

PERBANDINGAN TINGKAT KEBUGARAN JASMANI SISWA SMA DI KOTA BANDUNG BERDASARKAN MODA TRANSPORTASI AKTIF BERJALAN KAKI DAN BERSEPEDA KE SEKOLAH

Farhat Mahmudi¹, Asep Sumpena², Sufyar Mudjianto³

Universitas Pendidikan Indonesia^{1,2,3}
farhatmahmudi@upi.edu¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan membandingkan tingkat kebugaran jasmani siswa SMA di Kota Bandung berdasarkan moda transportasi aktif berjalan kaki dan bersepeda ke sekolah. Penelitian menggunakan desain kuantitatif komparatif dengan pendekatan cross-sectional. Sebanyak 36 siswa dipilih melalui purposive sampling, terdiri atas 17 siswa bersepeda dan 19 siswa berjalan kaki. Kebugaran jasmani diukur menggunakan ALPHA-Fitness Test Battery versi high-priority, meliputi indeks massa tubuh (BMI), lingkaran pinggang, handgrip strength, standing long jump, dan kapasitas kardiorespirasi ($VO_2\text{max}$). Data dianalisis menggunakan uji Shapiro-Wilk, Levene, Independent Sample t-test, dan Mann-Whitney U test pada taraf signifikansi 0,05. Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok bersepeda dan berjalan kaki pada BMI ($p=0,975$), lingkaran pinggang ($p=0,155$), handgrip strength ($p=0,210$), standing long jump ($p=0,303$), maupun $VO_2\text{max}$ ($p=0,274$). Meskipun demikian, kelompok bersepeda menunjukkan rerata dan ukuran efek yang sedikit lebih tinggi pada sebagian besar indikator kebugaran. Disimpulkan bahwa moda transportasi aktif berjalan kaki dan bersepeda belum menunjukkan perbedaan yang bermakna terhadap tingkat kebugaran jasmani siswa SMA di Kota Bandung, yang kemungkinan dipengaruhi oleh rendahnya dosis aktivitas fisik dan ukuran sampel yang relatif kecil.

Kata Kunci: Berjalan Kaki, Bersepeda, Kebugaran Jasmani, Remaja, Transportasi Aktif

ABSTRACT

This study aimed to compare the physical fitness levels of high school students in Bandung, Indonesia, based on active commuting modes of walking and cycling to school. A comparative quantitative study with a cross-sectional design was conducted involving 36 students selected through purposive sampling, consisting of 17 cyclists and 19 walkers. Physical fitness was assessed using the high-priority ALPHA-Fitness Test Battery, including body mass index (BMI), waist circumference, handgrip strength, standing long jump, and cardiorespiratory fitness ($VO_2\text{max}$). Data were analyzed using the Shapiro-Wilk test, Levene's test, Independent Sample t-test, and Mann-Whitney U test at a significance level of 0.05. The results showed no significant differences between the cycling and walking groups in BMI ($p=0.975$), waist circumference ($p=0.155$), handgrip strength ($p=0.210$), standing long jump ($p=0.303$), or $VO_2\text{max}$ ($p=0.274$). Nevertheless, the cycling group consistently demonstrated slightly higher mean

values and effect sizes across most fitness indicators. It can be concluded that walking and cycling to school did not result in significant differences in the physical fitness levels of high school students in Bandung, possibly due to the low dose of physical activity and the relatively small sample size.

Keywords: *Walking, Cycling, Physical Fitness, Adolescents, Active Commuting*

PENDAHULUAN

Kebugaran jasmani merupakan salah satu indikator kesehatan yang penting pada anak dan remaja karena berkaitan dengan kesehatan kardiometabolik, kualitas hidup, serta risiko penyakit di masa dewasa (Marques et al., 2021; García et al., 2020). Kebugaran kardiorespirasi, kekuatan otot, dan kemampuan aerobik yang baik pada masa remaja berhubungan dengan profil kesehatan yang lebih baik dan penurunan faktor risiko penyakit kardiovaskular di kemudian hari (Ludwig-walz et al., 2026). Selain itu, aktivitas fisik yang memadai pada usia sekolah berkontribusi terhadap peningkatan kebugaran kardiorespirasi, kekuatan otot, dan komponen kebugaran jasmani lainnya serta membantu mencegah penyakit tidak menular seperti obesitas dan gangguan kardiometabolik (CDC, 2024).

Namun, dalam beberapa dekade terakhir terjadi penurunan tingkat aktivitas fisik pada anak dan remaja yang diikuti dengan peningkatan perilaku sedentari. Sedentary behaviour merupakan aktivitas dengan pengeluaran energi $\leq 1,5$ MET yang umumnya dilakukan dalam posisi duduk, bersandar, atau berbaring, seperti menonton televisi, menggunakan komputer, dan bermain gawai (Chaput et al., 2020). Waktu sedentari yang tinggi diketahui berhubungan dengan penurunan kebugaran jasmani dan meningkatnya risiko gangguan kardiometabolik (Tremblay et al., 2017). Oleh karena itu, World Health Organization (WHO) merekomendasikan agar anak dan remaja membatasi waktu sedentari, terutama screen time, dan melakukan aktivitas fisik secara teratur (Bull et al., 2020).

Meskipun manfaat aktivitas fisik telah banyak diketahui, tingkat kebugaran fisik anak dan remaja di berbagai negara terus mengalami penurunan, terutama pada komponen kebugaran kardiorespirasi (Masanovic et al., 2020). Secara global, lebih dari 80% remaja belum memenuhi rekomendasi aktivitas fisik harian yang dianjurkan (WHO, 2022a). Kondisi ini dipengaruhi oleh perubahan gaya hidup modern, meningkatnya penggunaan transportasi pasif, serta rendahnya aktivitas fisik pada remaja di daerah perkotaan (Guthold et al., 2020; Zhu et al., 2024).

Salah satu bentuk aktivitas fisik harian yang berpotensi meningkatkan kebugaran jasmani adalah transportasi aktif ke sekolah (*active commuting to school*) (Kaseva et al., 2023). Transportasi aktif, seperti berjalan kaki dan bersepeda, berkontribusi secara signifikan terhadap akumulasi aktivitas fisik harian dan membantu siswa mendekati bahkan mencapai rekomendasi aktivitas fisik yang dianjurkan (Campos-Garzón et al., 2023; Lam et al., 2023). Selain itu, transportasi aktif merupakan cara praktis untuk membentuk kebiasaan aktivitas fisik yang berulang dan berkelanjutan (Martín-moraleda et al., 2025).

Penggunaan transportasi aktif pada anak dan remaja mengalami penurunan yang cukup signifikan di berbagai negara. Di Amerika Serikat, hanya sekitar 11% siswa usia 5-14 tahun yang berjalan kaki atau bersepeda ke sekolah pada tahun 2021, menurun drastis dibandingkan hampir 50% pada tahun 1969 (U.S. Environmental, 2003). Fenomena serupa juga terjadi di Tiongkok, di mana proporsi siswa yang berjalan kaki atau bersepeda ke sekolah mengalami

penurunan sekitar 20% dalam satu dekade terakhir (Chen, 2017). Di Indonesia, data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa pada tahun 2012 sebanyak 47,68% siswa masih pergi ke sekolah tanpa kendaraan, sedangkan pada tahun 2021 lebih dari separuh siswa (58,02%) sudah beralih menggunakan kendaraan pribadi (BPS, 2022).

Dalam konteks pendidikan, kebugaran jasmani merupakan salah satu indikator penting keberhasilan pembelajaran Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan (PJOK) karena mendukung pembentukan gaya hidup aktif sepanjang hayat (Peranita et al., 2025; Uddin et al., 2020). Oleh karena itu, diperlukan strategi yang dapat mengintegrasikan aktivitas fisik ke dalam rutinitas harian siswa, salah satunya melalui transportasi aktif ke sekolah.

Berbagai penelitian telah menunjukkan hubungan positif antara transportasi aktif dan kebugaran jasmani. Yeny et al., (2024) melaporkan bahwa *active commuting* memberikan pengaruh positif terhadap kebugaran kardiorespirasi anak sekolah. Campos-Garzón et al., (2023) menemukan bahwa transportasi aktif dapat berkontribusi hingga 48% terhadap rekomendasi aktivitas fisik harian. Penelitian Agustavian, (2013) serta Satrio U & Wahjuni, (2014) juga menunjukkan adanya perbedaan tingkat kebugaran jasmani antara siswa yang berjalan kaki dan bersepeda ke sekolah.

Namun demikian, penelitian yang secara khusus membandingkan tingkat kebugaran jasmani antara siswa pengguna moda transportasi aktif berjalan kaki dan bersepeda pada jenjang sekolah menengah atas masih terbatas, terutama di Kota Bandung yang memiliki karakteristik perkotaan dengan tingkat mobilitas tinggi dan dominasi penggunaan kendaraan bermotor. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan tingkat kebugaran jasmani siswa SMA di Kota Bandung berdasarkan moda transportasi aktif berjalan kaki dan bersepeda ke sekolah. Penelitian ini menawarkan kebaruan dengan menghadirkan data komparatif empiris mengenai tingkat kebugaran jasmani siswa SMA berdasarkan moda transportasi aktif pada konteks perkotaan Indonesia dengan dominasi kendaraan bermotor, sebuah kombinasi konteks dan jenjang pendidikan yang belum banyak dikaji pada penelitian-penelitian sebelumnya.

KAJIAN TEORI

Kebugaran Jasmani

Kebugaran jasmani merupakan kondisi fisik yang memungkinkan seseorang melakukan aktivitas sehari-hari secara efektif dan efisien tanpa mengalami kelelahan yang berlebihan serta masih memiliki cadangan energi untuk melakukan aktivitas lainnya (Arifin, 2018). Kebugaran jasmani pada anak dan remaja menjadi indikator kesehatan yang penting karena berhubungan dengan status kesehatan, kualitas hidup, serta kemampuan akademik siswa (Chung et al., 2014).

Menurut Caspersen & Christenson, (1985) kebugaran jasmani terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu daya tahan kardiorespirasi, kekuatan dan daya tahan otot, fleksibilitas, serta komposisi tubuh. Ortega et al., (2008) menjelaskan bahwa komponen-komponen tersebut merupakan indikator penting dalam menggambarkan kemampuan tubuh melakukan aktivitas fisik secara optimal.

Daya tahan kardiorespirasi merupakan komponen kebugaran yang paling sering digunakan sebagai indikator kesehatan pada anak dan remaja (Raghuveer et

al., 2020). Komponen ini menggambarkan kemampuan sistem jantung, paru-paru, dan peredaran darah dalam menyuplai oksigen selama aktivitas fisik berlangsung (Wang et al., 2026). Sementara itu, kekuatan otot berkaitan dengan kemampuan tubuh menghasilkan dan mempertahankan kontraksi otot selama melakukan aktivitas fisik (Moreno-Torres et al., 2025), sedangkan komposisi tubuh menggambarkan proporsi massa lemak dan massa bebas lemak yang berperan penting dalam menentukan status kesehatan individu (Harahap & Hikmayani, 2026).

Kebugaran jasmani dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti aktivitas fisik, status gizi, genetik, usia, jenis kelamin, dan pola hidup sehari-hari (Peralta et al., 2020). Oleh karena itu, aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur menjadi salah satu faktor utama dalam meningkatkan dan mempertahankan kebugaran.

Transportasi Aktif

Transportasi aktif (*active transport*) merupakan moda perpindahan yang menggunakan tenaga manusia, seperti berjalan kaki dan bersepeda, untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lain dalam kehidupan sehari-hari (Moura & Kalakou, 2021). Sebaliknya, transportasi pasif menggunakan kendaraan bermotor seperti mobil, sepeda motor, bus, dan taksi (Corral-Abós et al., 2021).

Dalam konteks lingkungan sekolah, istilah yang umum digunakan adalah *Active Commuting to School* (ACS) atau *Active Transport to School* (ATS), yaitu aktivitas bepergian menuju dan pulang dari sekolah menggunakan moda transportasi aktif, terutama berjalan kaki dan bersepeda (Sandretto et al., 2024; Forsberg et al., 2026). Berbeda dengan olahraga yang bersifat terencana, transportasi aktif merupakan aktivitas fisik yang terintegrasi ke dalam rutinitas harian sehingga lebih mudah dipertahankan dalam jangka panjang (Huertas Delgado et al., 2026).

Transportasi aktif merupakan salah satu strategi efektif untuk membantu anak dan remaja mencapai rekomendasi aktivitas fisik harian sebesar 60 menit aktivitas fisik intensitas sedang hingga kuat (*moderate to vigorous physical activity*) setiap hari (Hollein et al., 2017). Bahkan, transportasi aktif dapat berkontribusi sekitar 48% terhadap rekomendasi aktivitas fisik harian pada hari sekolah (Campos-Garzón et al., 2023).

Aktivitas Fisik Berjalan Kaki dan Bersepeda

Berjalan kaki dan bersepeda merupakan bentuk transportasi aktif yang murah, mudah diakses, dan dapat diintegrasikan ke dalam rutinitas sehari-hari (Carver et al., 2014). WHO, (2022b) mendefinisikan aktivitas fisik sebagai setiap gerakan tubuh yang dihasilkan oleh otot rangka yang memerlukan pengeluaran energi, termasuk aktivitas saat bepergian.

Berjalan kaki secara rutin dapat meningkatkan kebugaran kardiorespirasi, membantu mengontrol berat badan, serta memperkuat otot dan tulang (Latrille, 2019). Selain itu, berjalan kaki minimal 30 menit per hari dapat menurunkan risiko penyakit jantung koroner dan meningkatkan kesehatan mental (Moon et al., 2012). Di sisi lain, bersepeda merupakan aktivitas fisik dengan intensitas sedang yang mampu meningkatkan kapasitas aerobik dan kekuatan otot ekstremitas bawah (Zargarzadeh et al., 2026). Bersepeda secara teratur juga dapat menurunkan risiko obesitas, diabetes tipe 2, dan penyakit kardiovaskular (Oja et al., 2024).

Secara fisiologis, kedua aktivitas tersebut memiliki karakteristik yang berbeda. Berjalan kaki merupakan aktivitas *weight-bearing* yang memberikan beban mekanis lebih besar pada sistem muskuloskeletal (Boldina et al., 2023), sedangkan bersepeda merupakan aktivitas *non weight-bearing* dengan respons kardiovaskular yang lebih stabil sehingga memungkinkan durasi aktivitas yang lebih panjang (Bing et al., 2024). Selain itu, bersepeda cenderung melibatkan kelompok otot besar, seperti *quadriceps* dan *gluteus maximus*, dengan intensitas aktivitas yang lebih tinggi dibandingkan berjalan kaki (Ericson et al., 1986; Grazia et al., 2012; da Silva et al., 2016). Perbedaan pola aktivasi otot antara berjalan kaki dan bersepeda berdasarkan analisis elektromiografi (EMG) disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Analisis EMG antara berjalan kaki dan bersepeda

Kelompok Otot	Walking (%)	Cycling (%)
<i>Quadriceps (vastus lateralis, rectus femoris, vastus medialis)</i>	20–30%	39–46%
<i>Hamstring (biceps femoris, semitendinosus)</i>	10–15%	15–20%
<i>Gastrocnemius & Soleus</i>	30–40%	10–15%
<i>Gluteus Maximus</i>	10–20%	20–27%
<i>Tibialis Anterior</i>	10–15%	-
Dominasi Aktivitas Otot	Otot betis dan stabilisasi gait	Otot paha dan hip extensors

Sumber: (Ericson et al., 1986; Grazia et al., 2012; da Silva et al., 2016).

Dosis Aktivitas Fisik dan Adaptasi Fisiologis

Peningkatan kebugaran jasmani terjadi melalui proses adaptasi fisiologis akibat pemberian stimulus aktivitas fisik secara berulang. Konsep ini dijelaskan dalam teori *General Adaptation Syndrome* yang dikemukakan oleh (Selye, 1946; Jovanović et al., 2026), yaitu tubuh akan beradaptasi terhadap stimulus yang diterimanya apabila stimulus tersebut diberikan secara konsisten.

Lebih lanjut, teori aerobik (Cooper, 1968) menjelaskan bahwa aktivitas aerobik yang dilakukan secara teratur dapat meningkatkan kapasitas oksigen maksimal (VO_{2max}) melalui mekanisme *training effect*. Besarnya adaptasi fisiologis yang terjadi dipengaruhi oleh prinsip dose-response relationship, yaitu hubungan antara dosis aktivitas fisik dan perubahan fisiologis yang dihasilkan (Bouchard & Loehlin, 2001).

Prinsip dosis aktivitas fisik dapat dijelaskan melalui konsep FITT (*frequency, intensity, time, dan type*) (Bull et al., 2020; Garber et al., 2011). Aktivitas fisik yang dilakukan dengan frekuensi, intensitas, dan durasi yang memadai akan menghasilkan adaptasi fisiologis berupa peningkatan kapasitas kardiorespirasi, kekuatan otot, dan komposisi tubuh (ACSM, 2018; Piercy et al., 2018). Sebaliknya, apabila stimulus yang diberikan belum mencapai ambang latihan (*training threshold*), maka perubahan kebugaran yang dihasilkan cenderung minimal (Oliveira et al., 2025).

Dalam konteks transportasi aktif, bersepeda umumnya memiliki intensitas yang lebih tinggi dibandingkan berjalan kaki. Aktivitas berjalan kaki memiliki intensitas sekitar 3 METs (Sasayama et al., 2021), sedangkan bersepeda memiliki intensitas sekitar 5,6–6,8 METs dan dapat mencapai lebih dari 8 METs tergantung karakteristik individu dan kondisi lingkungan (Schantz et al., 2020; Sundfør et al.,

2024). Oleh karena itu, secara teoritis bersepeda berpotensi memberikan stimulus fisiologis yang lebih besar dibandingkan berjalan kaki, terutama terhadap kebugaran kardiorespirasi dan kekuatan otot (Campos-Garzón et al., 2025; Lam et al., 2023).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode komparatif dan desain *cross-sectional* untuk membandingkan tingkat kebugaran jasmani siswa berdasarkan moda transportasi aktif yang digunakan untuk pergi ke sekolah, yaitu berjalan kaki dan bersepeda.

Penelitian dilaksanakan pada siswa kelas X dan XI di SMA Negeri 1 Bandung dan SMA Negeri 15 Bandung. Sampel dipilih menggunakan kombinasi *cluster sampling* dan *purposive sampling*. Sekolah dipilih berdasarkan karakteristik lingkungan yang mendukung transportasi aktif yakni daerah perkotaan, sedangkan subjek dipilih berdasarkan kriteria: (1) menggunakan moda transportasi aktif yang sama secara konsisten selama minimal tiga bulan terakhir; (2) menggunakan moda berjalan kaki dengan jarak ≤ 2 km atau bersepeda dengan jarak ≤ 5 km ke sekolah; (3) berada dalam kondisi sehat dan bersedia mengikuti seluruh rangkaian penelitian. Siswa yang menggunakan moda transportasi campuran, tidak mengikuti seluruh tes, atau mengikuti latihan olahraga terstruktur lebih dari lima jam per minggu tidak masuk kategori. Berdasarkan kriteria tersebut, diperoleh sampel akhir sebanyak 36 siswa yang terdiri atas 17 pengguna sepeda dan 19 pejalan kaki.

Tingkat kebugaran jasmani diukur menggunakan ALPHA *Health-Related Fitness Test Battery versi high priority* (Ruiz et al., 2011), yang meliputi pengukuran indeks massa tubuh (Body Mass Index), lingkar pinggang (*waist circumference*), kekuatan genggam tangan (*handgrip strength*), daya ledak otot tungkai (*standing long jump*), dan kebugaran kardiorespirasi melalui 20 m shuttle run test untuk mengestimasi kapasitas oksigen maksimal (VO_{2max}). Sebelum pengujian, seluruh peserta mengisi kuesioner karakteristik responden yang memuat informasi mengenai moda transportasi, jarak tempuh, dan aktivitas fisik di luar sekolah.

Data dianalisis menggunakan IBM SPSS *Statistics* versi 30. Statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik responden. Uji normalitas dilakukan menggunakan *Shapiro-Wilk* dan homogenitas varians menggunakan *Levene's Test*. Perbedaan tingkat kebugaran antara kelompok berjalan kaki dan bersepeda dianalisis menggunakan *Independent Sample t-test* atau *Mann-Whitney U Test* sesuai dengan karakteristik distribusi data. Selain itu, perbedaan antar kelompok juga dianalisis menggunakan *effect size* untuk mengetahui besarnya pengaruh praktis dari perbedaan yang ditemukan. Interpretasi *effect size* mengacu pada kriteria Cohen, yaitu trivial ($<0,20$), kecil ($0,20-0,49$), sedang ($0,50-0,79$), dan besar ($\geq 0,80$).

HASIL PENELITIAN

Karakteristik Responden dan Paparan Transportasi Aktif

Sebanyak 36 siswa memenuhi kriteria inklusi dan berpartisipasi dalam penelitian ini, terdiri atas 17 siswa pengguna sepeda (47,2%) dan 19 siswa yang berjalan kaki ke sekolah (52,8%). Karakteristik responden menunjukkan bahwa

sebagian besar siswa menempuh jarak rumah ke sekolah kurang dari 3 km (63,9%) dengan waktu tempuh kurang dari 20 menit (86,1%). Dari aspek frekuensi, mayoritas responden (61,1%) menggunakan transportasi aktif hanya 2-3 kali per minggu, sedangkan hanya 5,6% yang melakukan transportasi aktif sebanyak 5-7 kali per minggu. Selain itu, 94,4% responden melaporkan tingkat persepsi usaha pada kategori sangat ringan hingga sedang (RPE 1-3). Karakteristik responden penelitian secara lengkap disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Karakteristik Responden Penelitian

Variabel	n	%
Moda transportasi aktif		
Bersepeda	17	47,2
Berjalan kaki	19	52,8
Jarak rumah ke sekolah		
<1 km	11	30,6
1-3 km	12	33,3
3-5 km	6	16,7
5-10 km	7	19,4
Waktu tempuh		
<10 menit	15	41,7
10-20 menit	16	44,4
21-30 menit	2	5,6
31-45 menit	3	8,3
Frekuensi penggunaan		
2-3 kali/minggu	22	61,1
3-4 kali/minggu	12	33,3
5-7 kali/minggu	2	5,6
RPE		
RPE 1-2	4	11,1
RPE 2-3	30	83,3
RPE 4-6	2	5,6

Sumber: Hasil pengolahan data menggunakan SPSS versi 30

Secara umum, karakteristik tersebut mengindikasikan bahwa paparan aktivitas fisik yang diperoleh melalui perjalanan menuju sekolah cenderung rendah, baik dari sisi frekuensi, durasi, maupun intensitas. Statistik deskriptif responden secara lengkap disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Statistik Deskriptif Responden

	N	Descriptive Statistics			
		Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Usia	36	15	18	16.44	.652
Berat badan (kg)	36	40	82	54.17	9.805
Tinggi badan (cm)	36	151	182	164.92	8.087
BMI (kg/m ²)	36	15.241	25.308	19.794	2.204
Lingkar Pinggang (cm)	36	64.0	88.0	72.097	5.0904
Handgrip Strength Test (kg)	36	20.0	48.3	30.844	7.8746
Standing Long Jump (cm)	36	125	240	185.19	37.857

VO ₂ max (ml/kg/min)	36	26.11	51.52	36.9028	8.12070
Valid N (listwise)	36				

Sumber: Hasil pengolahan data menggunakan SPSS versi 30.

Secara keseluruhan, responden memiliki rerata usia $16,44 \pm 0,65$ tahun dengan indeks massa tubuh (BMI) sebesar $19,79 \pm 2,20$ kg/m² dan lingkar pinggang sebesar $72,10 \pm 5,09$ cm. Berdasarkan referensi internasional untuk remaja, rerata BMI tersebut masih berada pada rentang status gizi normal dan tidak menunjukkan kecenderungan kelebihan berat badan maupun obesitas (Bull et al., 2020).

Pada komponen kebugaran neuromuskular, rerata *handgrip strength* sebesar $30,84 \pm 7,87$ kg dan *standing long jump* sebesar $185,19 \pm 37,86$ cm menunjukkan kemampuan kekuatan dan daya ledak otot yang berada dalam rentang yang umum ditemukan pada populasi remaja usia sekolah menengah (Ortega et al., 2008). Namun, simpangan baku yang relatif besar pada kedua variabel tersebut mengindikasikan adanya heterogenitas kapasitas fisik antar individu.

Sementara itu, rerata VO₂max sebesar $36,90 \pm 8,12$ ml·kg⁻¹·min⁻¹ menunjukkan kapasitas kardiorespirasi pada kategori sedang jika dibandingkan dengan nilai referensi internasional pada kelompok usia yang sama (Tomkinson et al., 2018). Secara umum, profil kebugaran responden menggambarkan populasi remaja dengan status antropometri yang relatif sehat, tetapi dengan kapasitas neuromuskular dan kardiorespirasi yang cukup bervariasi. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

	Jenis Transportasi Aktif	Tests of Normality			Shapiro-Wilk		
		Kolmogorov-Smirnov ^a					
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
BMI (kg/m ²)	Sepeda	.210	17	.045	.881	17	.033
	Berjalan Kaki	.184	19	.090	.910	19	.075
Lingkar Pinggang (cm)	Sepeda	.154	17	.200*	.938	17	.293
	Berjalan Kaki	.146	19	.200*	.931	19	.180
Handgrip Strength Test (kg)	Sepeda	.129	17	.200*	.941	17	.328
	Berjalan Kaki	.127	19	.200*	.953	19	.440
Standing	Sepeda	.270	17	.002	.875	17	.026
Long Jump (cm)	Berjalan Kaki	.162	19	.200*	.911	19	.079
	Sepeda	.183	17	.135	.930	17	.215
VO ₂ max (ml/kg/min)	Berjalan Kaki	.263	19	.001	.812	19	.002
	Sepeda						

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Sumber: Hasil pengolahan data menggunakan SPSS versi 30.

Dapat dilihat dari tabel diatas uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa variabel lingkar pinggang dan *handgrip strength*

berdistribusi normal pada kedua kelompok ($p > 0,05$). Sebaliknya, BMI pada kelompok sepeda ($W = 0,881$; $p = 0,033$), *standing long jump* pada kelompok sepeda ($W = 0,875$; $p = 0,026$), dan VO_2 max pada kelompok berjalan kaki ($W = 0,812$; $p = 0,002$) tidak berdistribusi normal. Dengan demikian, tiga dari lima variabel penelitian (60%) tidak memenuhi asumsi normalitas pada salah satu kelompok. Hasil uji homogenitas ditampilkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas

Variabel	Shapiro-Wilk Sepeda (p)	Shapiro-Wilk Berjalan Kaki (p)	Levene (p)	Distribusi	Homogenitas	Uji Komparatif
BMI	0,033	0,075	0,158	Tidak normal	Homogen	Mann-Whitney U
Lingkar pinggang	0,293	0,180	0,537	Normal	Homogen	Independent Sample t-test
Handgrip strength	0,328	0,440	0,057	Normal	Homogen	Independent Sample t-test
Standing long jump	0,026	0,079	0,857	Tidak normal	Homogen	Mann-Whitney U
VO_2 max	0,215	0,002	0,071	Tidak normal	Homogen	Mann-Whitney U

Sumber: Hasil pengolahan data menggunakan SPSS versi 30.

Hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa seluruh variabel memiliki varians yang homogen (seluruh $p > 0,05$). Oleh karena itu, analisis perbedaan pada variabel lingkar pinggang dan *handgrip strength* dilakukan menggunakan Independent Sample t-test, sedangkan BMI, *standing long jump*, dan VO_2 max dianalisis menggunakan Mann-Whitney U test. Perbandingan tingkat kebugaran jasmani berdasarkan moda transportasi aktif disajikan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Perbandingan Tingkat Kebugaran Jasmani Berdasarkan Moda Transportasi Aktif

Variabel	Bersepeda (n=17)	Berjalan kaki (n=19)	Mean	Statistik	p	95% CI	ES
BMI (kg/m ²)	19,98 ± 2,56	19,63 ± 1,88	0,35	U=160,5; Z=-0,032	0,975	-1,17; 1,86	0,155
Lingkar pinggang (cm)	73,38 ± 5,75	70,95 ± 4,25	2,44	t(34)=1,456	0,155	-0,96; 5,83	0,486
Handgrip strength (kg)	32,60 ± 9,03	29,27 ± 6,52	3,33	t(34)=1,277	0,210	-1,97; 8,62	0,426
Standing long jump (cm)	193,29 ± 36,82	177,95 ± 38,27	15,35	U=129,0; Z=-1,031	0,303	-10,16; 40,85	0,408
VO_2 max (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	38,67 ± 6,76	35,32 ± 9,06	3,34	U=127,0; Z=-1,095	0,274	-2,12; 8,81	0,415

Sumber: Hasil pengolahan data menggunakan SPSS versi 30.

Berdasarkan tabel tersebut, pada variabel antropometri, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan pada BMI ($U = 160,5$; $p = 0,975$) maupun lingkaran pinggang ($t(34)=1,456$; $p = 0,155$). Selisih rerata kedua variabel relatif kecil dan seluruh interval kepercayaan melintasi nol, menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki profil antropometri yang serupa.

Pada komponen kebugaran neuromuskular, kelompok bersepeda memiliki rerata handgrip strength yang lebih tinggi sebesar 3,33 kg dan *standing long jump* yang lebih tinggi sebesar 15,35 cm dibandingkan kelompok berjalan kaki. Namun demikian, kedua perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik ($p > 0,05$). Nilai *effect size* sebesar 0,426 dan 0,408 menunjukkan adanya perbedaan praktis dengan besaran efek kecil hingga mendekati sedang.

Perbedaan deskriptif terbesar ditemukan pada komponen kebugaran kardiorespirasi. Kelompok bersepeda memiliki rerata VO_2 max sebesar $38,67 \pm 6,76 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, sedangkan kelompok berjalan kaki sebesar $35,32 \pm 9,06 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Selisih rerata sebesar $3,34 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ menunjukkan bahwa kelompok bersepeda memiliki kapasitas aerobik sekitar 9,5% lebih tinggi dibandingkan kelompok berjalan kaki. Meskipun demikian, hasil uji Mann-Whitney menunjukkan bahwa perbedaan tersebut belum signifikan ($U = 127,0$; $Z = -1,095$; $p = 0,274$).

Analisis *mean rank* pada uji non-parametrik menunjukkan pola yang konsisten, di mana kelompok bersepeda memiliki peringkat yang lebih tinggi pada *standing long jump* (20,41 vs 16,79) dan $VO_{2\text{max}}$ (20,53 vs 16,68) dibandingkan kelompok berjalan kaki. Sebaliknya, pada variabel BMI, kedua kelompok menunjukkan distribusi nilai yang hampir identik (18,44 vs 18,55).

Secara keseluruhan, seluruh pengujian hipotesis menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara kelompok bersepeda dan berjalan kaki pada seluruh komponen kebugaran jasmani. Namun demikian, pola rerata, *mean rank*, dan ukuran efek menunjukkan kecenderungan yang konsisten bahwa siswa yang bersepeda memiliki profil kebugaran yang sedikit lebih baik dibandingkan siswa yang berjalan kaki, meskipun besarnya perbedaan tersebut belum cukup untuk menghasilkan signifikansi statistik pada populasi penelitian ini.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada seluruh komponen kebugaran jasmani meliputi indeks massa tubuh, lingkaran pinggang, kekuatan genggam tangan, daya ledak otot tungkai, dan kapasitas kardiorespirasi antara siswa yang bersepeda dan berjalan kaki ke sekolah (seluruh $p > 0,05$). Temuan ini pada awalnya tampak bertentangan dengan perbedaan intensitas metabolik teoritis antara kedua moda, mengingat bersepeda memiliki nilai METs (5,6–6,8) yang secara substansial lebih tinggi dibandingkan berjalan kaki (3 METs) (Sasayama et al., 2021; Schantz et al., 2020). Namun, ketiadaan perbedaan ini dapat dijelaskan melalui prinsip dosis-respons dalam adaptasi fisiologis (Bouchard & Loehlin, 2001) dan konsep *training threshold* (Oliveira et al., 2025), stimulus aktivitas fisik hanya akan menghasilkan adaptasi bermakna apabila kombinasi frekuensi, intensitas, dan durasinya prinsip FITT; melampaui ambang minimal tertentu (Garber et al., 2011). Sesuai dengan teori *General Adaptation Syndrome* (Selye, 1946), tubuh

beradaptasi terhadap stimulus yang diberikan secara konsisten dan cukup kuat kondisi yang tampaknya belum terpenuhi pada paparan transportasi aktif siswa dalam penelitian ini.

Karakteristik paparan pada sampel penelitian menunjukkan bahwa mayoritas responden (61,1%) menggunakan transportasi aktif hanya 2–3 kali per minggu dengan waktu tempuh mayoritas kurang dari 20 menit (86,1%), serta 94,4% melaporkan tingkat upaya persepsi sangat ringan hingga ringan (RPE 1–3). Estimasi kontribusi terhadap rekomendasi aktivitas fisik harian WHO sebesar 60 menit MVPA (Bull et al., 2020) menunjukkan bahwa pada hari transportasi aktif dilakukan, durasi pergi-pulang rata-rata (~26,7 menit) hanya memenuhi sekitar 44% dari target harian, sejalan dengan proporsi yang dilaporkan Campos-Garzón et al., (2023) sebesar 48%. Akan tetapi, karena transportasi aktif tidak dilakukan setiap hari, kontribusi rata-rata mingguan turun menjadi hanya sekitar 19% dari target harian jika disebar sepanjang minggu. Dari ketiga komponen FITT, intensitas tampak menjadi faktor yang paling membatasi: RPE 1–3 mengindikasikan stimulus fisiologis pada rentang sangat ringan hingga ringan, jauh di bawah intensitas moderat-kuat yang direkomendasikan untuk memicu adaptasi kardiorespirasi dan neuromuskular yang bermakna (Garber et al., 2011; Piercy et al., 2018).

Secara teoritis, berjalan kaki dan bersepeda melibatkan pola aktivasi otot yang berbeda. Analisis elektromiografi (EMG) menunjukkan bahwa bersepeda melibatkan aktivasi quadriceps dan gluteus maximus yang lebih dominan (39–46% dan 20–27%), sedangkan berjalan kaki lebih didominasi oleh otot betis dan stabilisasi gait (gastrocnemius-soleus 30–40%) (Ericson et al., 1986; Grazia et al., 2012; da Silva et al., 2016). Perbedaan pola aktivasi otot serta intensitas metabolik ini secara teoritis semestinya menghasilkan perbedaan yang lebih nyata pada komponen kekuatan otot tungkai dan kapasitas kardiorespirasi. Namun demikian, dalam praktiknya perbedaan tersebut tidak mencapai signifikansi statistik, meskipun pola deskriptif dan ukuran efek ($ES=0,408-0,426$ untuk standing long jump dan handgrip strength; $ES=0,415$ untuk VO_{2max}) secara konsisten mengarah ke kelompok bersepeda. Pola ini mengindikasikan bahwa keunggulan teoritis bersepeda pada tingkat mekanisme fisiologis belum cukup termanifestasi menjadi perbedaan kebugaran yang terukur, kemungkinan besar karena durasi dan frekuensi paparan yang belum mencukupi untuk mengonversi potensi stimulus tersebut menjadi adaptasi nyata.

Beberapa faktor turut berkontribusi terhadap ketiadaan perbedaan signifikan ini. Pertama, aktivitas fisik siswa di luar transportasi sekolah tidak diukur secara kuantitatif dalam penelitian ini, sehingga kontribusi aktivitas fisik total terhadap kebugaran tidak dapat dipisahkan sepenuhnya dari efek transportasi aktif semata. Kedua, karakteristik sampel yang relatif homogen dari segi status gizi, dengan rerata BMI dan lingkaran pinggang kedua kelompok berada pada rentang normal turut membatasi ruang variasi yang dapat dideteksi pada komponen antropometri, sebuah pola konsisten dengan *effect size* BMI yang paling kecil di antara seluruh variabel ($ES=0,155$). Ketiga, durasi tempuh yang relatif singkat (mayoritas <20 menit) turut membatasi akumulasi total waktu aktivitas fisik mingguan. Keempat, karakteristik lingkungan perkotaan Kota Bandung termasuk topografi yang berbukit di sejumlah wilayah berpotensi memengaruhi intensitas riil bersepeda

secara bervariasi antarindividu, yang tidak sepenuhnya tertangkap melalui pelaporan RPE subjektif.

Temuan penelitian ini berbeda dengan hasil Yeny et al., (2024) yang melaporkan pengaruh positif *active commuting* terhadap kebugaran kardiorespirasi, serta dengan Agustavian, (2013) dan Satrio U & Wahjuni, (2014) yang menemukan perbedaan tingkat kebugaran antara pengguna moda transportasi aktif. Perbedaan hasil ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan karakteristik dosis paparan antar populasi penelitian, penelitian-penelitian sebelumnya kemungkinan melibatkan sampel dengan frekuensi, durasi, atau jarak tempuh yang lebih tinggi. Di sisi lain, temuan mengenai kontribusi transportasi aktif terhadap aktivitas fisik harian pada penelitian ini (~44% pada hari aktif) relatif konsisten dengan proporsi yang dilaporkan Campos-Garzón et al., (2023) sebesar 48%, menunjukkan bahwa besaran kontribusi *per-trip* transportasi aktif terhadap rekomendasi harian cenderung sejalan lintas populasi, meskipun frekuensi penggunaannya yang menentukan apakah kontribusi ini terakumulasi menjadi adaptasi kebugaran jangka panjang. Kekhususan penelitian ini terletak pada konteks perkotaan Kota Bandung dengan dominasi kendaraan bermotor, yang belum banyak diteliti pada jenjang SMA, sehingga temuan ini memberikan gambaran empiris baru mengenai pola paparan transportasi aktif pada konteks tersebut.

Secara praktis, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa promosi transportasi aktif tetap penting sebagai strategi peningkatan aktivitas fisik harian pada remaja. Namun, manfaat terhadap kebugaran jasmani kemungkinan akan lebih besar apabila transportasi aktif dilakukan dengan frekuensi, durasi, dan intensitas yang lebih tinggi. Oleh karena itu, intervensi kesehatan sekolah sebaiknya tidak hanya berfokus pada perubahan moda transportasi, tetapi juga memperhatikan dosis aktivitas fisik dan akumulasi aktivitas fisik secara keseluruhan sesuai rekomendasi aktivitas fisik remaja dari (Chaput et al., 2020).

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada tingkat kebugaran jasmani antara siswa SMA di Kota Bandung yang menggunakan moda transportasi aktif bersepeda dan berjalan kaki ke sekolah. Hasil pengujian statistik pada seluruh komponen kebugaran, meliputi indeks massa tubuh, lingkaran pinggang, *handgrip strength*, *standing long jump*, dan kapasitas kardiorespirasi (VO_{2max}), tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Sehingga dapat disimpulkan bahwa moda transportasi aktif berjalan kaki dan bersepeda belum menunjukkan perbedaan yang bermakna terhadap tingkat kebugaran jasmani siswa pada penelitian ini.

Meskipun demikian, kelompok bersepeda secara konsisten menunjukkan rerata, *mean rank*, dan ukuran efek yang sedikit lebih tinggi pada sebagian besar komponen kebugaran, terutama pada *standing long jump* dan VO_{2max} . Temuan ini mengindikasikan adanya kecenderungan keuntungan fisiologis pada kelompok bersepeda, meskipun besarnya perbedaan tersebut belum cukup untuk mencapai signifikansi statistik.

Tidak ditemukannya perbedaan yang signifikan kemungkinan dipengaruhi oleh rendahnya dosis aktivitas fisik yang diperoleh melalui transportasi aktif, yang ditunjukkan oleh mayoritas responden menempuh perjalanan dengan jarak yang

relatif dekat dan waktu tempuh yang singkat, menggunakan transportasi aktif dengan frekuensi yang rendah, serta melaporkan intensitas aktivitas yang rendah. Selain itu, ukuran sampel yang relatif kecil juga berpotensi menurunkan kekuatan statistik (*statistical power*) dan meningkatkan kemungkinan terjadinya *Type II error*, sehingga perbedaan yang sebenarnya ada di populasi mungkin belum dapat terdeteksi secara signifikan.

Secara praktis, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa transportasi aktif tetap memiliki potensi sebagai strategi untuk meningkatkan aktivitas fisik harian remaja. Namun, manfaat terhadap kebugaran jasmani kemungkinan akan lebih optimal apabila aktivitas tersebut dilakukan dengan frekuensi, durasi, dan intensitas yang memadai. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan jumlah sampel yang lebih besar, mempertimbangkan total aktivitas fisik harian, partisipasi olahraga, pola makan, dan faktor lingkungan, serta mengeksplorasi pengaruh dosis transportasi aktif terhadap kebugaran jasmani secara lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustavian, M. I. A. (2013). Perbedaan Bersepeda Dan Berjalan Kaki Ke Sekolah Terhadap Tingkat Kebugaran Jasmani Siswa. *Jurnal Pendidikan Olahraga Dan Kesehatan*, 01, 125–131.
- American College of Sports Medicine. (2018). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (10th ed.). Wolters Kluwer.
- Arifin, Z. (2018). Pengaruh latihan senam kebugaran jasmani (SKJ) terhadap tingkat kebugaran siswa kelas V di MIN Donomulyo Kabupaten Malang. *Al-Mudarris: Journal of Education*, 1(1), 22–29. <https://doi.org/10.32478/al-mudarris.v1i1.96>
- Bing, F., Zhang, G., Wang, Y., & Zhang, M. (2024). Effects of workload and saddle height on muscle activation of the lower limb during cycling. *BioMedical Engineering Online*, 23(1), 1–23. <https://doi.org/10.1186/s12938-024-01199-y>
- Boldina, A., Chung, H. C., Santos, A. M. C., & Steemers, K. (2023). Active urbanism: heart rate and oxygen consumption comparison when walking on imitation steppingstones versus a plain surface. *Cities and Health*, 7(3), 398–415. <https://doi.org/10.1080/23748834.2022.2146567>
- Bouchard, T. J., & Loehlin, J. C. (2001). Genes, evolution, and personality. In *Behavior Genetics* (Vol. 31, Issue 3, pp. 243–273). <https://doi.org/10.1023/A:1012294324713>
- BPS. (2022). *BPS: Sebagian Besar Siswa Kini Gunakan Kendaraan Pribadi ke Sekolah*. <https://databoks.katadata.co.id/transportasi-logistik/statistik/d828bfc3b062448/bps-sebagian-besar-siswa-kini-gunakan-kendaraan-pribadi-ke-sekolah>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J. P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., Dipietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. In *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 54, Issue 24, pp. 1451–1462). <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>

- Campos-Garzón, P., Sevil-Serrano, J., García-Hermoso, A., Chillón, P., & Barranco-Ruiz, Y. (2023). Contribution of active commuting to and from school to device-measured physical activity levels in young people: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 33(11), 2110–2124. <https://doi.org/10.1111/sms.14450>
- Campos-Garzón, P., Valle-Muñoz, V. M., Segura-Díaz, J. M., Ávila-García, M., Saucedo-Araujo, R. G., Ruiz-Alarcón, A., López-Centeno, F. D., Pérez De Arrilucea Le Floch, U. A., Alcantara, J. M. A., Medel-Carbonell, L. M., Rodríguez-Sánchez, D., Ramírez-Osuna, A., Castillo-Barragán, M., Águila-Lara, E., Huertas-Delgado, F. J., Herrador-Colmenero, M., Mandic, S., Chillón, P., Barranco-Ruiz, Y., & Villa-González, E. (2025). ENERGY expenditure of COmmuting to school (ENERGYCO): protocol for a cluster randomized controlled trial. *Frontiers in Public Health*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1467227>
- Carver, A., Veitch, J., Sahlqvist, S., Crawford, D., & Hume, C. (2014). Active transport, independent mobility and territorial range among children residing in disadvantaged areas. *Journal of Transport and Health*, 1(4), 267–273. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2014.01.004>
- Caspersen, C. J., & Christenson, G. M. (1985). *Physical Activity , Exercise , and Physical Fitness : Definitions and Distinctions for Health-Related Research*. April.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2024). *Physical Activity Guidelines for School-Aged Children and Adolescents*. Physical Education and Physical Activity. <https://www.cdc.gov/physical-activity-education/guidelines/index.html>
- 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), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-01037-z>
- Chen, P. (2017). Physical activity, physical fitness, and body mass index in the Chinese child and adolescent populations: An update from the 2016 Physical Activity and Fitness in China—The Youth Study. *Journal of Sport and Health Science*, 6(4), 381–383. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.09.011>
- Chung, L. M. Y., Chow, L. P. Y., Tsang, E. C. K., & Chung, J. W. Y. (2014). Can a cardiorespiratory field parameter assess both cardiovascular and respiratory fitness in schoolchildren? *Health*, 06(01), 33–43. <https://doi.org/10.4236/health.2014.61006>
- Cooper, K. H. (1968). A Means of Assessing Maximal Oxygen Intake. *JAMA*, 203(3), 201. <https://doi.org/10.1001/jama.1968.03140030033008>
- Corral-Abós, A., Aibar, A., Estrada-Tenorio, S., Julián, J. A., Ibor, E., & Zaragoza, J. (2021). Implications of school type for active commuting to school in primary education students. *Travel Behaviour and Society*, 24(May 2020), 143–151. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2021.03.007>
- da Silva, J. C. L., Tarassova, O., Ekblom, M. M., Andersson, E., Rönquist, G., & Arndt, A. (2016). Quadriceps and hamstring muscle activity during cycling

- as measured with intramuscular electromyography. *European Journal of Applied Physiology*, 116(9), 1807–1817. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3428-5>
- Ericson, M. O., Nisell, R., & Ekholm, J. (1986). Quantified electromyography of lower-limb muscles during level walking. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 18(4), 159–163. <https://doi.org/10.2340/16501977198618159163>
- Forsberg, H., Lindqvist, A.-K., Rutberg, S., Chillón, P., Sjöberg, V., & Palstam, A. (2026). Evaluating the Effectiveness of the School-Based Sustainable Innovation for Children Transporting Actively Intervention: Protocol for an Age-Cohort Study. *JMIR Research Protocols*, 15, e92946. <https://doi.org/10.2196/92946>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I.-M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334–1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>
- García, A., Robinson, H., Yesenia, R. V., Alonso, G., M., A., Martínez, A., & Izquierdo, M. (2020). Association of Cardiorespiratory Fitness Levels During Youth With Health Risk Later in Life. 1–9. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2020.2400>
- Grazia, M., Agostini, V., Knaflitz, M., & Bonato, P. (2012). Muscle Activation Patterns During Level Walking and Stair Ambulation. *Applications of EMG in Clinical and Sports Medicine*. <https://doi.org/10.5772/25792>
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. *The Lancet Child and Adolescent Health*, 4(1), 23–35. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)
- Harahap, A. N., & Hikmayani, N. H. (2026). Gudang Jurnal Ilmu Kesehatan Faktor Determinan Kejadian Overweight Dan Obesitas Anak Usia 24 -59 Bulan Di Provinsi Bangka Belitung (Analisis Survei Kesehatan Indonesia 2023). 4, 338–350.
- Hollein, T., Va, J., Bucksch, J., Kalman, M., Sigmundová, D., & Dijk, J. P. Van. (2017). School physical activity policies and active transport to school among pupils in the Czech Republic. November 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2017.07.008>
- Huertas Delgado, F. J., Palma-Leal, X., Maulida, R., & Campos-Garzón, P. (2026). Editorial: Active commuting: a strategy for improving student health in educational settings. *Frontiers in Sports and Active Living*, 8. <https://doi.org/10.3389/fspor.2026.1844876>
- Jovanović, M., Ille, M., Vuković, A., Milovanovich, I. D., Mitić, D., & De Luka, S. R. (2026). Biological responses to 30 mT static magnetic field in young and 36-month-old rats. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 1–9. <https://doi.org/10.1080/15368378.2026.2617536>
- Kaseva, K., Lounassalo, I., Yang, X., Kukko, T., Hakonen, H., Kulmala, J.,

- Pahkala, K., Rovio, S., Hirvensalo, M., Raitakari, O., Tammelin, T. H., & Salin, K. (2023). Associations of active commuting to school in childhood and physical activity in adulthood. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33518-z>
- Lam, H. Y., Jayasinghe, S., & Hills, A. P. (2023). *Active School Commuting in School Children: A Narrative Review of Current Evidence and Future Research Implications*.
- Latrille, C. (2019). Walking, an activity for everyone with numerous benefits. *Revue Du Podologue*, 15(85), 10–12. <https://doi.org/10.1016/j.revpod.2018.11.004>
- Ludwig-walz, H., Heinisch, S., Siemens, W., Niessner, C., Eberhardt, T., Dannheim, I., Guthold, R., & Bujard, M. (2026). Trends in physical fitness among children and adolescents in Europe : A systematic review and meta-analyses during and after the COVID-19 pandemic. *Journal of Sport and Health Science*, 15, 101101. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2025.101101>
- Marques, A., Henriques-Neto, D., Peralta, M., Martins, J., Gomes, F., Popovic, S., Masanovic, B., Demetriou, Y., Schlund, A., & Ihle, A. (2021). Field-Based Health-Related Physical Fitness Tests in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Frontiers in Pediatrics*, 9. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.640028>
- Martín-moraleda, E., Pinilla-quintana, I., Romero-blanco, C., Hernández-martínez, A., Jiménez-zazo, F., Dorado-suárez, A., García-coll, V., Cabanillas-cruz, E., Martínez-romero, M. T., Herrador-colmenero, M., Queralt, A., Castro-lemus, N., Faulkner, G., & Aznar, S. (2025). *Meeting 24-hour movement guidelines and the relationship with active commuting to school in Spanish urban areas*. May, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1588118>
- Masanovic, B., Gardasevic, J., Marques, A., Peralta, M., Demetriou, Y., Sturm, D. J., & Popovic, S. (2020). Trends in Physical Fitness Among School-Aged Children and Adolescents: A Systematic Review. *Frontiers in Pediatrics*, 8. <https://doi.org/10.3389/fped.2020.627529>
- Moon, K. S., Ko, Y. J., Connaughton, D. P., & Lee, J. H. (2012). The relationships between trust, mental skills, and satisfaction among athletes: A study of a gambling-legal bicycle racing business in South Korea. *Managing Leisure*, 17(2–3), 124–138. <https://doi.org/10.1080/13606719.2012.674390>
- Moreno-Torres, J. M., García-Roca, J. A., Abellan-Aynes, O., & Diaz-Aroca, A. (2025). Effects of Supervised Strength Training on Physical Fitness in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(2), 162. <https://doi.org/10.3390/jfmk10020162>
- Moura, F., & Kalakou, S. (2021). *Active Modes and Sustainability* (pp. 10–26). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95873-6_7
- Oja, P., Memon, A. R., Titze, S., Jurakic, D., Chen, S. T., Shrestha, N., Em, S., Matolic, T., Vasankari, T., Heinonen, A., Grgic, J., Koski, P., Kokko, S., Kelly, P., Foster, C., Podnar, H., & Pedisic, Z. (2024). Health Benefits of Different Sports: a Systematic Review and Meta-Analysis of Longitudinal and Intervention Studies Including 2.6 Million Adult Participants. In *Sports Medicine - Open* (Vol. 10, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/s40798-024-00692-x>

- Oliveira, P., Anjos, M., Flores, A., Peixoto, F., Padrão, A. I., & Fonseca, H. (2025). Polarized or threshold training: is there a superior training intensity distribution to improve $\dot{V}O_2\text{max}$, endurance capacity and mitochondrial function? A study in Wistar Rat models. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 81(2), 329–346. <https://doi.org/10.1007/s13105-025-01079-6>
- 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, pp. 1–11). <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774>
- 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>
- Peranita, N., Semarayasa, I. K., & Muliarta, I. W. (2025). *Journal of Physical Education , Health and Sport The Implementation of Physical Literacy in Physical Education Learning to Support Lifelong Active Lifestyle*. 12(2), 645–653.
- Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., George, S. M., & Olson, R. D. (2018). The physical activity guidelines for Americans. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 320(19), 2020–2028. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.14854>
- 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. In *Circulation* (Vol. 142, Issue 7, pp. E101–E118). <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000866>
- Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., España-Romero, V., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. M., Jiménez-Pavón, D., Chillón, P., Girela-Rejón, M. J., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjöström, M., & Castillo, M. J. (2011). Field-based fitness assessment in young people: The ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 45(6), 518–524. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2010.075341>
- Sandretto, S., García Bengoechea, E., Wilson, G., Kidd, G., & Mandic, S. (2024). Adolescents’ Active Transport to School and Parental Perspectives in a School Choice Policy Environment. *Active Travel Studies*, 4(1), 1–20. <https://doi.org/10.16997/ats.1489>
- Sasayama, K., Watanabe, M., & Ogawa, T. (2021). Walking to/from school is strongly associated with physical activity before and after school and whole-day in schoolchildren: A pilot study. *Journal of Transport and Health*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.101077>
- Satrio U, M. W., & Wahjuni, E. S. (2014). Perbandingan Tingkat Kebugaran Jasmani antara Siswa Bersepeda dan Jalan Kaki ke Sekolah (Studi pada Siswa Kelas VII SMP Negeri 2 Deket). *Jurnal Pendidikan Olahraga Dan Kesehatan*, 2(1), 223–226. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-jasmani/article/view/8207>
- Schantz, P., Salier Eriksson, J., & Rosdahl, H. (2020). Perspectives on Exercise

- Intensity, Volume and Energy Expenditure in Habitual Cycle Commuting. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.00065>
- Selye, H. (1946). The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 6(2), 117–230. <https://doi.org/10.1210/jcem-6-2-117>
- Sundfør, H. B., Berntsen, S., Bere, E. T., & Fyhri, A. (2024). The effects of subsidising e-bikes on mode share and physical activity - A natural experiment. *Journal of Transport and Health*, 35. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2023.101752>
- Tomkinson, G. R., Carver, K. D., Atkinson, F., Daniell, N. D., Lewis, L. K., Fitzgerald, J. S., Lang, J. J., & Ortega, F. B. (2018). European normative values for physical fitness in children and adolescents aged 9-17 years: Results from 2 779 165 Eurofit performances representing 30 countries. *British Journal of Sports Medicine*, 52(22), 1445–1456. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098253>
- Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., Chastin, S. F. M., Altenburg, T. M., Chinapaw, M. J. M., Aminian, S., Arundell, L., Hinkley, T., Hnatiuk, J., Atkin, A. J., Belanger, K., Chaput, J. P., Gunnell, K., Larouche, R., Manyanga, T., ... Wondergem, R. (2017). Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0525-8>
- U.S. Environmental, P. A. (2003). *Travel and Environmental Implications of School Siting*. (Publication EPA 231-R-03-004). Available Online. [Http://www.epa.gov/smartgrowth](http://www.epa.gov/smartgrowth). Accessed on 25 October 2022. <https://www.epa.gov/smartgrowth>
- Uddin, R., Salmon, J., Islam, S. M. S., & Khan, A. (2020). Physical education class participation is associated with physical activity among adolescents in 65 countries. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79100-9>
- Wang, H., Bai, X., Cheng, X., Dong, X., & Hou, X. (2026). Effects of school-based physical activity interventions on cardiorespiratory fitness and body composition in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis using the RE-AIM framework. In *Public Health* (Vol. 252). <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2026.106141>
- WHO. (2022a). *Global status report on physical activity 2022*.
- WHO. (2022b). *World Health Organization. (2022). Physical activity*.
- Yeny, C. C., Alexis, A. G., Matias, C. P., Ximena, D. M., & Eduardo, G. M. (2024). Influence of active commuting on cardiorespiratory fitness in schoolchildren. *Retos*, 58, 1022–1029. <https://doi.org/10.47197/retos.v58.105660>
- Zargarzadeh, M., Ribeiro, A. S. N., Santos, A. M. C., & Rodrigues, R. N. (2026). Health Benefits of Cycling as a Form of Active Travel: A Pilot Empirical Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 23(1), 79. <https://doi.org/10.3390/ijerph23010079>
- Zhu, J., Yang, Y., Zhao, Y., Qin, G., & Su, X. (2024). *Using structural equation*

modeling to examine correlations between health- related physical fitness and cell health among Chinese college students. 1–9.