



Korelasi Aktivitas Fisik Dengan Memori Kerja Pada Mahasiswa Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara

Siti Raudhah Nadira*, Milahayati Daulay

Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara, Medan

*Correspondence: raudhahnadira26@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang: Aktivitas fisik adalah setiap kontraksi otot rangka yang menghasilkan peningkatan inti dalam kebutuhan kalori dibandingkan pengeluaran energi saat istirahat. Secara global, sekitar 23% orang dewasa yang berusia >18 tahun tidak cukup aktif pada tahun 2010. Di Indonesia, rendahnya aktivitas fisik pada penduduk usia >10 tahun mengalami peningkatan, dari tahun 2013 sebesar 26,1% meningkat menjadi 33,5% pada tahun 2018. Tingkat aktivitas fisik yang rendah berpengaruh pada fungsi kognitif, seperti memori kerja, motivasi belajar, dan konsentrasi selain menyebabkan masalah pada kesehatan fisik dan psikologis. Memori kerja berperan penting dalam proses pembelajaran dan dipengaruhi oleh aktivitas fisik, memori kerja yang rendah akan menimbulkan kesulitan untuk menerima informasi baru serta penurunan prestasi belajar. **Tujuan:** Menemukan korelasi antara aktivitas fisik dengan memori kerja pada mahasiswa fakultas kedokteran universitas sumatera utara. **Metode:** Penelitian ini menggunakan metode analitik dengan menggunakan desain *cross sectional*. Data akan dianalisis dengan uji analisis pearson atau spearman menggunakan program pengolahan data. **Hasil:** Rata-rata paling tinggi untuk aktivitas fisik pada usia 22 tahun (3598,33 MET/minggu), angkatan 2018 (2389,83 MET-menit/minggu), dan jenis kelamin laki-laki (3219,55 MET-menit/minggu). Sedangkan rata-rata paling tinggi untuk kapasitas memori kerja pada usia 22 tahun (43,67), angkatan 2017 (37,77), dan jenis kelamin laki-laki (38,1). Uji korelasi non-parametrik memiliki hasil yang tidak signifikan ($p=0,393$), membuktikan tidak adanya korelasi antara aktivitas fisik dengan memori kerja pada mahasiswa. **Kesimpulan:** Aktivitas fisik tidak mempengaruhi kapasitas memori kerja pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara.

Kata Kunci: aktivitas fisik, fungsi kognitif, mahasiswa, memori kerja

ABSTRACT

Background: Physical activity is a contraction of the skeletal muscles which results in a core increase in caloric requirements compared to resting energy expenditure. Globally, around 23% of adults aged >18 years were not active enough in 2010. In Indonesia, low physical activity among people aged >10 years has increased, from 2013 to 26, 1% increased to 33.5% in 2018. Low levels of physical activity affect cognitive function, such as working memory, learning motivation, and concentration in addition to causing problems in physical and psychological health. Working memory plays an important role in learning process and is influenced by physical activity, low working memory will make it difficult to receive new information and decrease learning achievement. **Objective:** Finding the relationship between physical activity and working memory in medical students at the Universitas Sumatera Utara. **Methods:** This study used an analytical method using a cross-sectional design. The data will be analyzed with the Pearson or Spearman analysis test using a data processing program. **Results:** The mean physical activity was highest in the age of 22 years (3598.33 MET/week), class of 2018 (2389.83 MET-minutes/week), and male gender (3219.55 MET-minutes/week). While the mean working memory capacity was highest in the age of 22 years (43.67), class of 2017 (37.77), and male gender (38.1). The non-parametric correlation test had insignificant results ($p=0.393$), proving there was no relationship between physical activity and working memory

in students. Conclusion: Physical activity doesn't affect the working memory capacity of students at the Faculty of Medicine, Universitas Sumatera Utara.

Keywords: *cognitive function, physical activity, students, working memory*

Received [10 Mar 2021] | Revised [28 Jan 2022] | Accepted [6 Feb 2022]

PENDAHULUAN

Aktivitas fisik dan olahraga sering disamaartikan, tetapi kedua istilah ini berbeda. Aktivitas fisik didefinisikan sebagai setiap gerakan tubuh yang dihasilkan oleh kontraksi otot rangka yang menghasilkan peningkatan inti dalam kebutuhan kalori dibandingkan pengeluaran energi saat istirahat. Sedangkan olahraga adalah jenis dari aktivitas fisik yang terdiri dari gerakan tubuh yang terencana, terstruktur, dan berulang yang dilakukan untuk meningkatkan atau mempertahankan komponen kesesuaian fisik.^[1]

Secara umum aktivitas fisik dibagi menjadi tiga jenis, yaitu aktivitas fisik sehari-hari, aktivitas fisik dengan latihan, dan olahraga. Aktivitas fisik sehari-hari dalam mengurus rumah tangga dapat membantu membakar kalori seperti mencuci baju, mengepel lantai, jalan kaki, membersihkan jendela, berkebun dan menyetrika. Latihan fisik adalah aktivitas yang dilakukan secara terstruktur dan terencana misalnya adalah jalan kaki, *jogging, push up*, senam aerobik, bersepeda, dan sebagainya. Olahraga tidak hanya untuk membuat tubuh menjadi lebih bugar tetapi juga bertujuan untuk mendapatkan prestasi, dan yang termasuk dalam olahraga adalah sepak bola, bulu tangkis, basket, berenang, dan sebagainya.^[2]

Secara global, sekitar 23% orang dewasa (pria 20% dan wanita 27%) yang berusia >18 tahun tidak cukup aktif pada tahun 2010.^[3] Di Indonesia, rendahnya aktivitas fisik pada penduduk usia >10 tahun mengalami peningkatan, dari tahun 2013 sebesar 26,1% meningkat menjadi 33,5% pada tahun 2018.^[2] Aktivitas fisik dapat memengaruhi faktor risiko untuk terjadinya penyakit kardiovaskular,

diabetes, penyakit kandung empedu, penyakit parkinson, dan bahkan depresi serta bunuh diri.^[4]

Tingkat aktivitas fisik yang rendah juga berpengaruh pada fungsi kognitif, seperti memori kerja, motivasi belajar, dan konsentrasi selain menyebabkan masalah pada kesehatan fisik dan psikologis. Memori kerja yang rendah akan menimbulkan kesulitan untuk menerima informasi baru sehingga menyebabkan penurunan prestasi belajar.^[5] Memori kerja adalah istilah yang digunakan untuk merujuk pada sistem yang bertanggung jawab untuk penyimpanan sementara waktu dan memanipulasi informasi yang diperlukan dalam pelaksanaan kognitif yang kompleks seperti pembelajaran, penalaran, dan pemahaman.^[6]

Penelitian yang dilakukan Ji Qingchun *et al.*^[7] menyimpulkan bahwa mahasiswa dengan aktivitas fisik yang tinggi menunjukkan memori kerja visuospatial umum yang lebih cepat dibandingkan mahasiswa dengan aktivitas fisik yang rendah. Begitu pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Rizvialdi dan Sidarta^[8] mendapatkan hasil adanya korelasi positif yang signifikan antara aktivitas fisik dengan memori kerja pada pelajar SMA DKI Jakarta. Akan tetapi pada penelitian Junaidi dan Soegiarto^[5] menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif namun lemah antara aktivitas fisik dengan memori kerja pada pelajar SMA Don Bosco III Bekasi.

Meskipun ada beberapa penelitian yang menyebutkan terdapat pengaruh antara aktivitas fisik dengan memori kerja, tidak ada literatur yang memadai untuk mendukung pengaruh antara aktivitas fisik dengan memori kerja pada mahasiswa di Indonesia. Penelitian ini dilakukan pada masa pandemi COVID-19 dimana segala aktivitas, baik kerja maupun sekolah

dilaksanakan secara daring dari rumah, sehingga meminimalkan aktivitas fisik. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul korelasi aktivitas fisik dengan memori kerja pada mahasiswa Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara.

METODE

Desain dan Sampel Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode analitik dengan desain *cross sectional* yang dilakukan pada mahasiswa Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara dari angkatan 2017 sampai 2019. Teknik pengambilan sampel menggunakan *nonprobability sampling* yaitu *consecutive sampling* dimana sampel harus memenuhi kriteria inklusi yaitu, usia >16 tahun, tidak ada riwayat trauma kepala berat, status gizi baik dan kriteria eksklusi yaitu, mahasiswa yang tidak memenuhi kriteria kuesioner *Lie-Score Minnesota Multiphase Personality Inventory* (LMMPI), mahasiswa yang tidak menyelesaikan *Reading Span Test* (RST), dan mahasiswa yang tidak mengisi *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) dengan lengkap. Uji hipotesis dilakukan dengan menggunakan uji analisis Pearson apabila jenis data variabel bebas dan variabel terikat adalah data numerik dan memiliki distribusi normal. Apabila distribusi data tidak normal peneliti menggunakan uji analisis Spearman.

Instrumen Penelitian

1. Kuesioner LMMPI adalah kuesioner yang menilai kejujuran responden dan telah digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Arimbi pada tahun 2012 untuk mengukur tingkat kejujuran siswa kelas IX SMP 1 Banyudono.^[9]
2. Kuesioner IPAQ adalah instrumen yang dirancang

terutama untuk pengawasan aktivitas fisik di kalangan orang dewasa (usia 15-69 tahun). Aktivitas fisik menggunakan perhitungan satuan MET-menit/minggu. Kuesioner IPAQ juga telah digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Shadrina pada tahun 2017 untuk mengukur aktivitas fisik Santri Pondok Pesantren X di Bogor.^[10]

3. *Reading Span test* (RST) adalah tes yang dilakukan untuk mengukur kapasitas pemrosesan dan penyimpanan memori kerja selama membaca. Skor RST dinilai berdasarkan jumlah kata dari akhir kalimat yang ditulis secara benar mulai set 2 kalimat sampai 6 kalimat tanpa memperlihatkan benar atau salahnya urutan. Tes ini telah diuji validitas dan reliabilitasnya oleh peneliti.

Alur Penelitian

Google Form kuesioner LMMPI dan kuesioner IPAQ disebarikan ke grup mahasiswa angkatan 2017 sampai 2019 dengan menjelaskan tujuan, manfaat, dan prosedur penelitian serta menjelaskan bahwa penulis akan menjaga kerahasiaan identitas dan hasil setiap sampel penelitian. Sampel yang telah mengisi *Google Form* kuesioner LMMPI dan kuesioner IPAQ dianggap telah menyetujui untuk mengikuti kegiatan penelitian. Melakukan seleksi sampel berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Setelah dilakukan *consecutive sampling*, sampel akan diminta untuk mengikuti *reading span test* yang dilakukan secara *online* melalui aplikasi *Zoom/Skype*. Setelah data dikumpulkan, selanjutnya akan dilakukan analisis data dengan uji hipotesis korelasi dan mendapatkan hasil akhir dari penelitian.

HASIL

Penelitian dimulai dengan membagikan kuesioner LMMPI dan kuesioner IPAQ dan mahasiswa yang telah mengisi kuesioner tersebut adalah sebanyak 139 orang. Setelah melalui seleksi sampel berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, 50 mahasiswa dikeluarkan dari sampel karena tidak memenuhi kriteria tersebut. Dari 89 mahasiswa yang memenuhi kriteria, 16 orang tidak dapat dijadikan sampel karena tidak bisa dihubungi untuk mengikuti *Reading Span Test*, 20 orang dijadikan sampel validitas, dan 53 orang dijadikan sampel penelitian. Karakteristik subjek yang digunakan pada penelitian ini dapat dibedakan berdasarkan usia, angkatan, jenis kelamin, tingkat aktivitas fisik, dan kapasitas memori kerja. Adapun hasilnya dapat dilihat seperti tabel dibawah ini.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi

Karakteristik	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Usia		
- 17	1	1,9
- 18	1	1,9
- 19	12	22,6
- 20	19	35,8
- 21	16	30,2
- 22	3	5,7
- 25	1	1,9
Angkatan		
- 2017	30	56,6
- 2018	12	22,6
- 2019	11	20,8
Jenis Kelamin		
- Laki-laki	20	37,7
- Perempuan	33	62,3

Tabel 1 menunjukkan data distribusi frekuensi responden penelitian yang berhasil didapat pada pengambilan data yang telah dilaksanakan. Kelompok mahasiswa yang berusia 17, 18, dan 25 tahun hanya 1 mahasiswa (1,9%), yang berusia 19 tahun ada 12 mahasiswa (22,6%), yang berusia 20 tahun ada 19 mahasiswa (35,8%), yang berusia 21 tahun ada 16 mahasiswa (30,2%), dan yang berusia 22 tahun hanya 3 mahasiswa

(5,7%). Jika dilihat dari angkatan yang mengikuti sampel, untuk angkatan 2017 ada 30 mahasiswa (56,6%), angkatan 2018 ada 12 mahasiswa (22,6%), dan angkatan 2019 ada 11 mahasiswa (20,8%). Sampel terdiri dari 20 mahasiswa laki-laki (37,7%) dan 33 mahasiswa perempuan (62,3%).

Tabel 2. Karakteristik Aktivitas Fisik dan Memori Kerja Sampel Secara Umum

Variabel	Median	Minimum - Maksimum
Aktivitas Fisik (MET- menit/minggu)	1387,00	40 - 10050
Kapasitas Memori Kerja (Jumlah kata benar)	38,00	20 - 58

Berdasarkan **Tabel 2**, nilai median untuk aktivitas fisik adalah 1387 MET-menit/minggu dan nilai median untuk kapasitas memori kerja adalah 38. Nilai terendah untuk aktivitas fisik pada mahasiswa adalah 40 MET-menit/minggu, sedangkan nilai tertinggi untuk aktivitas fisik adalah 10.050 MET-menit/minggu. Nilai terendah untuk kapasitas memori kerja pada mahasiswa adalah 20 dan untuk nilai tertingginya adalah 58.

Tabel 3. Karakteristik aktivitas fisik dan kapasitas memori kerja berdasarkan usia, angkatan, dan jenis kelamin

Demografi	Aktivitas Fisik		Kapasitas Memori Kerja	
	N	Mean	N	Mean
Usia				
- 17	1	90	1	20
- 18	1	7398	1	34
- 19	12	1534,50	12	37,42
- 20	19	2557,63	19	37,05
- 21	16	2130,88	16	37,31
- 22	3	3598,33	3	43,67
- 25	1	1349	1	39
Angkatan				
- 2017	30	2273,67	30	37,77
- 2018	12	2389,83	12	36,92

- 2019	11	2167,91	11	36,18
Jenis				
Kelamin	20	3219,55	20	38,1
- Laki-laki	33	1707,39	33	36,73
- Perempuan				

Pada **Tabel 3** dapat disimpulkan bahwa rerata aktivitas fisik pada mahasiswa paling tinggi didapatkan pada usia 22 tahun yaitu 3598,33 MET-menit/minggu, angkatan 2018 yaitu 2389,83 MET-menit/minggu, dan jenis kelamin laki-laki yaitu 3219,55 MET-menit/minggu. Rata-rata kapasitas memori kerja pada mahasiswa yang paling tinggi terdapat pada usia 22 tahun yaitu 43,67, kemudian angkatan 2017 yaitu 37,77, dan jenis kelamin laki-laki yaitu 38,1. Rerata aktivitas fisik mahasiswa paling rendah didapatkan pada usia 17 tahun yaitu 90 MET-menit/minggu, angkatan 2019 yaitu 2167,91 MET-menit/minggu, dan jenis kelamin perempuan dengan 1707,39 MET-menit/minggu. Rata-rata kapasitas memori kerja mahasiswa paling rendah terdapat pada usia 17 tahun yaitu 20, kemudian angkatan 2019 yaitu 36,18, dan jenis kelamin perempuan yaitu 36,73.

Analisis korelasi aktivitas fisik dengan memori kerja pada penelitian ini diawali dengan uji normalitas terlebih dahulu. Setelah menggunakan uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* didapatkan data tidak terdistribusi normal (nilai $p = 0,001$ untuk aktivitas fisik dan nilai $p = 0,047$ untuk memori kerja) sehingga uji korelasi yang dipakai adalah Uji Spearman.

Tabel 4. Hasil Uji Analisis Data Menggunakan Uji Korelasi Spearman

	Median	
Hasil Aktivitas Fisik (MET-menit/minggu)	1387,00	$r = 0,120$
Hasil Kapasitas Memori Kerja (Jumlah kata benar)	38,00	$p = 0,393$ $n = 53$

PEMBAHASAN

Pada **Tabel 4** menunjukkan tidak adanya korelasi antara aktivitas fisik dengan memori kerja. Uji statistik dengan uji korelasi spearman pada data sampel didapatkan hasil nilai $r = 0,120$ dan nilai $p = 0,393$ menandakan tidak ada korelasi yang signifikan antara kedua variabel tersebut. Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rizvialdi dan Sidarta^[8] yang mendapatkan hasil adanya korelasi positif yang signifikan antara aktivitas fisik dengan memori kerja pada pelajar SMA DKI Jakarta dan pada penelitian Junaidi dan Soegiarto^[5] juga menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif namun lemah antara aktivitas fisik dengan memori kerja pada pelajar SMA Don Bosco III Bekasi. Kedua penelitian ini menguatkan teori yang mendasari tentang hubungan aktivitas fisik dengan memori kerja pada penelitian Kennedy *et al.*^[11] dan Carvalho *et al.*^[12] yang memberitahukan bahwa aktivitas fisik menyebabkan peningkatan kebugaran kardiorespirasi sehingga meningkatkan saturasi oksigen serta angiogenesis otak kemudian meningkatkan BDNF (*Brain-Derived Neutrotrophic Factor*) di dalam tubuh yang dapat meningkatkan viabilitas neuron, plastisitas saraf, dan dapat mempengaruhi volume *hippocampus* (dengan memperbanyak jumlah *endogenous stem cell*).

Hasil dari penelitian ini dapat disebabkan oleh faktor-faktor yang juga berpengaruh pada memori kerja namun tidak diteliti yaitu, usia, kelelahan mental akibat aktivitas fisik yang terlalu tinggi, genetik, dan irama sirkadian. Sama halnya seperti penelitian Hillman *et al.*^[13] yang menyatakan bahwa tidak ada korelasi yang signifikan antara aktivitas fisik dengan fungsi kognitif pada usia remaja dan dewasa muda (usia 16-39 tahun) tetapi terdapat korelasi yang signifikan pada dewasa berusia lanjut (40-71 tahun). Usia secara signifikan dikaitkan dengan pemrosesan fungsi kognitif, dimana

didapatkan fungsi kognitif pada kelompok remaja dan dewasa muda lebih tinggi dibandingkan dewasa berusia lanjut. Begitu juga dengan penelitian Dehn^[14], menyatakan bahwa 10% dari siswa usia sekolah (12-16 tahun) memiliki kapasitas memori kerja yang rendah. Tingkat perkembangan fungsi memori kerja semakin mencapai kematangan pada usia diatas 16 tahun yang ditandai dengan peningkatan kecepatan dalam mengolah informasi, dapat menyelesaikan masalah yang lebih kompleks, dan peningkatan kemampuan dalam menyusun strategi-strategi. Dimana pada dasarnya, memori kerja merupakan proses kognitif utama yang mendasari pemikiran dan pembelajaran.

Penelitian Phan *et al.*^[15] yang dilakukan pada 39 mahasiswa di Taiwan juga mendapatkan hasil korelasi negatif antara aktivitas fisik dengan kapasitas memori kerja yang disebabkan oleh kelelahan mental dan karenanya dapat mengurangi fungsi kognitif seperti memori kerja dan kapasitas perhatian. Hasil analisis menunjukkan korelasi negatif yang signifikan antara aktivitas fisik yang diukur pada hari sebelum tanggal tes dan seminggu sebelum tanggal tes kapasitas memori kerja dilakukan. Didukung oleh penelitian Xu *et al.*^[16] yang menemukan penurunan kompleksitas otak yaitu peningkatan kelelahan mental seiring dengan peningkatan aktivitas fisik. Dijumpai penurunan elektroda EEG (*Electroencephalogram*) sampel pada bagian frontal, parietal, dan temporal cortex saat dilakukan tes aktivitas fisik.

Aktivitas fisik memproduksi peptida hipotalamus seperti dopamin, serotonin, katekolamin, dan asetilkolin yang kesemuanya ini bermanfaat untuk kesehatan yaitu mengurangi peradangan, meregulasi sistem imun tubuh, mengurangi kecemasan, meningkatkan suasana hati dan meningkatkan fungsi kognitif.^[17] Namun dopamin tidak hanya dipengaruhi oleh aktivitas fisik, dopamin juga dipengaruhi oleh gen COMT (*catechol-O-*

methyl transferase) yang mengode untuk mengkatabolisme dopamin di *pre frontal cortex*.^[18] Dopamin adalah neurotransmitter modulatori dengan lima subtype reseptor (D1-D5). Reseptor D1 secara proporsional lebih banyak terdapat di korteks daripada reseptor D2, yang lebih terlokalisasi di striatum. Reseptor D1 berfungsi dalam pemeliharaan informasi sementara reseptor D2 terlibat dengan fleksibilitas, memperbarui, dan fungsi kognitif.^[19]

Faktor lain yang tidak terkontrol pada penelitian ini adalah irama sirkadian. Rotasi kerja yang berubah-ubah mengakibatkan terjadinya kekurangan waktu tidur, tidur yang terputus-putus, dan ketidakcukupan ketika mengganti tidur sehingga dapat mengganggu keselarasan waktu tidur-bangun dan siklus sirkadian.^[20] Kurang tidur dapat menyebabkan perubahan struktur jaringan saraf dan gangguan koneksi fungsional di korteks pre frontal yang kemudian dapat menyebabkan gangguan pada penyimpanan dan pemrosesan informasi termasuk memori kerja.^[21]

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Rata-rata tingkat aktivitas fisik Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera adalah dalam kategori sedang.
2. Rata-rata kapasitas memori kerja pada mahasiswa adalah tinggi.
3. Tidak terdapat korelasi antara aktivitas fisik dengan memori kerja pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara

SARAN

Dari seluruh proses penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, maka dapat diungkapkan beberapa saran yang

mungkin dapat bermanfaat bagi semua pihak. Adapun saran tersebut yaitu:

1. Penelitian selanjutnya mengenai variabel kapasitas memori kerja yang diukur menggunakan *Reading Span Test* sebaiknya dilakukan secara *offline* kecuali jika ada hal-hal yang memang mengharuskan untuk mengurangi atau membatasi aktivitas diluar rumah.
2. Peneliti menyarankan kepada seluruh masyarakat terutama Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara untuk meningkatkan pengetahuan dan kesadaran tentang pentingnya aktivitas fisik tidak hanya untuk meningkatkan memori kerja namun juga berbagai manfaat lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Riebe, D., Jonathan K.E., and Gary Liguori, editors. American College of Sports Medicine's guidelines for exercise testing and prescription. 10th ed. Lippincott Williams & Wilkins. 2017. 1-4
- [2] Kemenkes, R.I. Mengenal Jenis Aktivitas Fisik [Internet]. 2018 Juni [cited 2020 Mei 04]. Available from: <https://promkes.kemkes.go.id/content/?p=8807>
- [3] World Health Organization. Physical Activity [Internet]. 2020 Nov [cited 2020 Nov 27]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
- [4] Hardman, A.E. and Stensel, D.J. Physical Activity and Health: the evidence explained. 2nd ed. Routledge. 2009. 3-40
- [5] Junaidi, Michelle Clarissa dan Bertha Soegiarto. Hubungan antara Aktivitas Fisik Terhadap Memori Kerja Murid SMA Don Bosco III Bekasi. Sari Pediatri. 2016 Des;18(4):251-252. Doi: [10.14238/sp18.4.2016.251-9](https://doi.org/10.14238/sp18.4.2016.251-9)
- [6] Alloway, Tracy Packiam, editor. Working Memory And Clinical Developmental Disorders: Theories, Debates, and Interventions. Routledge. 2018. 1-6
- [7] Ji, Q., Wang, Y., Guo, W. and Zhou, C. Contribution of underlying processes to improved visuospatial working memory associated with physical activity. PeerJ. 2017 Jun 06; 2-14. Doi: [10.7717/peerj.3430](https://doi.org/10.7717/peerj.3430)
- [8] Rizvialdi R, Sidarta N. Pengaruh aktivitas fisik terhadap kapasitas memori kerja pada pelajar SMA. Jurnal Biomedika dan Kesehatan. 2019 Jun 30;2(2):58-64. Doi: [10.18051/JBiomedKes.2019.v2.58-64](https://doi.org/10.18051/JBiomedKes.2019.v2.58-64)
- [9] Arimbi, A.L.D. Hubungan Antara Tingkat Kecemasan Dengan Tingkat Dispepsia Menjelang Ujian Nasional Pada Siswa Kelas IX Di SMP Negeri 1 Banyudono Boyolali Tahun 2012. Skripsi. 2012
- [10] Shadrina B, Sri Nur. Hubungan Aktivitas Fisik Dengan Prestasi Akademik Santri Pondok Pesantren X Di Kabupaten Bogor. Skripsi. 2017
- [11] Kennedy G, Hardman RJ, Macpherson H, Scholey AB, Pipingas A. How does exercise reduce the rate of age-associated cognitive decline? A review of potential mechanisms. Journal of Alzheimer's Disease. 2017 Jan 1;55(1):1-8. Doi: 10.3233/JAD-160665
- [12] Carvalho A, Rea IM, Parimon T, Cusack BJ. Physical activity and cognitive function in individuals over 60 years of age: a systematic review. Clinical interventions in aging. 2014;9:661. Doi: [10.2147/CIA.S55520](https://doi.org/10.2147/CIA.S55520)
- [13] Hillman CH, Motl RW, Pontifex MB, Posthuma D, Stubbe JH,

- Boomsma DI, De Geus EJ. Physical activity and cognitive function in a cross-section of younger and older community-dwelling individuals. *Health psychology*. 2006 Nov;25(6):678. Doi: [10.1037/0278-6133.25.6.678](https://doi.org/10.1037/0278-6133.25.6.678)
- [14] Dehn, Milton J. *Working Memory and Academic Learning: Assessment and Intervention*. John Wiley & Sons. 2008. 1-8 dan 108.
- [15] Phan DV, Chan CL, Pan RH, Yang NP, Hsu HC, Ting HW, Lai KR. A study of the effects of daily physical activity on memory and attention capacities in college students. *Journal of healthcare engineering*. 2018 Oct;2018. Doi: [10.1155/2018/2942930](https://doi.org/10.1155/2018/2942930)
- [16] Xu R, Zhang C, He F, Zhao X, Qi H, Zhou P, Zhang L, Ming D. How physical activities affect mental fatigue based on EEG energy, connectivity, and complexity. *Frontiers in neurology*. 2018 Oct 31;9:915. Doi: [10.1155/2018/2942930](https://doi.org/10.1155/2018/2942930)
- [17] Farooqui T, Farooqui AA, editors. *Diet and exercise in cognitive function and neurological diseases*. Wiley Blackwell; 2015 Feb 5. Doi: 10.1002/9781118840634
- [18] Berryhill ME, Wiener M, Stephens JA, Lohoff FW, Coslett HB. COMT and ANKK1-Taq-Ia genetic polymorphisms influence visual working memory. *PloS one*. 2013 Jan 31;8(1):e55862. Doi: [10.1371/journal.pone.0055862](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055862)
- [19] Karlsgodt KH, Bachman P, Winkler AM, Bearden CE, Glahn DC. Genetic influence on the working memory circuitry: behavior, structure, function and extensions to illness. *Behavioural brain research*. 2011 Dec 1;225(2):610-22. Doi: [10.1371/journal.pone.0055862](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055862)
- [20] Rajaratnam SM, Howard ME, Grunstein RR. Sleep loss and circadian disruption in shift work: health burden and management. *Medical Journal of Australia*. 2013 Oct;199:S11-5. Doi: [10.5694/mja13.10561](https://doi.org/10.5694/mja13.10561)
- [21] Verweij IM, Romeijn N, Smit DJ, Piantoni G, Van Someren EJ, van der Werf YD. Sleep deprivation leads to a loss of functional connectivity in frontal brain regions. *Bmc Neuroscience*. 2014 Dec;15(1):1-0. Doi: [10.1186/1471-2202-15-88](https://doi.org/10.1186/1471-2202-15-88)