

Pengaruh olahraga sepeda statis terhadap peningkatan fungsi kognitif pada dewasa muda dengan gaya hidup sedentari

Muhammad Ghifari Firdaus^{1*}, Upik Rahmi², Sehabudin Salasa³

¹Program Studi Keperawatan, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Universitas Pendidikan Indonesia

²Program Studi Keperawatan, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Universitas Pendidikan Indonesia

³Program Studi Keperawatan, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Universitas Pendidikan Indonesia

*Corresponding author: mghifarij@upi.edu

Abstrak

Fenomena gaya hidup sedentari pada dewasa muda, khususnya mahasiswa, memperlihatkan waktu yang cukup tinggi, dengan rata-rata 8–12 jam setiap hari. Kondisi ini berkaitan dengan penurunan kemampuan kognitif. Salah satu bentuk intervensi yang potensial untuk mengatasinya adalah latihan sepeda statis, karena aktivitas ini dapat meningkatkan *Brain-Derived Neurotrophic Factor* (BDNF) yang berpengaruh untuk mempertahankan dan memperkuat fungsi kognitif. Studi ini dilakukan dengan maksud untuk menilai efek dari olahraga sepeda statis terhadap fungsi kognitif pada dewasa muda dengan gaya hidup sedentari. Metode penelitian yang diterapkan merupakan quasi-experimental design dengan pendekatan pretest–posttest control group. Sebanyak 40 mahasiswa Universitas Pendidikan Indonesia dipilih menggunakan rumus Federer dan teknik purposive sampling. Subjek penelitian kemudian dikelompokkan menjadi dua, yakni kelompok yang menerima intervensi (n=20) dan kelompok kontrol (n=20). Kelompok intervensi menjalani latihan sepeda statis intensitas sedang (60–80 RPM) selama 30 menit, tiga kali per minggu selama empat minggu. Sementara itu, kelompok kontrol dibiarkan tanpa intervensi untuk mengamati perubahan alami tanpa pengaruh perlakuan. Hasil menunjukkan peningkatan fungsi kognitif pada kelompok intervensi dengan penurunan waktu rata-rata pada TMT A (27,45→21,15) dan TMT B (46,00→36,20), serta peningkatan skor WLMT (23,65→27,50). Sementara itu, perubahan pada kelompok kontrol tidak signifikan. Uji statistik menunjukkan perbedaan bermakna antar kelompok pada TMT A ($p=0,002$), TMT B ($p=0,007$), dan WLMT ($p<0,001$). Dengan demikian, latihan sepeda statis terbukti efektif dalam meningkatkan fungsi kognitif dan dapat dijadikan strategi preventif untuk menjaga kesehatan otak mahasiswa.

Kata Kunci: Fungsi kognitif; gaya hidup sedentari; mahasiswa; olahraga; sepeda statis.

Abstract

The sedentary lifestyle phenomenon among young adults, particularly university students, shows a notably high duration, averaging 8–12 hours per day. This condition is associated with a decline in cognitive function. One potential intervention to address this issue is stationary cycling, as this activity can increase levels of Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF), which plays a crucial role in maintaining and enhancing cognitive performance. This study aimed to examine the effects of stationary cycling exercise on cognitive function among sedentary young adults. The research employed a quasi-experimental design with a pretest–posttest control group approach. A total of 40 students from the Indonesia University of Education were selected using Federer's formula and purposive sampling technique. The participants were divided into two groups: an intervention group (n=20) and a control group (n=20). The intervention group performed moderate-intensity stationary cycling (60–80 RPM) for 30 minutes, three times a week for four weeks. Meanwhile, the control group received no intervention to observe natural changes without external influence. The results revealed an improvement in cognitive function within the intervention group, indicated by decreased average completion times on TMT A (27.45→21.15) and TMT B (46.00→36.20), as well as an increased WLMT score (23.65→27.50). In contrast, the control group showed no significant changes. Statistical analysis indicated significant differences between groups in TMT A ($p=0.002$), TMT B ($p=0.007$), and WLMT ($p<0.001$). Therefore, stationary cycling exercise proved effective in enhancing cognitive function and can serve as a preventive strategy to support students' brain health.

Keywords: Cognitive function; sedentary lifestyle; students; exercise; stationary cycling

Copyright © 2025 Author(s)

Received: 30 10 2025

Revised: 11 11 2025

Accepted: 05 12 2025



Authors' Contribution: A – Conceptualization; B – Methodology; C – Software; D – Validation; E - Formal analysis; F – Investigation; G – Resources; H - Data Curation; I - Writing - Original Draft; J - Writing - Review & Editing; K – Visualization; L – Supervision; M - Project administration; N - Funding acquisition

PENDAHULUAN

Perilaku sedentari merupakan salah satu ciri kehidupan modern yang menjadi perhatian dalam bidang kesehatan. Sedentari adalah perilaku yang sebagian besar kegiatannya hanya memerlukan sedikit energi, yaitu $\leq 1,5$ *Metabolic Equivalent Tasks* (METs), seperti posisi berbaring maupun duduk, menatap layar, mengemudi, membaca, atau belajar (Lee & Kim, 2019; Magnon et al., 2018; You et al., 2023). Kondisi ini telah menjadi masalah serius karena dikaitkan dengan berbagai dampak negatif terhadap kesehatan, seperti diabetes, hipertensi, berbagai jenis kanker, bahkan tingkat sedentari lebih dari 9 jam perhari terasosiasi dengan masalah kardiovaskular (Park et al., 2020). Dalam beberapa penelitian mengungkapkan semakin meningkatnya perilaku sedentari berhubungan dengan meningkatnya potensi terjadinya penurunan fungsi kognitif serta peningkatan risiko gangguan kognitif (Dillon et al., 2022).

Fungsi kognitif adalah kemampuan dasar otak yang dibutuhkan untuk menjalankan berbagai aktivitas, seperti atensi, memori, pembelajaran, fungsi motorik-persepsi, fungsi eksekutif, bahasa, hingga pengambilan keputusan (Bufano et al., 2024). Aktivitas sedentari jangka panjang dapat menyebabkan penurunan aliran darah ke lobus frontal otak, penurunan pembentukan *brain derived neurotrophic factor* (BDNF) yang memiliki peran penting untuk kesehatan sel saraf, serta peningkatan volume hiperintensitas white matter yang menjadi indikator kerusakan mikrovaskular dan berhubungan dengan risiko demensia. BDNF ini juga berperan penting terhadap Hippocampus dalam pembentukan memori yang dimediasi oleh neurotropik BDNF yang dipicu oleh aktivitas fisik. Sebaliknya, aktivitas fisik terbukti dapat memperbaiki aliran darah otak dan meningkatkan produksi BDNF, serta stimulasi regenerasi sel di wilayah otak yang penting untuk fungsi kognitif (Leyland et al., 2019; Olanrewaju et al., 2020; Rahmi et al., 2022). Untuk menilai perubahan fungsi kognitif, berbagai instrumen telah dikembangkan, dan yang umum digunakan dalam penelitian neuropsikologi pada populasi dewasa diantaranya adalah *Trail Making Test A*, *Trail Making Test B*, dan *Wordlist Memory Test*. TMT-A menilai kemampuan pengalihan perhatian sederhana dan kecepatan visual-motorik, sementara TMT-B menilai kemampuan shifting dan kontrol eksekutif yang lebih kompleks. Selain itu, *Word List Memory Test* (WLMT) digunakan untuk mengukur kemampuan memori jangka pendek, pembelajaran, dan memori kerja (Bock et al., 2021; Id et al., 2020).

Olahraga sebagai salah satu bentuk aktivitas fisik memiliki manfaat yang signifikan dalam memelihara dan meningkatkan kesehatan, termasuk kesehatan kognitif. Beberapa tinjauan sistematis dan meta analisis dalam lima tahun terakhir menunjukkan bahwa olahraga aerobik seperti berjalan kaki, jogging, dan bersepeda lebih sering direkomendasikan untuk tujuan meningkatkan kesehatan kognitif (Chow et al., 2021). Salah satu bentuk olahraga aerobik yang mudah dilakukan dan semakin populer di masyarakat adalah bersepeda, khususnya dengan menggunakan sepeda statis. Saat ini, sepeda statis mulai banyak tersedia di taman-taman kota, maupun di fasilitas olahraga seperti gymnasium, sehingga memudahkan masyarakat untuk berolahraga (Fauzi et al., 2021). Selain itu, menurut Leonardo & Khamid, (2022) bersepeda merupakan olahraga yang memiliki risiko cedera lutut rendah dan merupakan salah satu cara terbaik untuk menguatkan tulang rawan.

Di sisi lain, selain mendorong peningkatan aktivitas fisik seperti olahraga, upaya menjaga kesehatan kognitif juga perlu disertai dengan pengurangan perilaku sedentari. Mengurangi perilaku sedentari dapat menjadi strategi pendukung untuk menjaga dan meningkatkan fungsi kognitif. Hal ini menjadi semakin penting ketika melihat kecenderungan perilaku sedentari pada populasi tertentu, salah satunya mahasiswa, dimana gaya hidup sedentari semakin marak di kalangan mahasiswa setelah pandemi, dengan rata-rata waktu duduk berkisar antara 8 hingga 10 jam per hari (Hidayah et al., 2025). Namun, Al-Hadabi et al., (2025) mengemukakan tidak ditemukan perbedaan signifikan berdasarkan jenis kelamin dalam persentase waktu sedentari.

Meskipun berbagai penelitian mengenai aktivitas fisik aerobik telah menunjukkan manfaat terhadap fungsi kognitif, namun sebagian besar studi berfokus pada kegiatan seperti berjalan, jogging, atau bersepeda luar ruang. Bukti mengenai penggunaan sepeda statis sebagai intervensi yang terstruktur masih terbatas, terutama pada populasi dewasa muda yang memiliki gaya hidup sedentari. Selain itu, penelitian terdahulu belum secara spesifik menguji kombinasi intervensi sepeda statis intensitas sedang dengan durasi empat minggu pada populasi dewasa muda dengan tingkat aktivitas fisik rendah. Keterbatasan ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu dijawab untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif dan memberikan dasar empiris mengenai efektivitas latihan sepeda statis terhadap fungsi kognitif.

METODE

Studi ini menerapkan metode eksperimen dengan desain *quasi-experimental* menggunakan pendekatan *pretest-posttest control group*. Perlakuan diberikan kepada dua kelompok partisipan, yaitu kelompok intervensi dan kelompok kontrol.

Subjek dalam penelitian ini meliputi mahasiswa Universitas Pendidikan Indonesia. Sampel penelitian berjumlah 40 orang yang dihitung menggunakan rumus Federer dengan formula: $(t-1)(n-1) \geq 15$ dengan hasil sampel setiap kelompok berjumlah 16 orang, lalu untuk mengantisipasi kemungkinan *dropout* maka jumlah sampel ditingkatkan menjadi 20 orang perkelompok berdasarkan estimasi tingkat *dropout* sekitar 20% (Bell & Julious, 2018). Pemilihan sampel dilakukan secara purposive dengan mempertimbangkan kriteria inklusi, yakni peserta berusia 18–25 tahun, tidak memiliki gangguan psikologis maupun fisiologis, serta memiliki gaya hidup sedentari yang telah dibuktikan melalui instrumen *Sedentary Behaviour Questionnaire* (SBQ). Setelah karakteristik responden sama, selanjutnya penempatan 40 subjek ke dalam kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dilakukan secara acak (*random assignment*) untuk menjaga ekuivalensi antar kelompok sebelum intervensi (Nafiah et al., 2020; Sugiyono, 2019).

Kelompok eksperimen mendapatkan intervensi berupa latihan bersepeda statis selama 30 menit, dalam tiga kali seminggu, selama empat minggu dengan intensitas sedang yaitu 60–80 RPM (ACSM, 2018; Keogh et al., 2018; LeBouthillier & Asmundson, 2017). Sebelum intervensi dimulai, responden menjalani pengukuran nadi awal dan pemanasan sebagai upaya pencegahan cedera. Setelah intervensi selesai, dilakukan pengukuran nadi akhir dan pendinginan. Sementara itu, tidak ada intervensi apapun yang diterapkan pada kelompok kontrol selama periode penelitian. Penelitian ini telah mendapatkan izin etik dengan nomor 04/KEPK/FITKes-Unjani/VII/2025.

Instrumen yang digunakan untuk mengukur waktu sedentari adalah *Sedentary Behaviour Questionnaire* (SBQ) yang dikembangkan oleh Rosenberg et al., (2010). Kuesioner ini menilai aktivitas sedentari pada hari kerja maupun akhir pekan dan telah melalui uji validitas menggunakan *expert judgement* dan uji reliabilitas dengan nilai reliabilitas Alpha Cronbach sebesar 0,963 (Álvarez et al., 2021). Nilai akhir diperoleh dengan menghitung total durasi (jam) yang dihabiskan responden untuk seluruh aktivitas sedentari tersebut, kemudian dikategorikan menjadi tinggi (>7 jam/hari) dan rendah (≤ 6 jam/hari) (Kinasih et al., 2024).

Instrumen untuk mengukur fungsi kognitif meliputi lima variabel, yaitu atensi, fungsi eksekutif, memori, bahasa, dan visuospasial. Dua instrumen utama digunakan, yaitu *Word List Memory Task* (WLMT) dan *Trail Making Test* (TMT). WLMT digunakan untuk menilai

kemampuan belajar, penyimpanan, *recall* segera, *recall* tertunda (*delayed recall*), memori jangka panjang, serta memori kerja (Bock et al., 2021). Prosedur WLMT dilakukan dengan cara pemeriksa menampilkan dan mengucapkan 10 kata, masing-masing selama 2 detik, kemudian sampel diminta mengingat sebanyak mungkin kata tersebut. Proses ini diulang sebanyak tiga kali percobaan, dengan batas normal berada di angka 21.

Trail Making Test (TMT) terbagi menjadi dua bagian. TMT-A mengukur atensi visual, kecepatan pemrosesan, dan kemampuan visuospasial. Pada TMT-A, peserta diminta menghubungkan 26 angka di dalam lingkaran secara berurutan (1, 2, 3, ..., 25) menggunakan alat tulis tanpa terputus secepat mungkin. Hasil <90 detik menunjukkan fungsi kognitif baik, sedangkan >90 detik menunjukkan fungsi kognitif kurang baik (Andrian et al., 2018). TMT-B mengukur fungsi eksekutif, termasuk fleksibilitas mental, sequencing, memori kerja, kecepatan psikomotor, perencanaan, dan pengambilan keputusan. Peserta diminta menghubungkan angka dan huruf secara bergantian sesuai urutan (1-A-2-B ... 12-L). Hasil <180 detik menunjukkan fungsi kognitif baik, sedangkan >180 detik menunjukkan fungsi kognitif kurang baik. Instrumen TMT memiliki reliabilitas cukup hingga tinggi, yaitu 0,76 pada TMT-A, 0,86 pada TMT-B, dan 0,74 untuk selisih antara keduanya (Widhianingtanti et al., 2022).

Tahap awal analisis data dalam studi ini dimulai dengan penilaian normalitas yang bertujuan untuk memastikan karakteristik distribusi data. Selanjutnya, pemeriksaan hipotesis dilakukan untuk mengevaluasi dua sampel berpasangan menggunakan *Paired T test* apabila data berdistribusi normal, atau sebagai alternatif yaitu Wilcoxon *Signed-Rank Test* dalam kasus di mana data gagal menunjukkan normalitas. Setelah itu, analisis yang kontras kelompok intervensi dengan kelompok kontrol dijalankan menggunakan *Independent t-test* untuk data yang menunjukkan distribusi normal atau Uji Mann-Whitney U dalam kasus di mana data tidak tida menunjukkan normalitas.

HASIL

1. Analisis Univariat

Tabel 1. Karakteristik responden

No.	Karakteristik Responden	Kelompok Kontrol Jumlah (n=20)	Kelompok Kontrol Percentase (%)	Kelompok Intervensi Jumlah (n=20)	Kelompok Intervensi Percentase (%)
1. Jenis Kelamin					
	Laki-Laki	6	30%	12	60%
	Perempuan	14	70%	8	40%
2. Usia					
	19	5	25%	3	15%
	20	5	25%	5	25%
	21	7	35%	10	50%

No.	Karakteristik Responden	Kelompok Kontrol		Kelompok Intervensi	
		Jumlah (n=20)	Persentase (%)	Jumlah (n=20)	Persentase (%)
22		2	10%	2	10%
23		1	5%	0	0%
3.	Tingkat Sedentari				
	Tinggi >7 jam/hari	16	80%	16	80%
	Rendah ≤ 6 jam/hari	4	20%	4	20%
4.	Keadaan Sehat				
	Ya	20	100%	20	100%
	Tidak	0	0%	0	0%
5.	Mempunyai Penyakit Riwayat				
	Tidak	19	95%	20	100%
	Ya	1	5%	0	0%

Tabel 1 menggambarkan karakteristik subjek pada kelompok kontrol maupun intervensi. Berdasarkan jenis kelamin, kelompok kontrol didominasi oleh perempuan yaitu 70%, sedangkan kelompok intervensi didominasi oleh laki-laki sebesar 60%. Dari segi usia, responden terbanyak berusia 21 tahun, yaitu 35% dalam kelompok kontrol dan 50% dalam kelompok intervensi. Tingkat sedentari menunjukkan mayoritas responden memiliki aktivitas sedentari tinggi (>7 jam/hari) di kedua kelompok, masing-masing 80%. Semua responden pada kedua kelompok berada dalam keadaan sehat. Sementara itu, sebagian besar responden tidak memiliki riwayat penyakit berat, yaitu 95% pada kelompok kontrol dan 100% pada kelompok intervensi.

Tabel 2. Rata-rata hasil *pretest* dan *posttest*

No.	Fungsi Kognitif	Mean Statistik			
		Intervensi (n=20)		Kontrol (n=20)	
		Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
1.	TMT A	27,45	21,15	30,8	26,1
2.	TMT B	46	36,2	55,5	46,05
3.	WLMT	23,65	27,5	22,65	23,05

Tabel 2 menampilkan efek dari intervensi olahraga sepeda statis terhadap fungsi kognitif yang diukur melalui tiga parameter, yaitu TMT-A, TMT-B, dan WLMT. Pengukuran dilakukan terhadap kelompok intervensi dan kelompok kontrol melalui *pretest* dan *posttest*. Pada parameter TMT-A yang menggambarkan kecepatan pemrosesan kognitif, atensi dan visuospasial, kelompok intervensi mengalami penurunan skor dari 27,45 menjadi 21,15, sedangkan kelompok kontrol juga menurun dari 30,8 menjadi 26,1, namun dengan perubahan yang lebih kecil. Untuk parameter TMT-B yang mencerminkan fungsi eksekutif, seperti fleksibilitas mental, Sequencing, kecepatan psikomotor, perencanaan, dan pengambilan

keputusan, kelompok intervensi mengalami penurunan dari 46 ke 36,2, sementara kelompok kontrol menurun dari 55,5 menjadi 46,05. Pada parameter WLMT yang mengukur kemampuan belajar, penyimpanan, *recall* segera, *recall* tertunda (*delayed recall*), memori jangka panjang, serta memori kerja, kelompok intervensi menunjukkan peningkatan skor dari 23,65 menjadi 27,5, sedangkan kelompok kontrol hanya mengalami kenaikan ringan dari 22,65 ke 23,05.

2. Analisis Bivariat

2.1 Uji Asumsi

Sebelum pelaksanaan pengujian hipotesis, sangat penting untuk melakukan uji asumsi, yang mencakup uji normalitas dan uji homogenitas. Tes normalitas berfungsi untuk menilai apakah data yang berasal dari pengukuran fungsi kognitif menunjukkan distribusi normal. Dalam studi ini, uji Shapiro-Wilk digunakan untuk penilaian normalitas, karena ukuran sampel terdiri kurang dari 50 peserta. Kriteria untuk memastikan normalitas ialah jika nilai-p melebihi 0,05, maka data dianggap berdistribusi normal.

Tabel 3. Hasil uji Normalitas

No.	Instrumen	Shapiro-Wilk		
		Pretest	Posttest	P Value
1. Kelompok Intervensi	TMT-A	< 0.001	0.001	< 0.05
	TMT-B	0.249	0.451	> 0.05
	WLMT	0.076	0.212	> 0.05
2. Kelompok Kontrol	TMT-A	0.250	0.560	> 0.05
	TMT-B	0.161	0.655	> 0.05
	WLMT	0.895	0.620	> 0.05

Tabel 3 menunjukkan hasil uji normalitas yang diperoleh melalui Shapiro-Wilk test, pada kelompok intervensi variabel TMT-A menunjukkan nilai $p < 0,05$ pada *pretest* ($p < 0,001$) dan *posttest* ($p = 0,001$), yang berarti data tidak berdistribusi normal. Sementara itu, variabel TMT-B ($p = 0,249$; $p = 0,451$) dan WLMT ($p = 0,076$; $p = 0,212$) memiliki nilai $p > 0,05$, sehingga dinyatakan berdistribusi normal. Sedangkan, seluruh instrumen pada kelompok kontrol, yaitu TMT-A ($p = 0,250$; $p = 0,560$), TMT-B ($p = 0,161$; $p = 0,655$), dan WLMT ($p = 0,895$; $p = 0,620$), menunjukkan nilai $p > 0,05$ baik pada *pretest* maupun *posttest*. Hal ini menandakan bahwa seluruh data pada kelompok kontrol berdistribusi normal. Dengan demikian data yang berdistribusi normal dapat dianalisis menggunakan uji parametrik dan bagi data yang tidak berdistribusi normal dianalisis menggunakan uji non parametrik.

Selanjutnya yaitu tes homogenitas yang dilakukan untuk memastikan apakah varians data antara kelompok sebelum dan sesudah tes menunjukkan keseragaman. Evaluasi ini menggunakan Levene's Test, di mana data dianggap homogen jika nilai-p melebihi 0,05.

Tabel 4. Hasil uji Homogenitas

No.	Variabel	Levene Statistic	Sig.	P Value
1.	TMT-A	0.105	0.747	> 0.05
2.	TMT-B	0.992	0.326	> 0.05
3.	WLMT	1.699	0.200	> 0.05

Tabel 4 menunjukkan hasil analisis homogenitas menggunakan Levene's Test TMT-A ($p = 0,747$), TMT-B ($p = 0,326$), dan WLMT ($p = 0,200$). Temuan ini menunjukkan bahwa varians lintas kelompok homogen atau setara, sehingga menandakan bahwa tidak ada perbedaan dalam variasi data antara kelompok intervensi dan kontrol. Akibatnya, data memenuhi asumsi homogenitas, memungkinkan kelanjutan ke fase analisis komparatif. Berdasarkan temuan dari kedua penilaian, data memenuhi prasyarat normalitas dan homogenitas, sehingga memungkinkan analisis untuk maju dengan uji t sampel berpasangan untuk mengevaluasi dampak pelatihan sepeda statis pada fungsi kognitif.

2.2 Uji Komparatif Berpasangan

Tabel 5. Hasil *Hasil uji Paired T test*

No.	Fungsi Kognitif	Kelompok Intervensi			Kelompok Kontrol		
		Mean	Std Deviation	P Value	Mean	Std Deviation	P Value
1.	Pretest TMT-A & Posttest TMT-A	-	-	-	4.700	6.837	0,006
2.	Pretest TMT-B & Posttest TMT-B	9.800	8.056	< 0,001	9.450	11.610	0,002
3.	Pretest WLMT & Posttest WLMT	-3.850	3.133	< 0,001	-1.000	2.865	0.135

Tabel 5 menunjukkan hasil uji paired t-test mengenai pengaruh olahraga sepeda statis terhadap fungsi kognitif pada dewasa muda dengan sedentary lifestyle. Pada kelompok intervensi, terdapat peningkatan fungsi kognitif yang signifikan pada TMT-B ($p < 0,001$), serta pada WLMT ($p < 0,001$) sedangkan pada TMT-A pada kelompok intervensi tidak diuji dikarenakan data tidak normal. Sementara itu, pada kelompok kontrol, hasil menunjukkan peningkatan tetapi tidak lebih besar dari kelompok intervensi dengan hasil pada TMT-A ($p =$

0,006), TMT-B ($p = 0,002$) dan pada WLMT peningkatannya tidak signifikan ($p = 0,135$), peningkatan pada kelompok kontrol ini kemungkinan tidak disebabkan oleh intervensi, melainkan oleh *practice effect*, yaitu perbaikan performa karena peserta semakin familiar dengan format dan prosedur tes ketika dilakukan pengukuran ulang.

Tabel 6. Hasil uji Wilcoxon Signed-Rank Test

No.	Fungsi Kognitif	Kelompok Intervensi		
		Mean	Z	P Value
1.	<i>Pretest</i> TMT-A	9.50	-3.731	< 0,001
	<i>Posttest</i> TMT-A			

Tabel 6 menampilkan hasil analisis menggunakan Wilcoxon Signed-Rank Test pada fungsi kognitif TMT-A di kelompok intervensi. Hasil analisis memperlihatkan adanya terdapat perbedaan yang signifikan antara skor sebelum dan sesudah perlakuan ($p < 0,001$).

Hal ini membuktikan intervensi olahraga sepeda statis efektif dalam meningkatkan fungsi kognitif pada uji komparatif berpasangan. Pada kelompok intervensi, nilai p untuk TMT-A, TMT-B, dan WLMT berada pada ($p < 0,001$), yang berarti peningkatan signifikan. Sementara itu, pada kelompok kontrol peningkatan tidak sebesar kelompok intervensi. Hasil uji menunjukkan nilai p kelompok kontrol pada TMT-A sebesar 0,006, pada TMT-B sebesar 0,002, sedangkan pada WLMT peningkatannya tidak signifikan dengan nilai $p = 0,135$.

2.3 Uji Komparatif Tidak Berpasangan

Tabel 7. Hasil Independen t-test

No.	Fungsi Kognitif	df	P Value	Mean Difference
1.	<i>Posttest</i> TMT-B	38	0,007	-9,850
2.	<i>Posttest</i> WLMT	38	< 0,001	3,850

Tabel 7 menampilkan hasil analisis Independent t-test, diketahui bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelompok intervensi dan kontrol pada seluruh indikator fungsi kognitif. Hasil uji independent t-test menunjukkan bahwa pada post-test TMT-B diperoleh $p = 0,007$ ($< 0,05$) dengan mean difference -9,850, menandakan adanya peningkatan signifikan pada fleksibilitas kognitif di kelompok intervensi. Demikian pula pada post-test WLMT didapatkan $p < 0,001$ dengan mean difference 3,850, yang menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada kemampuan memori kerja. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa intervensi olahraga sepeda statis efektif dalam meningkatkan berbagai aspek fungsi kognitif dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Tabel 8. Hasil uji Mann-Whitney U Test

No	Fungsi Kognitif	U	Z	P Value
1.	Posttest TMT-A	87.500	-3.051	0.002

Tabel 8 menunjukkan hasil uji Mann-Whitney U Test, diperoleh nilai signifikansi (p-value) sebesar 0,002 (< 0,05). Hal ini menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil post-test TMT-A antara kelompok intervensi (eksperimen) dan kelompok kontrol. Dengan kata lain, intervensi olahraga sepeda statis berpengaruh secara nyata dalam meningkatkan fungsi kognitif yang diukur melalui TMT-A dibandingkan dengan kelompok kontrol.

PEMBAHASAN

Tujuan dari penelitian kali ini ialah agar dapat menilai pengaruh olahraga sepeda statis terhadap fungsi kognitif pada dewasa muda *sedentary lifestyle*. Peningkatan ini terlihat dari perubahan skor pada berbagai parameter kognitif, dimana kelompok intervensi menunjukkan peningkatan lebih signifikan dibandingkan kelompok kontrol. Temuan ini menguatkan bukti bahwa aktivitas fisik teratur, khususnya olahraga aerobik dengan intensitas sedang seperti sepeda statis, mampu memberikan stimulus positif terhadap fungsi otak.

Pada Kelompok intervensi variabel TMT-A yang mengukur aspek atensi visual, kecepatan pemrosesan, dan kemampuan visuospasial, mengalami peningkatan singnifikan. Pada TMT-B yang mengevaluasi fungsi eksekutif, termasuk fleksibilitas mental, memori kerja, serta kemampuan pengambilan keputusan, terlihat adanya perbaikan, dimana hal tersebut sangat berguna bagi dewasa muda seperti mahasiswa dalam memecahkan masalah atau mengambil keputusan sehari-hari. Sementara itu, hasil WLMT yang mengukur kapasitas belajar, penyimpanan, dan berbagai aspek memori menunjukkan hasil signifikan pada kelompok intervensi, hal tersebut sangat membantu bagi mahasiswa dalam mengingat materi dalam perkuliahan. Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa olahraga sepeda statis dapat dijadikan alternatif intervensi dalam meningkatkan fungsi kognitif pada dewasa muda *sedentary lifestyle*.

Walaupun kelompok intervensi menunjukkan peningkatan yang signifikan, tidak dapat diabaikan bahwa kelompok kontrol juga mengalami peningkatan skor meskipun tidak sebesar kelompok intervensi. Peningkatan pada kelompok kontrol ini sangat mungkin disebabkan oleh *practice effect* atau efek latihan, yaitu kondisi ketika peserta memperlihatkan performa yang lebih baik pada pengukuran berikutnya bukan karena adanya intervensi, tetapi karena mereka

telah terbiasa dengan format tes, instruksi, dan pola penyelesaian tugas, terutama ketika interval antar pengukuran relatif singkat. Peserta cenderung memiliki ingatan terhadap langkah-langkah penggerjaan, lebih memahami alur tugas, dan mengalami penurunan kecemasan pada tes kedua sehingga waktu penyelesaian menjadi lebih cepat (Freedman, 2024; Gaskell et al., 2025).

Hubungan antara olahraga dan gaya hidup sedentari menjadi hal penting untuk diperhatikan. Aktivitas fisik terbukti dapat meminimalkan dampak buruk dari gaya hidup sedentari, khususnya pada kelompok dewasa muda. Usia dewasa muda (18–34 tahun) merupakan fase penting dalam kehidupan, ketika seseorang mulai mandiri dengan meninggalkan rumah, melanjutkan studi ke jenjang universitas, memulai karier profesional, hingga membangun keluarga. Tahap transisi ini berpengaruh terhadap kondisi fisik yang nantinya akan menjadi fondasi kesehatan di usia lanjut. Selain itu, periode ini juga ditandai dengan meningkatnya kerentanan terhadap gangguan kesehatan mental, termasuk depresi, kecemasan, bahkan risiko bunuh diri (Huang et al., 2022). Latihan fisik yang rutin berperan penting dalam meningkatkan kemampuan merencanakan, mengambil keputusan, dan menyelesaikan masalah, terutama pada kelompok usia lanjut dan anak-anak. Pada mahasiswa, hal ini sangat relevan karena masa studi sering kali diwarnai oleh tekanan akademik dan tantangan emosional (Sari et al., 2025).

Perpaduan antara pengurangan perilaku sedentari dan peningkatan aktivitas fisik menjadi kunci utama dalam menjaga kesehatan mental dan meningkatkan fungsi kognitif. Khususnya pada dewasa muda, aktivitas fisik tidak hanya berperan dalam menjaga kesehatan fisik, tetapi juga memberikan perlindungan terhadap dampak negatif dari gaya hidup yang minim gerak. Oleh karena itu, memahami efek positif olahraga terhadap fungsi otak dan proses kognitif menjadi penting dalam konteks peningkatan kualitas hidup dan kemampuan kognitif yang optimal selama masa penting transisi kehidupan

Hal ini sejalan dengan penelitian Chow et al., (2021), dimana aktivitas fisik atau olahraga teratur memberikan efek yang menguntungkan bagi fungsi kognitif dan otak. Selain itu, di luar rekomendasi konvensionalnya untuk meningkatkan kesehatan kardiopulmoner dan muskuloskeletal, telah dibuktikan bahwa olahraga juga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap fungsi otak. Dalam beberapa penelitian menunjukkan bahwa satu sesi olahraga saja dapat mengubah komunikasi sinaptik atau proses pengiriman sinyal antar neuron melalui sinaps, sehingga meningkatkan fungsi eksekutif seperti perencanaan, pergantian tugas (*task switching*), inhibisi respons, dan memori kerja. Bukti yang ada sebagian besar berasal dari

penelitian yang melibatkan olahraga dengan intensitas sedang dalam beberapa sesi pada berbagai kelompok usia (Revelo Herrera & Leon-Rojas, 2024).

Dalam penelitian yang lain, olahraga seperti aerobic terbukti meningkatkan neurogenesis, sinaptogenesis, angiogenesis, serta pelepasan neurotrofin BDNF (*brain-derived neurotrophic factor*) sebagai mekanisme saraf yang memediasi efek kognitif. Dimana BDNF sendiri memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan otak. Aktivitas fisik, khususnya pada dewasa muda, mampu meningkatkan kadar BDNF yang dapat memfasilitasi perubahan neuronal yang lebih efisien dan bertahan lama, sehingga menghasilkan peningkatan *long-term potentiation* (LTP) yang menjadi mekanisme dasar dalam pembentukan memori, BDNF juga mendukung perkembangan neuron, memperkuat kemampuan belajar, serta mencegah penurunan fungsi kognitif. Dengan demikian, olahraga tidak semata berdampak bagi kesehatan fisik, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan proses kognitif dan plastisitas sinaptik yang mendasari pembelajaran serta memori (Rahmi et al., 2022; Romero Garavito et al., 2024). Hal tersebut dibuktikan langsung dalam penelitian kali ini, dimana kelompok yang melakukan olahraga sepeda statis hasilnya meningkat signifikan dibanding kelompok yang tidak mendapatkan intervensi apapun, bahkan dalam aspek memori meningkat lebih tinggi dengan $p = <0,001$. Hasil tersebut sangat penting bagi mahasiswa dalam menjalani kehidupan dan perkuliahan sehari-hari yang berkaitan dengan berfikir dan mengingat materi.

Di sisi lain, memperhatikan intensitas olahraga sangat berperan penting terhadap efek dari olahraga tersebut. Hasil penelitian Ladawan et al., (2023) menunjukkan bahwa olahraga intensitas sedang menghasilkan perbaikan kognitif yang lebih tinggi dibandingkan intensitas rendah, terutama pada aspek memori dan fungsi eksekutif. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Mekari et al., (2020) menunjukkan berolahraga menggunakan sepeda statis intensitas tinggi lebih baik dalam meningkatkan fungsi kognitif terutama fungsi eksekutif dibandingkan berolahraga sepeda statis dengan intensitas sedang. Hal tersebut dikarenakan tingginya intensitas olahraga mempengaruhi area Hippocampus, dan meningkatkan kadar BDNF di sumsum tulang belakang. BDNF merangsang proses neuroplastisitas, yang diwujudkan dalam neurogenesis, stimulasi plastisitas neuron serotoninergik, dopaminergik, kolinergik, maupun noradrenergik, dendritogenesis, dan sinaptogenesis, sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan fungsi kognitif (Sabita et al., 2023).

Penelitian ini memiliki kebaruan pada dua aspek, yaitu jenis intervensi yang digunakan berupa sepeda statis serta fokus pada subjek dewasa muda dengan gaya hidup sedentari. Mayoritas penelitian terdahulu banyak berfokus pada populasi lansia, pasien dengan penyakit kronis, atau kelompok yang memiliki risiko tinggi terhadap gangguan fungsi kognitif. Dengan

mengalihkan perhatian pada kelompok dewasa muda, khususnya mahasiswa yang sering menghadapi tuntutan akademik tinggi dan aktivitas belajar yang pasif, penelitian ini menawarkan sudut pandang baru bahwa olahraga sederhana seperti sepeda statis juga relevan dan bermanfaat bagi mereka. Temuan ini menegaskan bahwa olahraga aerobik tidak hanya berfungsi menjaga kebugaran fisik, tetapi juga dapat menjadi langkah pencegahan dini terhadap penurunan fungsi kognitif.

Dari sisi teori, penelitian ini memperkuat bukti bahwa aktivitas fisik dapat merangsang neuroplastisitas melalui peningkatan kadar BDNF, neurogenesis, serta perbaikan sirkulasi darah di otak. Mekanisme tersebut berkontribusi pada perbaikan berbagai fungsi kognitif. Sementara itu, secara praktis, sepeda statis bisa dimanfaatkan sebagai program intervensi di kampus untuk mendukung performa akademik mahasiswa, terutama yang berkaitan dengan konsentrasi, memori, dan fungsi eksekutif.

Saat ini sepeda statis mudah dijangkau, pemerintah saat ini sudah mulai memberikan fasilitas olahraga sederhana di sarana publik seperti taman agar masyarakat dapat berolahraga, selain di taman, sepeda statis dapat dijumpai di sarana olahraga seperti gymnasium, dan tempat fitness. Sepeda statis juga relatif aman karena memiliki risiko cedera yang rendah serta bermanfaat dalam menjaga kekuatan sendi dan tulang. Untuk melengkapi temuan ini, penelitian di masa mendatang dapat diarahkan pada perbandingan dengan jenis olahraga aerobik lain atau variasi intensitas latihan, guna menemukan bentuk intervensi yang paling efektif bagi mahasiswa dengan gaya hidup sedentari.

Secara keseluruhan, penelitian ini tidak hanya memberikan bukti empiris mengenai efektivitas sepeda statis, tetapi juga menegaskan pentingnya mendorong gaya hidup aktif di kalangan dewasa muda. Sepeda statis dapat menjadi alternatif yang layak dalam program promosi kesehatan kognitif di institusi pendidikan tinggi.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa latihan sepeda statis dengan intensitas sedang secara signifikan meningkatkan fungsi kognitif pada dewasa muda yang memiliki gaya hidup sedentari. Peningkatan ini terlihat dari skor yang lebih baik pada aspek fungsi eksekutif, memori, kecepatan pemrosesan, dan atensi. Dengan demikian, latihan sepeda statis dapat menjadi alternatif intervensi yang efektif bagi mahasiswa dan individu muda yang berisiko mengalami penurunan fungsi kognitif akibat kurangnya aktivitas fisik. Temuan ini memperkuat bukti bahwa aktivitas fisik yang dilakukan secara konsisten tidak semata-mata efek baik bagi kondisi fisik, melainkan juga berperan penting dalam mendukung proses

neuroplastisitas, pembentukan memori, serta peningkatan fungsi eksekutif yang esensial bagi performa akademik dan kehidupan sehari-hari.

Meskipun hasilnya menjanjikan, penelitian ini memiliki sejumlah batasan. Salah satunya ialah ukuran sampel yang tergolong kecil serta waktu pelaksanaan intervensi yang tergolong singkat membuat efek jangka panjang belum dapat dipastikan. Selain itu, variabel seperti intensitas olahraga dan faktor gaya hidup lain belum sepenuhnya dikendalikan, dan pengukuran kadar *Brain-Derived Neurotrophic Factor* (BDNF) sebagai biomarker tidak dilakukan secara langsung. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan jumlah sampel yang lebih besar dan beragam, memperpanjang periode latihan, membandingkan berbagai bentuk dan intensitas olahraga, serta menambahkan pengukuran biomarker dan faktor lingkungan guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai mekanisme serta efektivitas intervensi terhadap peningkatan fungsi kognitif pada dewasa muda sedentari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan arahannya selama pelaksanaan penelitian, kepada para responden atas partisipasi dan kerja samanya, serta kepada dewan redaksi atas dukungan dan kesempatan yang diberikan hingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- ACSM. (2018). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 10th ed. Edited by D. Riebe. Lippincott Williams & Wilkins. Medicine, American College of Sport. <https://shop.lww.com/ACSM-s-Guidelines-for-Exercise-Testing-and-Prescription/p/9781496339072>
- Al-Hadabi, B., Yetgin, M. K., Dervent, F., & Aljuhani, O. (2025). Evaluating the Influence of Weight Status and Gender on Moderate to Vigorous Physical Activity and Sedentary Time in Physical Education Lessons: A Cross-Sectional Study. *Healthcare (Switzerland)*, 13(5), 1–10. <https://doi.org/10.3390/healthcare13050562>
- Álvarez, C. V., Claros, J. A. V., Arenas, A. A., Palma, B. E. P., & Villamil, Y. A. R. (2021). Adaptation and Adaptation and Validation of Content of The Sedentary Behavior Questionnaire. *Hacia La Promocion de La Salud*, 26(1), 148–162. <https://doi.org/10.17151/hpsal.2021.26.1.12>
- Andrian, Y., Kurniadi, A., Warouw, F., Resident, N., & Staff, N. D. (2018). The Association Between Meditation and Cognitive Processing Speed In Young Adult In Manado. *Jurnal Sinaps*, 1(1), 85–90. <http://jurnalsinaps.com/index.php/sinaps/article/view/18>
- Bell, M. L., & Julious, S. A. (2018). Guidance for using pilot studies to inform the design of intervention trials with continuous outcomes. *Clinical Epidemiology*, 153–157. <https://doi.org/10.2147/CLEP.S146397>

- Bock, J. R., Russell, J., Hara, J., & Fortier, D. (2021). Optimizing Cognitive Assessment Outcome Measures for Alzheimer's Disease by Matching Wordlist Memory Test Features to Scoring Methodology. *Frontiers in Digital Health*, 3(November), 1–6. <https://doi.org/10.3389/fdgh.2021.750549>
- Bufano, P., Di Tecco, C., Fattori, A., Barnini, T., Comotti, A., Ciocan, C., Ferrari, L., Mastorci, F., Laurino, M., & Bonzini, M. (2024). The Effects of Work On Cognitive Functions: A Systematic Review. *Frontiers in Psychology*, 15(May). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1351625>
- Chow, Z. S., Moreland, A. T., Macpherson, H., & Teo, W. P. (2021). The Central Mechanisms of Resistance Training and Its Effects on Cognitive Function. *Sports Medicine*, 51(12), 2483–2506. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01535-5>
- Dillon, K., Morava, A., Papavessis, H., Grigsby-Duffy, L., Novic, A., & Gardiner, P. A. (2022). Total Sedentary Time and Cognitive Function in Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. In *Sports Medicine - Open* (Vol. 8, Issue 1). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00507-x>
- Fauzi, M., Marpaung, J. ., & Karsono, I. . (2021). Re-Desain Sepeda Statis Outdoor (Studi kasus: Taman Pedongkelan Jakarta Barat, Taman Waduk Pluit Jakarta Utara, Taman Langsat Jakarta Selatan). *Fakultas Design Dan Industri Kreatif*. https://digilib.esaunggul.ac.id/UEU-Article-5_0673/18745/kompas-sport
- Freedman, V. A. (2024). Addressing Practice Effects in Population-Based Studies of Trends in Late-Life Dementia and Cognitive Impairment. *The Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 79(August). <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/gerona/glae198>
- Gaskell, C., Keeling-ball, C., Furniss, C., & Evans, J. (2025). Practice Effects and Long Delays : A Case Report Exploring a Novel Approach to Detecting Accelerated Long-Term Forgetting. *Archives of Clinical Neuropsychology*, August, 1444–1452. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/arclin/acaf077>
- Hidayah, A. N., Rahmi, U., & Salasa, S. (2025). Hubungan Pengetahuan Tentang Aktivitas Fisik dengan Tingkat Kecemasan pada Mahasiswa Gaya Hidup Sedentari (Sedentary Lifestyle). *Jurnal Porkes*, 8(2), 1083–1096. <https://doi.org/10.29408/porkes.v8i2.30218>
- Huang, Z., Liu, Y., & Zhou, Y. (2022). Sedentary Behaviors and Health Outcomes among Young Adults: A Systematic Review of Longitudinal Studies. *Healthcare (Switzerland)*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/healthcare10081480>
- Id, N. T., Churchill, N. W., Hird, M. A., Tam, F., Id, J. G., & Schweizer, T. A. (2020). Functional magnetic resonance imaging of the trail-making test in older adults. *PLoS ONE*, 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232469>
- Keogh, J. W., Grigg, J., & Vertullo, C. J. (2018). Is High-Intensity Interval Cycling Feasible and More Beneficial Than Continuous Cycling For Knee Osteoarthritic Patients? Results of A Randomised Control Feasibility Trial. *PeerJ*, 2018(5). <https://doi.org/10.7717/peerj.4738>
- Kinasih, P., Syauqy, A., & Margawati, A. (2024). Sedentary Lifestyle , Persentase Lemak Tubuh , dan Massa Otot Berhubungan dengan Kejadian Obesitas pada Usia Paruh Baya dan Lanjut Usia. *Holistik Jurnal Kesehatan*, 18(8), 1067–1075. <https://doi.org/10.33024/hjk.v18i8.548>

- Ladawan, S., Lertchawengkul, L., Srithong, P., & Numnoul, W. (2023). Effects of a Single Bout of Low and Moderate Intensity Aerobic Exercise on Cognitive Function in Young Adults. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 11(6), 1313–1319. <https://doi.org/10.13189/saj.2023.110615>
- LeBouthillier, D. M., & Asmundson, G. J. G. (2017). The Efficacy of Aerobic Exercise and Resistance Training As Transdiagnostic Interventions For Anxiety-Related Disorders and Constructs: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Anxiety Disorders*, 52, 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2017.09.005>
- Lee, E., & Kim, Y. (2019). Effect of University Students' Sedentary Behavior on Stress, Anxiety, and Depression. *Perspectives in Psychiatric Care*, 55(2), 164–169. <https://doi.org/10.1111/ppc.12296>
- Leonardo, I., & Khamid, A. (2022). Hubungan Tren Bersepeda di Masa Pandemi Covid-19 dengan Imunitas Tubuh di Kampung Irian Kota Bekasi Tahun 2022. *Malahayati Nursing Journal*, 4(9), 2243–2261. <https://doi.org/10.33024/mnj.v4i9.6913>
- Leyland, L. A., Spencer, B., Beale, N., Jones, T., & van Reekum, C. M. (2019). The effect of cycling on cognitive function and well-being in older adults. *PLoS ONE*, 14(2), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211779>
- Magnon, V., Dutheil, F., & Auxiette, C. (2018). Sedentariness: A Need For A Definition. *Frontiers in Public Health*, 6(DEC), 55–58. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00372>
- Mekari, S., Earle, M., Martins, R., Drisdelle, S., Killen, M., Bouffard-Levasseur, V., & Dupuy, O. (2020). Effect of high intensity interval training compared to continuous training on cognitive performance in young healthy adults: A pilot study. *Brain Sciences*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/brainsci10020081>
- Nafiah, N., Mu'jizatillah, M., & Soediono, J. B. (2020). Efektifitas Kombinasi Green Tea Extract Dan Senobi Breathing Exercise Untuk Menurunkan Prevalensi Lemak Tubuh Remaja Pada Kondisi Akut. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 3(2), 354–360. <https://doi.org/10.36387/jifi.v3i2.587>
- Olanrewaju, O., Stockwell, S., Stubbs, B., & Smith, L. (2020). Sedentary Behaviours, Cognitive Function, and Possible Mechanisms In Older Adults: A Systematic Review. *Aging Clinical and Experimental Research*, 32(6), 969–984. <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01457-3>
- Park, J. H., Moon, J. H., Kim, H. J., Kong, M. H., & Oh, Y. H. (2020). Sedentary Lifestyle : Overview of Updated Evidence of Potential Health Risks. *Korean Journal of Family Medicine*, 365–373. <https://doi.org/https://doi.org/10.4082/kjfm.20.0165>
- Rahmi, U., Goenawan, H., Sylviana, N., Setiawan, Andriyani, S., Putri, S. T., & Fitriana, L. A. (2022). Effects of Physical Exercise (Type, Intensity, Duration) on BDNF and Cognitive Functions in the Hippocampus of Adults and Elderly: A Literature Review. *Universal Journal of Public Health*, 10(5), 473–481. <https://doi.org/10.13189/ujph.2022.100505>
- Revelo Herrera, S. G., & Leon-Rojas, J. E. (2024). The Effect of Aerobic Exercise in Neuroplasticity, Learning, and Cognition: A Systematic Review. *Cureus*, 16(2), 12–18. <https://doi.org/10.7759/cureus.54021>
- Romero Garavito, A., Díaz Martínez, V., Juárez Cortés, E., Negrete Díaz, J. V., & Montilla Rodríguez, L. M. (2024). Impact of physical exercise on the regulation of brain-derived neurotrophic factor in people with neurodegenerative diseases. *Frontiers in Neurology*, 15(January), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1505879>

- Rosenberg, D. E., Norman, G. J., Wagner, N., Patrick, K., Calfas, K. J., & Sallis, J. F. (2010). Reliability and Validity of the Sedentary Behavior Questionnaire (SBQ) for Adults. *Journal of Physical Activity and Health*, 7, 697–705. <https://doi.org/https://doi.org/10.1123/jpah.7.6.697>
- Sabita, R., Siagian, M., & Ibrahim, N. (2023). High-Intensity Interval Training's Effect on Cognitive Functions. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Science*, 2(9), 3106–3114. <https://doi.org/10.55324/ijoms.v2i9.534>
- Sari, A. R., Rahmi, U., & Rohaedi, S. (2025). Pengaruh Senam Tai Chi Terhadap Kecemasan, Stres, dan Depresi pada Dewasa Muda Ber Gaya Hidup Sedentari (Sedentary Life Style). *Jurnal PorkesEdisi Agustus*, 8(2), 634. <https://doi.org/10.29408/porkes.v8i2.30251>
- Sugiyono. (2019). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D. In Alfabeta. <https://alfabeta.co.id/product/metode-penelitian-kuantitatif-kualitatif-dan-rd>
- Widhianingtanti, L. T., Luijtelaar, G. Van, Suryani, A. O., Hestyanti, Y. R., & Sulastri, A. (2022). Indonesian Trail Making Test: Analysis of Psychometric Properties, Effects of Demographic Variables, and Norms for Javanese Adults. *Jurnal Psikologi*, 49(2), 104. <https://doi.org/10.22146/jpsi.68953>
- You, Y., Chen, Y., Fang, W., Li, X., Wang, R., Liu, J., & Ma, X. (2023). The Association Between Sedentary Behavior, Exercise, and Sleep Disturbance: A Mediation Analysis of Inflammatory Biomarkers. *Frontiers in Immunology*, 13(January), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.1080782>