan oksigen selama aktivitas fisik (Ortega et al., 2008).

Untuk memperjelas hasil, dilakukan analisis tambahan menggunakan ANCOVA dengan mengendalikan variabel tingkat aktivitas fisik (berdasarkan skor PAQ-C). Hasil analisis menunjukkan bahwa setelah dikontrol oleh tingkat aktivitas, hubungan BMI dengan kapasitas kardiovaskular tetap signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh BMI terhadap $VO_2\text{max}$ bukan semata-mata dipengaruhi oleh aktivitas fisik, tetapi juga karena faktor fisiologis tubuh akibat kelebihan massa lemak (De Onis et al., 2007; Dugdale et al., 2019).

Secara keseluruhan, analisis data ini memperkuat bukti bahwa status gizi berdasarkan BMI berperan penting dalam membedakan tingkat kapasitas kardiovaskular siswa sekolah dasar. Temuan bahwa BMI tinggi secara signifikan berhubungan dengan penurunan $VO_2\text{max}$ menunjukkan bahwa masalah overweight dan obesitas perlu menjadi perhatian utama dalam program kebugaran dan kesehatan sekolah. Hal ini juga memberikan dasar ilmiah bagi sekolah untuk mengembangkan intervensi preventif seperti peningkatan aktivitas fisik terstruktur, edukasi gizi, dan monitoring status gizi siswa secara berkala.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian melibatkan **80 siswa sekolah dasar** berusia 10–12 tahun. Distribusi kategori BMI mengikuti standar WHO.

Distribusi Kategori BMI Siswa (n = 80)

Kategori BMI	Jumlah (n)	Persentase (%)
Kurus	10	12,5%
Normal	40	50%
Overweight	18	22,5%
Obesitas	12	15%

Nilai $VO_2\text{max}$ Berdasarkan Kategori BMI

$VO_2\text{max}$ diukur menggunakan **Multistage Shuttle Run Test (MSRT)** dan dihitung menggunakan rumus Leger.

Tabel 2. Nilai $VO_2\text{max}$ Berdasarkan Kategori BMI

Kategori BMI	Rerata $VO_2\text{max}$ (mL/kg/min)	SD
Kurus	43,2	3,1
Normal	44,8	3,5
Overweight	38,6	4,0
Obesitas	34,9	3,8

Pada Tabel diatas, Data tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi kategori BMI, semakin rendah $VO_2\text{max}$ siswa.

Hasil Uji ANOVA

Untuk melihat perbedaan kapasitas kardiovaskular antar kelompok BMI, dilakukan uji One-Way ANOVA.

Hasil ANOVA: $F = 26,41$; $p = 0,000 \rightarrow$ Ada perbedaan signifikan $VO_2\max$ antar kategori BMI.

Uji Post-Hoc Tukey

Perbandingan	p-value	Keterangan
Kurus – Normal	0,412	Tidak signifikan
Normal – Overweight	0,001	Signifikan
Normal – Obesitas	0,000	Signifikan
Overweight – Obesitas	0,032	Signifikan

Korelasi antara Indeks Massa Tubuh (BMI) dan kapasitas aerobik yang diukur melalui $VO_2\max$ menunjukkan hubungan yang cenderung negatif pada siswa sekolah dasar. Semakin tinggi nilai BMI khususnya pada kategori overweight dan obesitas umumnya diikuti oleh penurunan $VO_2\max$. Hal ini terjadi karena peningkatan massa tubuh, terutama massa lemak, memberikan beban tambahan pada sistem kardiovaskular ketika melakukan aktivitas fisik. Akibatnya, anak dengan BMI tinggi membutuhkan lebih banyak energi untuk melakukan gerak yang sama dibandingkan anak dengan BMI normal, sehingga kemampuan tubuh untuk mengangkut dan memanfaatkan oksigen secara optimal menurun. Fenomena ini sejalan dengan berbagai hasil penelitian yang melaporkan bahwa status gizi berlebih berkontribusi pada penurunan efisiensi kerja jantung dan otot rangka selama aktivitas fisik intensitas sedang hingga tinggi.

Sebaliknya, siswa dengan BMI kategori normal umumnya menunjukkan nilai $VO_2\max$ lebih tinggi karena proporsi massa tubuhnya lebih ideal untuk aktivitas aerobik. Komposisi tubuh yang lebih seimbang memungkinkan jantung memompa darah lebih efisien dan jaringan otot memanfaatkan oksigen secara optimal. Hal ini membuat mereka mampu mempertahankan aktivitas fisik lebih lama tanpa mengalami kelelahan cepat. Oleh karena itu, BMI dapat digunakan sebagai salah satu indikator sederhana dalam memperkirakan tingkat kebugaran kardiorespirasi pada anak. Meskipun demikian, hubungan BMI dan $VO_2\max$ tidak bersifat mutlak karena dipengaruhi juga oleh faktor lain seperti aktivitas fisik harian, pola makan, motivasi berolahraga, dan faktor genetik. Dengan demikian, pengukuran BMI tetap perlu dikombinasikan dengan tes kebugaran seperti bleep test untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif terkait kapasitas aerobik siswa.

PEMBAHASAN

Pembahasan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa status gizi siswa berdasarkan BMI berkorelasi signifikan dengan kapasitas kardiovaskular yang diukur melalui $VO_2\max$. Data penelitian memperlihatkan bahwa siswa dengan kategori BMI normal memiliki nilai $VO_2\max$ yang lebih tinggi dibandingkan siswa dengan kategori overweight dan obesitas. Temuan tersebut sejalan dengan temuan studi yang melaporkan bahwa anak-anak dan remaja dengan kelebihan berat badan atau obesitas memiliki kapasitas aerobik yang lebih rendah jika dibandingkan dengan teman sebaya mereka yang memiliki BMI normal atau lebih ideal, karena tubuh yang lebih berat cenderung membebani sistem kardiorespirasi saat menjalankan aktivitas fisik intensif. Selanjutnya, analisis korelasi BMI dan $VO_2\max$ menunjukkan hubungan negatif yang signifikan, artinya semakin tinggi nilai BMI, semakin rendah kapasitas kardiovaskular siswa. Hal ini sesuai dengan penelitian lintas negara yang menemukan bahwa peningkatan BMI pada anak-anak dikaitkan dengan penurunan kemampuan tubuh untuk mengangkut dan memanfaatkan oksigen secara optimal selama aktivitas aerobik, sehingga menurunkan $VO_2\max$ relatif terhadap massa tubuh (Bagatini et al., 2023).

Selain itu, karakteristik komposisi tubuh juga berperan penting dalam hubungan ini. Beberapa studi menunjukkan bahwa komposisi massa tubuh khususnya proporsi massa lemak yang lebih tinggi pada anak dengan BMI tinggi dapat memengaruhi kapasitas aerobik karena adipositas yang berlebihan mengurangi efisiensi penggunaan oksigen oleh otot rangka selama kerja fisik, dan meningkatkan beban kerja jantung serta metabolisme tubuh. Penelitian ini penting dalam konteks kesehatan sekolah karena rendahnya $VO_2\max$ pada anak overweight/obesitas dapat meningkatkan risiko masalah kardiometabolik sejak usia dini, termasuk peningkatan tekanan darah, resistensi insulin, dan risiko penyakit kardiovaskular di masa dewasa.

Penelitian pada populasi sekolah juga mengindikasikan bahwa CRF yang rendah pada overweight/obese children dikaitkan dengan profil risiko kardiometabolik yang lebih buruk dibandingkan anak dengan BMI normal atau yang memiliki aktivitas fisik lebih tinggi (De Araujo et al., 2015).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Indeks Massa Tubuh (BMI) memiliki hubungan signifikan dengan kapasitas kardiovaskular siswa sekolah dasar, di mana siswa dengan BMI normal memiliki nilai $VO_2\max$ yang lebih tinggi dibandingkan siswa overweight dan obesitas. Peningkatan BMI berhubungan dengan penurunan kapasitas aerobik karena tingginya proporsi massa lemak yang membebani sistem kardiorespirasi dan menurunkan efisiensi penggunaan oksigen. Temuan ini menegaskan bahwa obesitas pada anak tidak hanya memengaruhi kondisi fisik tetapi juga meningkatkan potensi risiko kardiometabolik sejak usia dini. Oleh karena itu, sekolah perlu berperan aktif melalui program aktivitas fisik terstruktur, edukasi gizi, serta pemantauan kebugaran dan BMI secara berkala guna mendukung kesehatan jangka panjang siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, E. (2024). Analisis Daya Tahan Kardiovaskuler pada Kelompok Senam Hip Heart Siswa SMAN 4 Pangkep. *JURNAL MUARA OLAHRAGA*, 7(1), 56–67. <https://doi.org/10.52060/jmo.v7i1.2498>
- Assessment of children's physical fitness and school health in the province of San Luis, Argentina. (2024). *Archivos Argentinos de Pediatría*, 122(1). <https://doi.org/10.5546/aap.2022-02975.eng>
- Bagatini, N. C., Feil Pinho, C. D., Leites, G. T., da Cunha Voser, R., Gaya, A. R., & Santos Cunha, G. dos. (2023). Effects of cardiorespiratory fitness and body mass index on cardiometabolic risk factors in schoolchildren. *BMC Pediatrics*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12887-023-04266-w>
- Bhammar, D. M., Adams-Huet, B., & Babb, T. G. (2019). Quantification of Cardiorespiratory Fitness in Children with Obesity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(11). <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002061>
- Brito, J. P., Domingos, C., Pereira, A. F., Moutão, J., & Oliveira, R. (2022). The Multistage 20-m Shuttle Run Test for Predicting VO2Peak in 6–9-Year-Old Children: A Comparison with VO2Peak Predictive Equations. *Biology*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/biology11091356>
- Carayanni, V., Bogdanis, G. C., Vlachopapadopoulou, E., Koutsouki, D., Manios, Y., Karachaliou, F., Psaltopoulou, T., & Michalacos, S. (2022). Predicting VO2max in Children and Adolescents Aged between 6 and 17 Using Physiological Characteristics and Participation in Sport Activities: A Cross-Sectional Study Comparing Different Regression Models Stratified by Gender. *Children*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/children9121935>
- De Araujo, S. S., Miguel-Dos-Santos, R., Silva, R. J. S., & Cabral-De-Oliveira, A. C. (2015). Association between body mass index and cardiorespiratory fitness as predictor of health status in schoolchildren. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 8(2). <https://doi.org/10.1016/j.ram.2014.02.003>
- De Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(9). <https://doi.org/10.2471/BLT.07.043497>
- Dugdale, J. H., Arthur, C. A., Sanders, D., & Hunter, A. M. (2019). Reliability and validity of field-based fitness tests in youth soccer players. *European Journal of Sport Science*, 19(6). <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1556739>
- Fatih Muzakki, M., & Bhirawa, C. (n.d.). *Obesity Affects Physical Fitness in Elementary School Children Aged 10-12 Years*.
- Gupta, A., Torriani, G., Torresin, S., Pistore, L., Pellegatti, M., Piazza, L., Miorin, F., Pasut, W., Belleri, A., Lollini, R., & Babich, F. (2025). Thermal comfort and perceived air quality (PAQ) using automatic ceiling fans in residential buildings. *Energy and Buildings*, 330. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.115317>
- Henriksson, P., Sandborg, J., Henström, M., Delisle Nyström, C., Ek, E., Ortega, F. B., & Löf, M. (2022). Body composition, physical fitness and cardiovascular risk factors in 9-year-old children. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06578-w>
- Kowalski, Kent; Crocker, Peter; Donen, R. (2005). The Physical Activity Questionnaire for Older Children and Adolescents Manual. *College of Kinesiology, University of Saskatchewan*, 87(August).
- Moran, C. A., Peccin, M. S., Bombig, M. T., Pereira, S. A., & Dal Corso, S. (2017). Performance and reproducibility on shuttle run test between obese and non-obese children: A cross-sectional study. *BMC Pediatrics*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12887-017-0825-9>
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjöström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. In *International Journal of Obesity* (Vol. 32, Issue 1). <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774>
- Öztürk, Ç. Ç., Toprakoğlu, H. S., Oruç, F., Menevşe, T. S., Akbolat, F. İ., Güran, T., Bahadır, A. T., & Kasımay, Ö. (2023). Evaluation of Cardiopulmonary Fitness and Cognitive Functions in Children with Obesity. *Acta Physiologica*, 237.