Volume 2 Nomor 2 (2026), Hal. 86-95
JURNAL JEJAK EDUKASI
ISSN: 3123-9447 (Online)
Journal Homepage: https://lenteracendekia.co.id/jje/index

Intensitas Aktivitas Fisik Selama Pembelajaran Pendidikan Jasmani terhadap Variasi VO_2Max Peserta Didik: Studi Observasional

*Muhammad Isnawan Syafir

Pendidikan Jasmani, Kesehatan dan Rekreasi, Universitas Negeri Makassar, Indonesia
muhammad.isnawan.syafir@unm.ac.id

Article History

Submitted :
14 Oktober 2026

Revised:
14 November 2026

Accepted :
19 November 2026

Published :
November 2026

Kata Kunci:
intensitas aktivitas fisik; pendidikan jasmani; denyut jantung; VO_2max.

Keywords:
physical activity intensity; physical education; heart rate; VO_2max.

Abstrak: Intensitas aktivitas fisik selama pembelajaran pendidikan jasmani sering diasumsikan berkaitan dengan kapasitas aerobik peserta didik, tetapi bukti dari sekolah di Indonesia masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan intensitas aktivitas fisik dan VO_2max peserta didik serta menganalisis hubungan keduanya. Penelitian kuantitatif observasional analitik dengan desain potong lintang ini melibatkan 60 peserta didik kelas VIII SMP Negeri 52 Makassar dari dua kelas yang dipilih melalui *cluster random sampling*. Intensitas aktivitas fisik diukur sebagai denyut jantung selama pembelajaran menggunakan *smartwatch* pada satu sesi, dan kapasitas aerobik dinyatakan sebagai VO_2max melalui tes bleep. Data dianalisis dengan statistik deskriptif, korelasi Pearson, dan regresi linear dengan kelas sebagai variabel pengendali. Rata-rata denyut jantung adalah 119,4 bpm (SD = 9,1) dan tidak ada peserta didik yang mencapai 140 bpm, sedangkan rata-rata VO_2max adalah 37,9 mL·kg^{-1}·menit^{-1} (SD = 5,1). Hubungan antara denyut jantung dan VO_2max lemah, negatif, dan tidak signifikan (r = -0,168; p = 0,200), serta tidak berubah setelah penyesuaian kelas (B = -0,085; p = 0,244). Hipotesis hubungan positif tidak didukung. Pembelajaran pada kelas yang diamati berlangsung di bawah ambang intensitas sedang sehingga variasi intensitas belum cukup menjelaskan variasi VO_2max. Desain potong lintang tidak memungkinkan inferensi kausal. Penelitian lanjutan perlu mengukur intensitas relatif pada beberapa sesi dengan pengendalian faktor perancu yang lebih lengkap.

Abstract: *Physical activity intensity during physical education (PE) lessons is often assumed to relate to students' aerobic capacity, yet evidence from Indonesian schools remains limited. This study aimed to describe students' physical activity intensity and maximal oxygen uptake (VO_2max) and to analyze the relationship between them. A quantitative, analytical observational study with a cross-sectional design involved 60 eighth-grade students from two classes at SMP Negeri 52 Makassar, selected through cluster random sampling. Physical activity intensity was measured as heart rate recorded by smartwatch during a single PE session, and aerobic capacity was expressed as VO_2max measured through the Bleep Test . Data were analyzed using descriptive statistics, Pearson correlation, and linear regression with class as a covariate. Mean heart rate was 119.4 bpm (SD = 9.1), and no student reached 140 bpm, while mean VO_2max was 37.9 mL·kg^{-1}·min^{-1} (SD = 5.1). The association between heart rate and VO_2max was weak, negative, and not significant (r = -0.168, p = 0.200), and it remained unchanged after adjusting for class (B = -0.085, p = 0.244). The hypothesis of a positive association was not supported. Lessons in the observed classes were conducted below the moderate-intensity threshold, so variation in intensity was insufficient to explain variation in VO_2max. The cross-sectional design precludes causal inference. Future studies should measure relative intensity across multiple sessions while controlling for a more complete set of confounders.*

A. PENDAHULUAN

Aktivitas fisik merupakan salah satu determinan penting kesehatan dan kebugaran anak dan remaja, terutama dalam mendukung perkembangan kebugaran kardiorespirasi. Organisasi Kesehatan Dunia merekomendasikan agar anak dan remaja berusia 5–17 tahun melakukan aktivitas fisik intensitas sedang hingga tinggi rata-rata sekurang-kurangnya 60 menit per hari sepanjang minggu. Rekomendasi tersebut didasarkan pada bukti bahwa aktivitas fisik berkaitan dengan peningkatan kebugaran kardiorespirasi, kebugaran otot, kesehatan kardiometabolik, serta sejumlah luaran kesehatan lainnya (World Health Organization, 2020; Chaput et al., 2020). Di Indonesia, Survei Kesehatan Indonesia 2023 mencatat bahwa 37,4%

penduduk berusia 10 tahun ke atas tergolong kurang aktif secara fisik, dengan proporsi tertinggi pada kelompok usia 10–14 tahun, yaitu 58,0% (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2024). Kelompok usia ini sebagian besar berada pada jenjang sekolah menengah pertama (SMP), sehingga pembelajaran pendidikan jasmani di sekolah menjadi salah satu kesempatan terstruktur yang paling mudah dijangkau untuk menyediakan aktivitas fisik. Meskipun demikian, pendidikan jasmani mempunyai posisi strategis untuk menyediakan kesempatan aktivitas fisik yang terstruktur melalui kegiatan pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik. Meskipun demikian, keberadaan pendidikan jasmani dalam kurikulum belum dengan sendirinya menjamin terpenuhinya kebutuhan aktivitas fisik peserta didik. Oleh karena itu, evaluasi pembelajaran perlu memperhatikan bukan hanya alokasi waktu dan frekuensi pertemuan, tetapi juga intensitas aktivitas fisik yang benar-benar dilakukan selama proses pembelajaran serta relevansinya dengan kebugaran kardiorespirasi.

Permasalahan yang perlu mendapat perhatian adalah kemungkinan adanya perbedaan antara durasi pembelajaran yang direncanakan dan paparan aktivitas fisik aktual yang diterima peserta didik. Dalam satu sesi pembelajaran, waktu dapat digunakan untuk penjelasan materi, demonstrasi keterampilan, pembentukan kelompok, pergantian aktivitas, antrean, dan istirahat. Kondisi tersebut menyebabkan waktu yang tersedia untuk pembelajaran tidak selalu sebanding dengan waktu yang digunakan untuk bergerak pada intensitas sedang hingga tinggi. Perbedaan ini penting karena intensitas aktivitas fisik merupakan salah satu karakteristik pembelajaran yang berpotensi berkaitan dengan perkembangan kebugaran kardiorespirasi. Tinjauan sistematis terhadap 24 penelitian, melaporkan bahwa kontribusi pembelajaran pendidikan jasmani terhadap kebugaran kardiorespirasi menunjukkan hasil yang beragam, meskipun kelas dengan intensitas lebih tinggi secara konsisten menunjukkan kontribusi yang menguntungkan (Peralta, Henriques-Neto, et al., 2020). Temuan tersebut memperlihatkan bahwa penilaian terhadap pembelajaran pendidikan jasmani tidak cukup dilakukan dengan menghitung jumlah pertemuan atau durasi pelajaran. Diperlukan pengukuran yang lebih terarah untuk mengetahui apakah variasi intensitas aktivitas fisik selama pembelajaran berhubungan dengan variasi kapasitas aerobik pada tingkat individu.

Secara teoretis, hubungan tersebut dapat dijelaskan melalui konsep kebugaran kardiorespirasi dan prinsip dose–response aktivitas fisik. Kebugaran kardiorespirasi menggambarkan kemampuan sistem peredaran darah, pernapasan, dan jaringan tubuh dalam mendukung kebutuhan oksigen selama aktivitas fisik. Salah satu indikator yang digunakan untuk menilai komponen ini adalah konsumsi oksigen maksimal atau VO_2max, yang umumnya dinyatakan dalam $mL \cdot kg^{-1} \cdot menit^{-1}$ apabila dinormalisasi terhadap berat badan. Aktivitas fisik dengan intensitas yang memadai dapat memberikan stimulus terhadap adaptasi fisiologis yang mendukung peningkatan kapasitas aerobik. Tinjauan sistematis menunjukkan bahwa latihan berintensitas tinggi berpotensi meningkatkan fungsi kardiorespirasi dan sejumlah komponen kebugaran pada anak dan remaja (Zhou et al., 2024). Namun, prinsip tersebut tidak berarti bahwa intensitas yang lebih tinggi dalam satu sesi pembelajaran secara otomatis menghasilkan VO_2max yang lebih tinggi. Respons kebugaran juga bergantung pada frekuensi, durasi, konsistensi paparan aktivitas, karakteristik biologis, dan aktivitas fisik di luar sekolah. Dengan demikian, intensitas aktivitas selama pembelajaran perlu diposisikan sebagai faktor yang berpotensi berhubungan dengan kapasitas aerobik, bukan sebagai satu-satunya penentu VO_2max peserta didik.

Penelitian terdahulu memberikan landasan empiris yang relevan, tetapi sekaligus menunjukkan bahwa hubungan antara pendidikan jasmani dan kebugaran kardiorespirasi perlu dipahami dengan mempertimbangkan desain serta karakteristik pengukurannya. Hasil yang bervariasi dalam kontribusi kelas pendidikan jasmani terhadap kebugaran kardiorespirasi (Peralta, Henriques-Neto, et al., 2020), sedangkan studi observasional longitudinal meneliti 212 peserta didik kelas tujuh dan delapan selama satu tahun ajaran dengan menggunakan tes PACER untuk menilai kebugaran kardiorespirasi, akselerometer untuk mengukur aktivitas fisik, serta SOFIT untuk mengamati intensitas pembelajaran. Penelitian tersebut menunjukkan adanya perubahan proporsi peserta didik yang berada dalam kategori kebugaran sehat dari awal hingga akhir tahun ajaran dan menempatkan intensitas pembelajaran serta aktivitas fisik habitual sebagai faktor yang relevan untuk dianalisis (Peralta, Santos, et al., 2020). Selanjutnya, tinjauan sistematis terhadap intervensi peningkatan aktivitas fisik intensitas sedang hingga tinggi dalam pelajaran pendidikan jasmani sekolah dasar menemukan lima studi yang memenuhi kriteria inklusi dan seluruhnya melaporkan efek intervensi yang menguntungkan terhadap aktivitas fisik intensitas sedang hingga tinggi (Wong et al., 2021). Pada tingkat intervensi, menunjukkan bahwa program pendidikan jasmani yang diperkuat melalui aktivitas fisik intensitas sedang hingga tinggi dapat mendukung peningkatan dan pemeliharaan kebugaran kardiorespirasi peserta didik sekolah menengah (Guijarro-Romero et al., 2022). Secara keseluruhan, temuan tersebut menegaskan pentingnya intensitas aktivitas dalam pembelajaran, tetapi perbedaan desain observasional dan intervensi,

durasi pengamatan, serta metode pengukuran membatasi penarikan kesimpulan yang seragam untuk semua situasi pembelajaran.

Isu intensitas pembelajaran dan kebugaran kardiorespirasi sudah mulai diteliti, tetapi masih berjalan pada jalur yang terpisah. Pada pembelajaran pendidikan jasmani tingkat SMP, denyut jantung 40 peserta didik dengan Polar RC3 GPS selama 14 pertemuan Sport Education Model pada permainan bulutangkis, dan menemukan bahwa aktivitas fisik sedang hingga kuat berbeda antarfase pembelajaran serta cenderung menurun pada fase akhir (Ginanjar et al., 2019). Denyut nadi peserta didik SMP berusia 12–13 tahun menggunakan sensor Polar H3 pada sampel yang terbatas, dan melaporkan rerata denyut nadi sebesar 137,13 denyut per menit yang termasuk kategori aktivitas rendah hingga sedang (Malik & Nur, n.d.). Kedua studi tersebut menggambarkan intensitas aktivitas selama pembelajaran, tetapi tidak menghubungkannya dengan kapasitas aerobik peserta didik. Sebaliknya, hubungan antara tingkat aktivitas fisik dan VO_2max yang diestimasi melalui Multistage Fitness Test pada 90 peserta didik kelas VIII SMP, dan menemukan korelasi positif yang lemah (r = 0,217; p = 0,040) (Dafid Ryansyah Wiluya et al., 2026). Akan tetapi, aktivitas fisik pada studi tersebut diukur dengan kuesioner IPAQ-SF yang berbasis laporan mandiri dan mencerminkan aktivitas fisik secara umum, bukan intensitas aktual selama pembelajaran pendidikan jasmani. Dengan demikian, dalam literatur Indonesia yang berhasil ditelusuri, pemantauan intensitas pembelajaran belum disandingkan dengan pengukuran kapasitas aerobik pada peserta didik yang sama, sedangkan kajian hubungan aktivitas fisik dengan kebugaran belum menggunakan ukuran intensitas aktual selama pembelajaran.

Berdasarkan penelusuran literatur penelitian ini berbeda dengan study sebelumnya. Pertama, penelitian ini menghubungkan intensitas aktivitas fisik aktual selama pembelajaran, yang diukur secara objektif melalui denyut jantung, dengan VO_2max pada peserta didik yang sama, sehingga mengisi ruang di antara studi yang hanya memantau intensitas pembelajaran dan studi yang hanya menghubungkan aktivitas fisik umum dengan kebugaran. Kedua, penelitian ini dilakukan pada konteks sekolah negeri di Makassar, yang belum terwakili dalam studi yang telah disebutkan, sehingga memberikan data dari wilayah dengan karakteristik sekolah dan peserta didik yang berbeda.

Berdasarkan persoalan tersebut, penelitian ini diarahkan pada analisis hubungan antara intensitas aktivitas fisik aktual selama pembelajaran pendidikan jasmani dan variasi VO_2max pada siswa SMP Negeri 52 Makassar. Penelitian dirancang untuk mengukur intensitas aktivitas fisik selama beberapa sesi pembelajaran yang representatif, menilai kapasitas aerobik peserta didik menggunakan protokol yang sesuai, serta memperhitungkan faktor perancu yang relevan dalam analisis statistik. Pendekatan ini diharapkan memberikan informasi yang lebih terperinci dibandingkan pengukuran kebugaran yang hanya bersifat deskriptif atau penilaian aktivitas yang hanya didasarkan pada alokasi waktu pembelajaran. Kebaruan penelitian terletak pada penerapan pengukuran paparan aktivitas fisik dan kapasitas aerobik secara terintegrasi, bukan pada asumsi bahwa hubungan kedua variabel belum pernah dikaji. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk (1) mendeskripsikan intensitas aktivitas fisik peserta didik selama pembelajaran pendidikan jasmani; (2) mendeskripsikan kapasitas aerobik peserta didik berdasarkan VO_2max; serta (3) menganalisis arah dan kekuatan hubungan antara intensitas aktivitas fisik selama pembelajaran dan VO_2max. Hasil penelitian diharapkan memberikan dasar empiris bagi evaluasi pembelajaran pendidikan jasmani yang tidak hanya berorientasi pada penyelesaian materi, tetapi juga memperhatikan kesempatan aktivitas fisik yang berpotensi mendukung kebugaran kardiorespirasi peserta didik.

Sebagai penelitian kuantitatif dengan desain observasional, penelitian ini mengajukan melihat bahwa terdapat hubungan positif antara intensitas aktivitas fisik selama pembelajaran pendidikan jasmani dan VO_2max peserta didik. Secara statistik, diuji dengan menilai apakah intensitas aktivitas fisik berhubungan dengan nilai VO_2max, baik dalam analisis bivariat maupun setelah memperhitungkan faktor perancu yang relevan. Penelitian ini tidak mengasumsikan bahwa intensitas pembelajaran menyebabkan perubahan VO_2max, karena desain observasional tidak dapat memastikan hubungan kausal. Kontribusi penelitian diharapkan mencakup penguatan bukti empiris mengenai karakteristik aktivitas fisik selama pembelajaran pendidikan jasmani dan keterkaitannya dengan kapasitas aerobik peserta didik, sekaligus menyediakan informasi yang dapat dipertimbangkan guru dalam mengevaluasi rancangan aktivitas pembelajaran.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan rancangan observasional analitik dan desain potong lintang (cross-sectional study). Rancangan ini dipilih karena penelitian bertujuan mengidentifikasi arah dan kekuatan hubungan antara intensitas aktivitas fisik aktual selama pembelajaran pendidikan jasmani dan

kapasitas aerobik peserta didik tanpa memberikan perlakuan atau intervensi terhadap proses pembelajaran yang berlangsung (Alexander et al., 2015). Pengukuran kedua variabel dilakukan dalam periode penelitian yang sama sehingga memungkinkan analisis hubungan antara karakteristik aktivitas fisik selama pembelajaran dan variasi VO_2max pada masing-masing peserta didik.

Pelaksanaan penelitian terdiri atas beberapa tahapan, yaitu persiapan administrasi dan instrumen, penentuan peserta penelitian, pengamatan intensitas aktivitas fisik selama satu sesi pembelajaran pendidikan jasmani, pelaksanaan tes kapasitas aerobik, serta pengolahan dan analisis data. Seluruh pengukuran dilaksanakan dengan mempertahankan kondisi pembelajaran normal tanpa mengubah materi, metode, maupun alokasi waktu yang ditetapkan oleh guru pendidikan jasmani.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik SMP Negeri 52 Makassar yang terdaftar aktif pada tahun pelajaran ketika penelitian dilaksanakan. Populasi tersebut dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu mengidentifikasi hubungan intensitas aktivitas fisik selama pembelajaran pendidikan jasmani dengan kapasitas aerobik pada kelompok usia sekolah menengah pertama.

Sampel penelitian ditentukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Kriteria inklusi meliputi: (1) peserta didik yang terdaftar aktif sebagai siswa SMP Negeri 52 Makassar; (2) mengikuti pembelajaran pendidikan jasmani selama periode pengumpulan data; serta (3) bersedia mengikuti seluruh rangkaian pengukuran. Adapun kriteria eksklusi meliputi peserta didik yang mengalami cedera atau kondisi kesehatan yang membatasi aktivitas fisik, tidak dapat mengikuti tes kebugaran secara aman, atau memiliki data pengukuran yang tidak lengkap.

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *cluster random sampling*, dengan kelas atau rombongan belajar sebagai unit pemilihan sampel. Dari seluruh rombongan belajar kelas VIII yang tersedia, dua kelas dipilih secara acak melalui proses pengundian. Selanjutnya, seluruh peserta didik dalam kelas terpilih diikutsertakan sebagai calon sampel penelitian dengan tetap memperhatikan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Teknik ini dipilih karena pengambilan sampel dilakukan berdasarkan kelompok kelas yang telah terbentuk secara alami di lingkungan sekolah, sehingga pelaksanaan pengumpulan data dapat dilakukan secara lebih terorganisasi tanpa harus memilih peserta didik secara individual dari beberapa kelas.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran langsung dan pengamatan pembelajaran. Data utama yang dikumpulkan meliputi intensitas aktivitas fisik selama pembelajaran pendidikan jasmani dengan menggunakan *smartwatch* masing-masing peserta didik dan kemampuan kapasitas aerobik peserta didik dengan menggunakan *bleep test*.

Teknik Analisis Data

Data penelitian dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik, seperti IBM SPSS Statistics. Analisis dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pemeriksaan kelengkapan data, pengkodean, analisis deskriptif, pengujian asumsi statistik, dan analisis hubungan bivariat.

Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik peserta penelitian, intensitas aktivitas fisik selama pembelajaran, serta kapasitas aerobik berdasarkan VO_2max (Jargowsky, 2025). Data numerik disajikan dalam bentuk nilai rata-rata dan simpangan baku apabila berdistribusi normal, atau median dan rentang interkuartil apabila distribusinya tidak normal. Data kategorik disajikan menggunakan frekuensi dan persentase.

Sebelum analisis hubungan dilakukan, data diperiksa untuk mengidentifikasi nilai yang hilang, kesalahan pencatatan, dan pencilan. Selanjutnya, distribusi data serta asumsi analisis parametrik diperiksa. Hubungan antara intensitas aktivitas fisik selama pembelajaran dan VO_2max dianalisis menggunakan korelasi Pearson apabila asumsi linearitas dan distribusi yang diperlukan terpenuhi. Apabila asumsi tersebut tidak terpenuhi, digunakan korelasi Spearman.

Analisis selanjutnya dilakukan menggunakan regresi linear berganda untuk mengestimasi hubungan intensitas aktivitas fisik selama pembelajaran dengan VO_2max. Hasil analisis regresi disajikan melalui koefisien regresi, interval kepercayaan 95%, nilai signifikansi, dan koefisien determinasi (R^2). Tingkat signifikansi statistik ditetapkan pada $\alpha = 0{,}05$ dengan pengujian dua arah (Manly et al., 2024). Interpretasi hasil difokuskan pada arah, kekuatan, dan besarnya hubungan antara intensitas aktivitas fisik selama pembelajaran pendidikan

jasmani dan kapasitas aerobik peserta didik. Mengingat penelitian menggunakan desain observasional potong lintang, hasil analisis tidak ditafsirkan sebagai bukti hubungan sebab-akibat.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Data penelitian berasal dari 60 peserta didik kelas VIII SMP Negeri 52 Makassar yang tergabung dalam dua rombongan belajar terpilih secara acak, yaitu 30 peserta didik pada kelas VIII-A dan 30 peserta didik pada kelas VIII-B. Seluruh pengamatan memiliki data lengkap pada kedua variabel utama sehingga tidak ada peserta yang dikeluarkan dari analisis. Intensitas aktivitas fisik dinyatakan sebagai denyut jantung (bpm) pada pembelajaran pertama yang direkam dengan *smartwatch*, sedangkan kapasitas aerobik dinyatakan sebagai VO_2max ($mL \cdot kg^{-1} \cdot menit^{-1}$) diukur melalui *bleep test*. Analisis mengikuti tahapan pada bagian Metode, yaitu statistik deskriptif, pengujian asumsi, korelasi bivariat, dan regresi linear.

Rata-rata denyut jantung seluruh peserta selama pembelajaran adalah 119,4 bpm (SD = 9,1) dengan rentang 97 sampai 134 bpm dan median 120,5 bpm. Kelas VIII-A memiliki rata-rata 120,5 bpm (SD = 9,2) dan kelas VIII-B 118,3 bpm (SD = 9,2). Perbedaan kedua kelas tidak bermakna secara statistik, $t(58) = 0{,}93$; $p = 0{,}356$; $d = 0{,}24$, dan hasil yang sama ditunjukkan oleh uji Mann-Whitney ($p = 0{,}375$). Dengan demikian, intensitas aktivitas fisik pada kedua kelas dapat dipandang setara.

Tabel 1 *Statistik Deskriptif Denyut Jantung selama Pembelajaran dan VO_2max*

Variabel dan kelompok	n	M	SD	Min	Maks	Median
Denyut jantung (bpm)						
Seluruh peserta	60	119,4	9,1	97	134	120,5
Kelas VIII-A	30	120,5	9,2	104	134	122,0
Kelas VIII-B	30	118,3	9,2	97	133	120,0
VO_2max ($mL \cdot kg^{-1} \cdot menit^{-1}$)						
Seluruh peserta	60	37,9	5,1	27,6	51,0	37,6
Kelas VIII-A	30	37,3	4,6	28,8	46,6	36,7
Kelas VIII-B	30	38,6	5,5	27,6	51,0	38,2

Sebaran denyut jantung memperlihatkan bahwa 33 peserta didik (55,0%) berada pada rentang 120 bpm atau lebih, 17 peserta didik (28,3%) pada rentang 110 sampai 119 bpm, dan 10 peserta didik (16,7%) di bawah 110 bpm. Tidak ada peserta didik yang mencapai 140 bpm, yaitu batas bawah yang lazim dipakai untuk menandai aktivitas fisik intensitas sedang pada denyut jantung (Stöckel & Grimm, 2021). Denyut jantung tertinggi yang tercatat adalah 134 bpm. Apabila denyut jantung maksimal diperkirakan dengan rumus 220 dikurangi usia untuk anak usia 13 sampai 14 tahun, rata-rata denyut jantung pembelajaran setara dengan sekitar 58% denyut jantung maksimal dengan kisaran 47% sampai 65%, dan hanya sekitar 8% sampai 10% peserta didik yang mendekati atau melewati ambang 64%.

Gambaran Kapasitas Aerobik

Rata-rata VO_2max seluruh peserta adalah 37,9 $mL \cdot kg^{-1} \cdot menit^{-1}$ (SD = 5,1) dengan rentang 27,6 sampai 51,0 dan median 37,6. Kelas VIII-A memiliki rata-rata 37,3 (SD = 4,6) dan kelas VIII-B 38,6 (SD = 5,5). Perbedaan antarkelas tidak signifikan menurut uji *t* Welch, $t(56{,}1) = -1{,}03$; $p = 0{,}308$; $d = -0{,}27$, sejalan dengan hasil uji Mann-Whitney ($p = 0{,}451$). Sebanyak 16 peserta didik (26,7%) memiliki VO_2max di bawah 35, 27 peserta didik (45,0%) berada pada rentang 35 sampai 39,9, dan 17 peserta didik (28,3%) mencapai 40 atau lebih.

Tabel 2 *Rata-rata VO_2max menurut Kategori Denyut Jantung selama Pembelajaran*

Kategori denyut jantung	n (%)	VO_2max M	VO_2max SD
< 110 bpm	10 (16,7)	40,3	4,5
110–119 bpm	17 (28,3)	38,0	5,6
≥ 120 bpm	33 (55,0)	37,2	4,8

Kategori denyut jantung	n (%)	VO_2max M	VO_2max SD
≥ 140 bpm	0 (0,0)	—	—

Uji Asumsi dan Hubungan Bivariat

Uji Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa denyut jantung (W = 0,973; p = 0,214) dan VO_2max (W = 0,984; p = 0,632) berdistribusi normal. Residu model regresi juga berdistribusi normal (p = 0,693), varians galat homogen menurut uji Breusch-Pagan (p = 0,815), dan statistik Durbin-Watson sebesar 1,68 tidak menunjukkan autokorelasi yang berarti. Karena asumsi tersebut terpenuhi, hubungan bivariat dianalisis dengan korelasi Pearson dan korelasi Spearman dilaporkan sebagai analisis pendamping.

Korelasi Pearson antara denyut jantung selama pembelajaran dan VO_2max bernilai negatif dan lemah, r = -0,168 (95% CI [-0,405; 0,090]; p = 0,200), sehingga koefisien determinasinya hanya 2,8%. Korelasi Spearman menghasilkan arah dan besaran yang serupa (ρ = -0,149; p = 0,256). Pola yang sama muncul pada tiap kelas, yaitu r = -0,013 pada kelas VIII-A dan r = -0,272 pada kelas VIII-B, dan keduanya tidak signifikan.

Tabel 3 *Korelasi antara Denyut Jantung selama Pembelajaran dan VO_2max*

Analisis	Koefisien	95% CI	p
Pearson, seluruh peserta (n = 60)	r = -0,168	[-0,405; 0,090]	0,200
Spearman, seluruh peserta (n = 60)	ρ = -0,149	—	0,256
Pearson, kelas VIII-A (n = 30)	r = -0,013	[-0,372; 0,349]	0,944
Pearson, kelas VIII-B (n = 30)	r = -0,272	[-0,576; 0,097]	0,145
Pearson tanpa pencilan (n = 59)	r = -0,166	[-0,405; 0,094]	0,208

Uji Regresi

Regresi linear sederhana menghasilkan koefisien denyut jantung sebesar -0,093 $mL \cdot kg^{-1} \cdot menit^{-1}$ per bpm (95% CI [-0,236; 0,050]; p = 0,200) dengan R^2 = 0,028, $F(1,58)$ = 1,68. Artinya, selisih denyut jantung 10 bpm berasosiasi dengan selisih VO_2max sekitar 0,9 $mL \cdot kg^{-1} \cdot menit^{-1}$, tetapi estimasi tersebut tidak dapat dibedakan dari nol.

Tabel 4 *Hasil Regresi Linear VO_2max pada Denyut Jantung selama Pembelajaran*

Prediktor	B	SE	95% CI	p
Model 1 (R^2 = 0,028)				
Konstanta	49,009	8,555	[31,885; 66,133]	< 0,001
Denyut jantung (bpm)	-0,093	0,071	[-0,236; 0,050]	0,200

Dengan demikian, penelitian menyatakan adanya hubungan positif antara intensitas aktivitas fisik selama pembelajaran dan VO_2max tidak didukung oleh data. Arah koefisien justru negatif, tetapi besarnya kecil dan tidak signifikan, baik pada analisis bivariat maupun pada model yang memperhitungkan kelas. Interval kepercayaan korelasi menunjukkan bahwa korelasi positif yang bermakna secara praktis tidak sejalan dengan data penelitian ini.

Pembahasan

Intensitas Aktivitas Fisik selama Pembelajaran Pendidikan Jasmani

Temuan pertama menunjukkan bahwa pembelajaran pendidikan jasmani pada kedua kelas berlangsung pada intensitas ringan sampai rendah-sedang. Rata-rata denyut jantung 119,4 bpm berada di bawah ambang 140 bpm yang lazim dipakai sebagai batas aktivitas intensitas sedang, dan tidak ada satu pun peserta didik yang mencapainya (Stöckel & Grimm, 2021). Estimasi sekitar 58% denyut jantung maksimal juga berada di bawah kisaran 64% sampai 70% yang dipakai untuk mendefinisikan intensitas sedang. Hasil ini menjawab tujuan pertama penelitian dan menguatkan kekhawatiran pada bagian Pendahuluan bahwa waktu pembelajaran yang tersedia tidak otomatis berubah menjadi waktu bergerak pada intensitas yang memadai.

Gambaran tersebut sejalan dengan temuan yang menyintesis 25 studi pada sekolah menengah, peserta didik hanya menghabiskan rata-rata 40,5% waktu pelajaran pendidikan jasmani pada aktivitas intensitas

sedang hingga tinggi, angka yang berada di bawah target 50% dan bervariasi menurut metode pengukuran (Hollis et al., 2017). Pada studi yang memakai pemantauan denyut jantung, proporsinya sebesar 43,1% dengan rentang kepercayaan yang lebar. Penelitian ini tidak menghitung proporsi waktu pada zona intensitas tertentu, sehingga perbandingan langsung belum dapat dilakukan, tetapi rata-rata denyut jantung yang rendah dan ketiadaan denyut jantung di atas 140 bpm mengindikasikan bahwa porsi waktu bergerak intensif pada kelas yang diamati kemungkinan lebih kecil daripada rata-rata studi tersebut.

Sejumlah faktor pembelajaran dapat menjelaskan intensitas yang rendah. Penjelasan materi, demonstrasi, pembentukan kelompok, antrean, dan pergantian aktivitas mengurangi waktu bergerak, sebagaimana diuraikan pada bagian Pendahuluan. Faktor lain adalah pengukuran rata-rata denyut jantung selama sesi, yang secara matematis menarik nilai ke bawah karena memasukkan fase istirahat dan transisi. Selain itu, pengukuran denyut jantung dengan perangkat pergelangan tangan umumnya dinilai cukup valid dibandingkan EKG atau *chest strap* pada sebagian besar aktivitas, tetapi selisihnya dapat membesar pada aktivitas tertentu (Zhang et al., 2020), sehingga kesalahan pengukuran kecil perlu diperhitungkan ketika nilai dibandingkan dengan ambang tetap.

Kapasitas Aerobik Peserta Didik

Rata-rata VO_2max sebesar 37,9 mL·kg^{-1}·menit^{-1} dengan variasi antarindividu yang cukup besar (27,6 sampai 51,0) menjawab tujuan kedua penelitian. Variasi ini penting karena korelasi hanya dapat terdeteksi apabila kedua variabel bervariasi, dan sebaran yang terlihat pada data menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan tidak disebabkan oleh keseragaman kapasitas aerobik. Kedua kelas juga tidak berbeda bermakna dalam VO_2max maupun denyut jantung, sehingga pengelompokan berdasarkan kelas tidak menimbulkan bias yang berarti pada estimasi hubungan.

Interpretasi nilai VO_2max pada peserta didik perlu dilakukan dengan hati-hati. VO_2max yang dinormalisasi terhadap massa tubuh (rasio mL·kg^{-1}·menit^{-1}) dipengaruhi oleh komposisi tubuh, dan penskalaan rasio dengan massa tubuh menimbulkan kekeliruan interpretasi pada anak dan remaja karena tidak memisahkan pengaruh ukuran tubuh, massa bebas lemak, dan kematangan biologis (Armstrong & Welsman, 2019). Penelitian pada remaja Indonesia juga menunjukkan hal serupa, yaitu persentase lemak tubuh berkorelasi kuat negatif dengan kebugaran (r = -0,615), lebih kuat daripada indeks massa tubuh (Dewi et al., 2021). Oleh karena itu, variasi VO_2max pada penelitian ini kemungkinan memuat pengaruh komposisi tubuh dan kematangan yang tidak berkaitan dengan intensitas pembelajaran.

Hubungan antara Intensitas Aktivitas Fisik dan VO_2max

Jawaban atas tujuan ketiga dan keempat adalah bahwa tidak ditemukan hubungan positif yang dapat dibedakan dari nol antara denyut jantung selama pembelajaran dan VO_2max. Korelasi bernilai -0,168 dengan interval kepercayaan yang memuat nol, dan kelas sebagai satu-satunya variabel pengendali yang tersedia tidak mengubah kesimpulan tersebut. Sampel 60 peserta didik hanya cukup untuk mendeteksi korelasi sekitar 0,35 dengan daya 80%, sehingga hasil ini tidak dapat dibaca sebagai bukti bahwa hubungan benar-benar nol. Namun, batas atas interval kepercayaan (0,09) menunjukkan bahwa hubungan positif sebesar yang dilaporkan pada penelitian korelasional lain tidak sejalan dengan data ini.

Temuan ini berbeda dari penelitian yang menghubungkan aktivitas fisik dengan kebugaran. Dewi et al. (2021) melaporkan korelasi positif sedang antara aktivitas fisik dan kebugaran berbasis VO_2max pada 70 siswa SMP berusia 14 sampai 15 tahun (r = 0,441), dan studi observasional longitudinal menempatkan intensitas pembelajaran serta aktivitas fisik habitual sebagai faktor yang relevan bagi kebugaran kardiorespirasi (Peralta, Santos, et al., 2020). Perbedaannya terletak pada ukuran paparan, mengukur aktivitas fisik harian melalui kuesioner, sedangkan penelitian ini hanya mengukur paparan selama pelajaran pendidikan jasmani pada satu sesi (Dewi et al., 2021). Aktivitas harian mencakup perjalanan ke sekolah, permainan di luar jam sekolah, dan olahraga, sehingga jauh lebih mewakili beban yang diterima sistem kardiorespirasi dibandingkan satu jam pelajaran.

Hasil penelitian ini juga tidak bertentangan dengan tinjauan sistematis yang disebutkan pada bagian Pendahuluan. Kontribusi pembelajaran pendidikan jasmani terhadap kebugaran kardiorespirasi beragam dan menguntungkan terutama pada kelas berintensitas lebih tinggi (Peralta, Henriques-Neto, et al., 2020), intervensi peningkatan aktivitas intensitas sedang hingga tinggi menghasilkan efek yang menguntungkan (Wong et al., 2021), dan manfaat program pendidikan jasmani yang diperkuat intensitasnya (Guijarro-Romero et al., 2022). Seluruh bukti tersebut bertumpu pada pembelajaran yang benar-benar mencapai intensitas sedang hingga tinggi. Pada kelas yang diamati dalam penelitian ini, intensitas rata-rata tidak mencapai ambang

tersebut, sehingga ketiadaan hubungan konsisten dengan gagasan bahwa manfaat baru muncul setelah ambang intensitas terlampaui.

Penjelasan Fisiologis dan Teoretis

Penjelasan pertama berkaitan dengan prinsip dosis–respons. Adaptasi kardiorespirasi memerlukan stimulus yang melampaui beban yang sudah biasa diterima tubuh, dan tinjauan sistematis menunjukkan bahwa latihan intensitas tinggi berpotensi meningkatkan fungsi kardiorespirasi anak dan remaja. Ketika rentang intensitas pembelajaran sempit dan seluruhnya berada di bawah ambang sedang (97 sampai 134 bpm), variasi intensitas antarpeserta didik lebih mencerminkan perbedaan gerak ringan dan jeda daripada perbedaan stimulus pelatihan (Zhou et al., 2024). Pada rentang seperti ini, korelasi dengan VO_2max diperkirakan lemah walaupun hubungan dosis–respons tetap berlaku pada intensitas yang lebih tinggi.

Penjelasan kedua menyangkut arah koefisien yang negatif. Kapasitas aerobik ditentukan oleh kemampuan sistem sirkulasi dan pernapasan menyalurkan oksigen ke mitokondria otot rangka (Raghuveer et al., 2020), sehingga peserta didik dengan kapasitas lebih tinggi secara fisiologis dapat menyelesaikan tugas gerak yang sama dengan denyut jantung yang lebih rendah. Pada beban kerja absolut yang relatif seragam, seperti latihan dasar atau permainan ringan, denyut jantung absolut dapat berfungsi sebagai penanda beban relatif yang lebih tinggi pada peserta didik yang kurang bugar. Jika mekanisme ini berperan, denyut jantung absolut pada pembelajaran intensitas rendah tidak dapat dibaca sebagai usaha yang lebih besar, dan hal ini dapat meredam atau membalik hubungan positif yang diharapkan. Penjelasan ini bersifat dugaan fisiologis yang tidak diuji pada penelitian ini dan memerlukan data denyut jantung istirahat, denyut jantung relatif, serta waktu pada zona intensitas.

Penjelasan ketiga adalah posisi pelajaran pendidikan jasmani dalam total aktivitas peserta didik. Pelajaran pendidikan jasmani hanya mencakup dua sampai tiga hari dari rekomendasi 60 menit aktivitas intensitas sedang hingga tinggi setiap hari, sehingga pelajaran saja jarang memenuhi rekomendasi tersebut (Stöckel & Grimm, 2021). Penurunan aktivitas fisik pada anak dan remaja juga dipandang sebagai salah satu penyumbang utama rendahnya kebugaran kardiorespirasi (Raghuveer et al., 2020). Dengan paparan yang hanya satu bagian kecil dari aktivitas mingguan, kontribusi intensitas pembelajaran terhadap perbedaan VO_2max antarindividu mudah tertutup oleh faktor lain, yaitu aktivitas di luar sekolah, komposisi tubuh, jenis kelamin, dan kematangan biologis (Armstrong & Welsman, 2019; Dewi et al., 2021).

Penjelasan keempat bersifat metodologis. Intensitas hanya diwakili oleh satu sesi pembelajaran, padahal rancangan penelitian menghendaki beberapa sesi agar paparan lebih stabil. Satu sesi sangat dipengaruhi materi yang diajarkan pada hari itu sehingga belum tentu mewakili intensitas pembelajaran yang biasa diterima peserta didik. Variabel pengendali seperti usia, jenis kelamin, indeks massa tubuh menurut umur, dan aktivitas di luar sekolah juga belum dapat dimasukkan ke dalam model. Pemakaian kuesioner aktivitas fisik yang telah divalidasi untuk remaja Indonesia, misalnya PAQ-A versi Indonesia (Andriyani et al., 2024), dapat menjadi cara praktis untuk mengendalikan aktivitas di luar sekolah pada penelitian berikutnya.

Secara teoretis, hasil penelitian ini tidak menyangkal prinsip dosis–respons, tetapi mempertajam batas berlakunya prinsip tersebut pada tingkat pembelajaran. Proposisi yang dapat diuji pada penelitian selanjutnya adalah bahwa hubungan intensitas pembelajaran dengan VO_2max baru teramati apabila intensitas relatif peserta didik melampaui ambang sedang dalam durasi yang memadai, dan bahwa denyut jantung absolut sebaiknya digantikan oleh denyut jantung relatif terhadap denyut jantung maksimal atau cadangan denyut jantung serta proporsi waktu pada zona intensitas. Proposisi ini bersifat hipotetis dan bukan teori baru yang telah terbukti, karena didasarkan pada satu penelitian potong lintang dengan sampel terbatas.

Bagi guru pendidikan jasmani, temuan ini mengisyaratkan bahwa evaluasi pembelajaran perlu memperhatikan intensitas aktual selain penyelesaian materi dan alokasi waktu. Kelas yang tidak pernah mencapai 140 bpm mengindikasikan peluang untuk mengurangi waktu tunggu, memperbanyak permainan berformat kecil, dan mengatur giliran agar waktu gerak aktif meningkat. Pemantauan denyut jantung dengan *smartwatch* dapat dipakai sebagai umpan balik, tetapi interpretasinya sebaiknya memakai denyut jantung relatif per individu. Karena desain penelitian bersifat potong lintang, seluruh implikasi ini tidak boleh dibaca sebagai bukti hubungan sebab-akibat.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian pada 60 peserta didik kelas VIII SMP Negeri 52 Makassar ini menunjukkan bahwa pembelajaran pendidikan jasmani berlangsung pada intensitas di bawah ambang sedang. Rata-rata denyut jantung selama

pembelajaran 119,4 bpm, tidak ada peserta didik yang mencapai 140 bpm, dan estimasi intensitasnya sekitar 58% denyut jantung maksimal. Kapasitas aerobik peserta didik berada pada rata-rata VO_2max 37,9 $mL \cdot kg^{-1} \cdot menit^{-1}$ dengan variasi antarindividu yang lebar. Kedua kelas tidak berbeda bermakna pada kedua variabel tersebut.

Intensitas aktivitas fisik selama pembelajaran berhubungan positif dengan VO_2max tidak didukung oleh data. Korelasi yang diperoleh lemah dan negatif (r = -0,168; p = 0,200), dan hasil ini tidak berubah setelah kelas dimasukkan sebagai variabel pengendali. Batas atas interval kepercayaan menunjukkan bahwa hubungan positif yang bermakna secara praktis tidak sejalan dengan data penelitian. Temuan tersebut paling masuk akal dibaca sebagai akibat intensitas pembelajaran yang belum mencapai ambang stimulus kardiorespirasi, serta pengaruh denyut jantung absolut yang tidak mencerminkan usaha relatif peserta didik. Penelitian ini menyumbang bukti dari perspektif sekolah dengan pengukuran objektif, termasuk hasil yang tidak menunjukkan hubungan, yang tetap berguna untuk mencegah asumsi bahwa setiap pembelajaran pendidikan jasmani otomatis meningkatkan kebugaran. Penelitian berikutnya sebaiknya mengukur intensitas pada beberapa sesi pembelajaran, mengendalikan usia, jenis kelamin, indeks massa tubuh menurut umur, dan aktivitas di luar sekolah, serta menggunakan sampel yang lebih besar atau desain intervensi.

DAFTAR RUJUKAN

Alexander, L., Lopes, B., Ricchetti-Masterson, K., Yeatts, K. B., & ERIC, N. (2015). Cross-sectional studies. *ERIC Notebook*, *2*(6), 1–5.

Andriyani, F. D., Indra, E. N., Priambadha, A. A., & Monnaatsie, M. (2024). Validity and reliability of the Indonesian version of Physical Activity Questionnaire for adolescents (PAQ-A) and older children (PAQ-C). *Jurnal Pendidikan Jasmani Indonesia*, *20*(1), 18–31. https://doi.org/10.21831/jpji.v20i1.73750

Armstrong, N., & Welsman, J. (2019). Clarity and confusion in the development of youth aerobic fitness. *Frontiers in Physiology*, *10*(JUL). https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00979

Chaput, J. P., Willumsen, J., Bull, F., Chou, R., Ekelund, U., Firth, J., Jago, R., Ortega, F. B., & Katzmarzyk, P. T. (2020). 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5–17 years: summary of the evidence. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *17*(1). https://doi.org/10.1186/s12966-020-01037-z

Dafid Ryansyah Wiluya, Surdiniaty Ugelta, & Adang Suherman. (2026). The Relationship Between Physical Activity Levels and Physical Fitness in Students at Junior High School 2 Ciwidey. *ACTIVE: Journal of Physical Education, Sport, Health and Recreation*, *15*(1), 39–44. https://doi.org/10.15294/active.v15i1.39865

Dewi, R. C., Rimawati, N., & Purbodjati. (2021). Body mass index, physical activity, and physical fitness of adolescence. *Journal of Public Health Research*, *10*(2). https://doi.org/10.4081/jphr.2021.2230

Ginanjar, A., Suherman, A., Juliantine, T., & Hidayat, Y. (2019). The Effect of Sport Education Model through Badminton on Moderate-to-Vigorous Physical Activity. *Jurnal Pendidikan Jasmani Dan Olahraga*, *4*(2), 127–132. https://doi.org/10.17509/jpjo.v4i2.16166

Guijarro-Romero, S., Mayorga-Vega, D., Casado-Robles, C., & Viciana, J. (2022). School physical education-based reinforced program through moderate-to-vigorous physical activity improves and maintains schoolchildren's cardiorespiratory fitness: A cluster-randomized controlled trial. *Science and Sports*, *37*(1), 74.e1-74.e12. https://doi.org/10.1016/j.scispo.2020.12.011

Hollis, J. L., Sutherland, R., Williams, A. J., Campbell, E., Nathan, N., Wolfenden, L., Morgan, P. J., Lubans, D. R., Gillham, K., & Wiggers, J. (2017). A systematic review and meta-analysis of moderate-to-vigorous physical activity levels in secondary school physical education lessons. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *14*(1). https://doi.org/10.1186/s12966-017-0504-0

Jargowsky, P. A. (2025). *Descriptive statistics*.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). *Laporan Tematik SKI - Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan | BKPK Kemenkes*. https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/laporan-tematik-ski/

Malik, A. A., & Nur, L. (n.d.). Analysis of Student Traveled Distance and Pulse Rate in Technical Learning Model Implementation. *TEGAR: Journal of Teaching Physical Education in Elementary School*, *5*(2), 84–89.

Manly, B. F. J., Alberto, J. A. N., & Gerow, K. (2024). *Multivariate statistical methods: a primer*. Chapman and

Hall/CRC.

Peralta, M., Henriques-Neto, D., Gouveia, E. R., Sardinha, L. B., & Marques, A. (2020). Promoting health-related cardiorespiratory fitness in physical education: A systematic review. *PLoS ONE*, *15*(8 August). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237019

Peralta, M., Santos, D. A., Henriques-Neto, D., Ferrari, G., Sarmento, H., & Marques, A. (2020). Promoting health-related cardiorespiratory fitness in physical education: The role of class intensity and habitual physical activity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(18), 1–11. https://doi.org/10.3390/ijerph17186852

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

Stöckel, T., & Grimm, R. (2021). Psychophysiological Benefits of Real-Time Heart Rate Feedback in Physical Education. *Frontiers in Psychology*, *12*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.651065

Wong, L. S., Gibson, A. M., Farooq, A., & Reilly, J. J. (2021). Interventions to Increase Moderate-to-Vigorous Physical Activity in Elementary School Physical Education Lessons: Systematic Review. *Journal of School Health*, *91*(10), 836–845. https://doi.org/10.1111/josh.13070

World Health Organization. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. World Health Organization.

Zhang, Y., Weaver, R. G., Armstrong, B., Burkart, S., Zhang, S., & Beets, M. W. (2020). Validity of wrist-worn photoplethysmography devices to measure heart rate: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, *38*(17), 2021–2034.

Zhou, X., Li, J., & Jiang, X. (2024). Effects of different types of exercise intensity on improving health-related physical fitness in children and adolescents: a systematic review. *Scientific Reports*, *14*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-024-64830-x