

Program *Brain Jogging*: Dampak pada Perkembangan Kefasihan Matematika dan Fungsi Eksekutif pada Anak

Ferry Fendrian^{1✉}, Amung Ma'mun¹, Yudy Hendrayana¹, Hamidie Ronald Daniel Ray¹, Muhammad Nur Alif², Edi Setiawan³

Pendidikan Olahraga, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia⁽¹⁾; Pendidikan Guru

Sekolah Dasar, Pendidikan Jasmani, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia⁽¹⁾;

Pendidikan Jasmani, Kesehatan dan Rekreasi, Universitas Suryakencana, Indonesia⁽³⁾

DOI: [10.31004/obsesi.v7i2.4379](https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i2.4379)

Abstrak

Penurunan fungsi kefasihan matematika dikalangan anak-anak menjadi permasalahan utama dalam penelitian ini. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji efek *brain jogging* terhadap peningkatan variabel kefasihan matematika dan bagaimana peran dari fungsi eksekutif. Metode dalam penelitian ini adalah true eksperimen dengan menggunakan *design random pretest and posttest group*. Adapun teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *purposive sampling*. Sampel dalam penelitian ini adalah siswa Kelas II dan III yang berjumlah 46 anak yang memiliki usia maksimal 8 tahun. Tiga Instrumen digunakan untuk mengukur fungsi eksekutif di antaranya *Go or No Go Test* untuk mengukur *inhibition*, *Corsi Block Test* untuk mengukur *working memory*, *Wisconsin Card Sorting Test* untuk mengukur *cognitive flexibility*, sedangkan untuk mengukur Kefasihan Matematika pada anak menggunakan *Woodcock-Munoz Battery III*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa program aktivitas fisik efektif meningkatkan kefasihan matematika. Kesimpulan bahwa fungsi eksekutif berhasil memediasi hubungan antara program aktivitas fisik *brain jogging* dengan kefasihan matematika.

Kata Kunci: *brain jogging; fungsi eksekutif; kefasihan matematika*

Abstract

The decline in the function of mathematical fluency among children is the main problem in this study. Therefore, this study aims to examine the effect of brain jogging on increasing mathematical fluency variables and what is the role of executive function. The method in this research is a true experiment using a random pretest and posttest group design. The sampling technique used in this study used purposive sampling. The sample in this study were students of Grades II and III, totaling 46 children with a maximum age of 8 years. Three instruments were used to measure executive function including the Go or No Go Test to measure inhibition, the Corsi Block Test to measure working memory, the Wisconsin Card Sorting Test to measure cognitive flexibility, while the Woodcock-Munoz Battery III was used to measure Mathematical Fluency in children. The results of the research show that the physical activity program is effective in improving math fluency. The conclusion is that executive function successfully mediates the relationship between jogging brain physical activity programs and mathematical fluency.

Keywords: *brain jogging; executive function; mathematical fluency*

Copyright (c) 2023 Ferry Fendrian, et al.

✉ Corresponding author : Ferry Fendrian

Email Address : ferryfendrian@upi.edu (Bandung, Indonesia)

Received 23 January 2023, Accepted 7 May 2023, Published 7 May 2023

Pendahuluan

Peran matematika menjadi sangat mendasar bagi kehidupan manusia (Núñez et al., 2019), Dalam mencapai hasil akademik, meningkatkan kemampuan matematika merupakan cara yang efektif sebagai faktor penunjang sekolah dan karir profesional (Maćkowski et al., 2020) dan juga merupakan kunci untuk dapat menghadapi tantangan bermasyarakat yang berbasis informasi pada saat ini (Seaton et al., 2014). Data menunjukkan bahwa kinerja matematika yang baik terkait dengan penggunaan *self-regulation* (Wang & Sperling, 2020) dan *positiv self-perceptions* (Arens et al., 2011) yang memiliki implikasi penting dan luas bagi pendidikan. Kemampuan matematika siswa di Indonesia cukup mengkhawatirkan, *Programme for International Student Assessment* (PISA) melalui OECD (*Organization For Economic Cooperation And Development*) telah mengeluarkan hasil studi internasional terkait kemampuan membaca, matematika dan sains pada tahun 2018. Merujuk pada hasil PISA tahun 2015, dari ketiga domain yang diteliti diantaranya membaca, matematika dan sains, skor untuk Negara Indonesia untuk ketiga domain tersebut mengalami penurunan, khususnya untuk domain matematika. Tahun 2015 Indonesia memperoleh skor sebesar 386 dari rata-rata nilai seluruh peserta sebesar 463.4, dan di Tahun 2018 skor matematika mengalami penurunan menjadi 379 dari rata-rata 458.3, jauh tertinggal dari negara-negara asia lainnya. Berbagai indikator telah digunakan untuk menilai kinerja matematika di antaranya pengetahuan konsep kuantitatif, pemecahan masalah matematika, perhitungan, pengetahuan sistem bilangan dan kefasihan matematika (Justicia, Martín, Linares, & Pelegrina, 2017; Núñez et al., 2019).

Kefasihan matematika mengacu pada kemampuan seseorang untuk dapat memecahkan masalah matematika secara tepat dan akurat (Cartwright, 2018; Núñez et al., 2019). Kefasihan matematika biasanya diukur dari kemampuan seseorang dalam mengetahui strategi hubungan bilangan, ketepatan menjawab dan otomatisasi. Kefasihan matematika memiliki empat unsur penting diantaranya akurasi, otomatisasi, *rate*, dan fleksibilitas, yang dimana keempatnya mendukung kemampuan dalam pemecahan masalah matematika dengan tepat, cepat, efisien dan kreatif (Cartwright, 2018; Núñez et al., 2019). Identifikasi awal terkait kefasihan matematika pada anak-anak dapat membantu mengurangi permasalahan anak-anak terhadap matematika di tahun-tahun berikutnya, karena kefasihan matematika merupakan pondasi awal untuk mendukung operasi-operasi lanjutan matematika, mengurangi kecemasan terhadap matematika, membuat anak mampu bertahan dan ingin terlibat pada tugas matematika (Tikhomirova & Malykh, 2017).

Fungsi eksekutif merupakan salah satu faktor kuat yang dapat mempengaruhi prestasi akademik (Malykh & Drawing, 2018) dan prestasi di sekolah (Borrella, Barbara Carretti, 2010), seperti diantaranya hubungannya dengan kemampuan berhitung matematika (Rohde & Thompson, 2007) dan membaca (Verhoeven et al., 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa anak-anak yang memiliki pertumbuhan fungsi eksekutif yang baik menunjukkan pertumbuhan kinerja matematika yang lebih cepat (Usai et al., 2018), mendukung gagasan tersebut Lan et al., (2011) menemukan bahwa anak-anak yang memiliki keterlambatan perkembangan fungsi eksekutif juga menunjukkan keterlambatan kinerja matematika di usia pra sekolah. Terdapat beberapa proses mental yang mendukung fungsi eksekutif diantaranya *attentional control*, *cognitive flexibility*, *inhibition*, *initiation*, *metacognition*, *organization*, *planning*, *response to feedback*, *self-regulation*, *switching or shifting*, & *working memory* (Cartwright, 2012; Diamond, 2013; García-Campos et al., 2020) dalam hal ini fungsi eksekutif seperti *working memory*, inhibisi dan fleksibilitas kognitif memiliki pengaruh yang paling penting, khususnya dalam menunjang prestasi akademis (Benedicto-López & Rodríguez-Cuadrado, 2019; Best, 2010). Inhibisi merupakan yang paling dominan dalam fungsi eksekutif. (Diamond, 2012b) menjelaskan bahwa Inhibisi memiliki peran dalam mengendalikan tingkah laku (seperti mengesampingkan tanggapan, disiplin/menjauhkan diri dari malas, mengendalikan atensi dan mengendalikan emosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fungsi eksekutif khususnya inhibisi memiliki hubungan yang positif dengan kemampuan kapasitas matematika anak usia 10 – 16 tahun (Núñez et al., 2019; Chaddock et al., 2012), penelitian lain menunjukkan bahwa

fungsi eksekutif seperti inhibisi, kinerja memori, fleksibilitas kognitif adalah prediktor dari kinerja matematika yang baik (Magalhães et al., 2020). Bukti ilmiah menunjukkan bahwa aktivitas fisik atau olahraga untuk kesehatan fisik, mental bahkan hingga dapat meningkatkan kemampuan kognitif (Diamond, 2015; Langford et al., 2015). Maka dari itu, studi ini mengkaji program aktivitas fisik yang disebut dengan *brain jogging*.

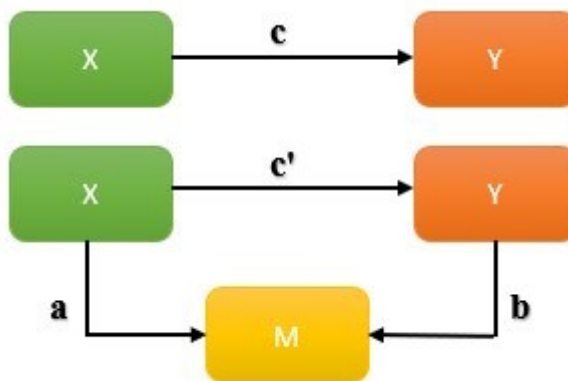
Brain jogging pada dasarnya merupakan aktivitas yang memiliki gerakan-gerakan yang dapat merangsang seluruh bagian otak secara bersamaan, karena sebagian besar gerakan *brain jogging* adalah *multitasking* artinya melibatkan seluruh bagian dari tubuh dan merangsang kerjasama setiap bagian otak. Selain itu gerakan dalam latihan *brain jogging* tidak dilakukan dengan sempurna tetapi gerakan selalu bervariasi setiap beberapa menit atau pada saat pencapaian 60% setiap gerakannya, hal ini untuk menciptakan suasana latihan yang menarik sehingga mampu merangsang otak untuk terus beradaptasi. *Brain jogging* identik dengan gerakan-gerakan *multi-tasking* artinya gerakan ini mengaktifasi otak kanan dan otak kiri sehingga ini menyebabkan sistem *vestibular* di telinga bagian dalam terstimulasi yang kemudian mengaktifkan RAS/*Formatio Reticularis* di batang otak yang memilah informasi-informasi yang penting dan menciptakan kesiagaan yang menunjang konsentrasi dan perhatian di setiap pusat rasional otak (Lisnaini, 2014). Ditambah lagi pembelajaran-pembelajaran gerakan yang variatif ini meningkatkan kerja sama sel saraf dan memperbanyak percabangan sel otak (*neuron*) (Beck, 2008; Lutz, 2014) Hal ini membuat konsentrasi kita bekerja lebih optimal, karena konsentrasi terbagi kedalam beberapa bagian dalam *korteks cerebral*, semakin banyak *neuron* yang terbentuk semakin banyak juga area-area di otak yang terhubung yang tentu akan meningkatkan kemampuan kognitif terutama konsentrasi. Kegiatan manusia seperti memperhatikan, mengingat, dan berpikir disalurkan kepada *neuron-neuron* yang terhubung dengan luas (Leibold & Kempter, 2006; King 2014). Berdasarkan asumsi tersebut gerakan-gerakan dalam *brain jogging* dapat merangsang sel otak untuk dapat menciptakan percabangan yang baru bahkan membentuk sel otak (*neuron*) yang baru yang disebabkan oleh rangsangan otak terhadap tugas gerakan yang baru (Beck, 2008; dalam Lutz, 2014; Harmelech et al., 2013). Studi lain menunjukkan bahwa latihan *brain jogging* mampu meningkatkan fungsi kognitif khususnya untuk konsentrasi dan intelegensi pada atlet sepakbola (Komarudin & Mulyana, 2016). Selain itu pelatihan serupa seperti *life-kinetik* terbukti mampu meningkatkan pembentukan sinapsis baru di otak (Henryk, 2015), meningkatkan fungsi kognitif dan memori jangka panjang (Thomas, 2012). Artinya, aktif secara fisik mengikuti aktivitas olahraga diketahui dapat meningkatkan kemampuan fungsi eksekutif bahkan kemampuan matematika (Becker et al., 2018). Studi sebelumnya telah mendokumentasikan bahwa kegiatan aktivitas dan olahraga memiliki peranan penting yaitu bukan hanya untuk menjaga derajat kesehatan, melainkan mampu meningkatkan prestasi akademik siswa (De Bruijn et al., 2020; Álvarez-Bueno et al., 2020; Barbara Haverkamp Hanneke van Ewijk, Chris Visscher, Jaap Oosterlaan, Esther Hartman, 2020) bahkan untuk meningkatkan kemampuan matematika (Becker et al., 2018).

Studi sebelumnya tentang *brain jogging* sudah terdokumentasi dengan baik, namun terbatasnya penelitian tentang aktivitas fisik *brain jogging* dalam meningkatkan kefasihan matematika yang ditunjang oleh fungsi eksekutif pada anak menjadi kesenjangan dalam penelitian ini. Selain itu, penelitian ini mencoba menawarkan sebuah kebaruan yaitu melibatkan variabel bebas yaitu *brain jogging*, variabel terikat yaitu kefasihan matematika dan variabel mediasi yaitu fungsi eksekutif dalam sebuah penelitian true eksperimen. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji efek *brain jogging* terhadap peningkatan variabel kefasihan matematika dan bagaimana peran dari fungsi eksekutif.

Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode true eksperimen. Terdapat tiga variabel utama, aktivitas *brain jogging* sebagai variabel independen dan kefasihan matematika sebagai variabel dependen. Desain penelitian ini menggunakan true

experiment design yang keduanya diterapkan dalam fungsi eksekutif dan kefasihan matematika anak. Selanjutnya analisis data tambahan digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel mediasi dengan metode *bootstrapping* didasarkan pada data yang dikumpulkan melalui instrumen kefasihan matematika dan fungsi eksekutif. Desain penelitian uji mediasi diilustrasikan dengan bagan pada gambar 1.



Gambar 2. Desain Penelitian Uji Mediasi

Penelitian ini menggunakan siswa sekolah dasar sebagai peserta. Adapun kriteria eksklusi yaitu siswa yang tidak memiliki kelainan tubuh yang dapat mengganggu partisipasinya baik dalam mengikuti *treatment* dan mengikuti pengukuran. Penelitian ini dilaksanakan di Sekolah Internasional *Cendekia Leadership School*, dengan jumlah partisipan sebanyak 48 siswa (28 putri, 20 putra) dengan usia maksimal 8 tahun, partisipan dibagi ke dalam dua kelompok berbeda, kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Penentuan sampel menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kriteria yang dijadikan sampel penelitian/kriteria Inklusi yaitu: 1) Siswa yang memiliki umur/usia maksimal 8 tahun. 2) Mampu melaksanakan tes berbasis *computerize*. 3) Mampu mengikuti kegiatan Program *brain-jogging*. 4) Siswa yang bersedia menjadi responden penelitian, bersedia mengikuti tes dan pengukuran. Sedangkan siswa yang tidak memenuhi kriteria/kriteria eksklusi tidak dapat dijadikan sampel.

Instrumen untuk mengukur kemampuan fungsi eksekutif disajikan dalam bentuk komputerisasi yang telah disediakan oleh *psytoolkit*. *Psytoolkit* ini merupakan instrumen bebas untuk membuat program serta menjalankan eksperimen dan survei, termasuk test personal. *Psytoolkit* biasa digunakan dalam beberapa penelitian akademik. Untuk mengukur tiga kategori dari fungsi eksekutif diantaranya *Inhibitory control*, *working memory* dan *cognitive flexibility* semuanya sudah tersaji dalam *psytoolkit* (Stoet, 2017). Instrumen untuk mengukur kefasihan matematika menggunakan *Woodcock-Munoz Battery III* (Schrack et al., 2001) dengan versi lembar kerja. Instrumen ini mengukur kemampuan untuk menyelesaikan masalah fakta matematika seperti penjumlahan, pengurangan dan perkalian, dengan menggunakan operasi bilangan 0 – 9/*single digit*. Waktu yang diberikan untuk menyelesaikan tes ini adalah 3 (tiga) menit. Versi lembar kerja ini memiliki nilai reliabilitas (0.95) (Diamantopoulou, Pina, Valero-Garcia, González-Salinas, & Fuentes, 2012; Núñez et al., 2019).

Analisis data menggunakan teknik independen sample t-test yang berfungsi membandingkan nilai fungsi eksekutif, kefasihan matematika berdasarkan gain skor yang diperoleh dari tes awal dan tes akhir dari kedua kelompok. Analisis untuk menguji efek mediasi fungsi eksekutif terhadap hubungan antara *brain jogging* dengan kefasihan matematika menggunakan teknik *bootstrapping* dengan menggunakan *makro process v.4* yang dikembangkan oleh (Preacher & Hayes, 2008) pada program SPSS 17.0.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 disajikan hasil analisis deskriptif dari data yang diperoleh di lapangan terkait dengan variabel penelitian dengan penjelasannya.

Tabel 1. Analisis Deskriptif Fungsi Eksekutif

Variabel	Kelompok	Mean	Std Deviasi	Median	Min	Max
Fungsi Eksekutif						
<i>Corsi backward Pre</i>	Eksperimen	4.00	1.25	4.00	0.00	5.00
	Kontrol	4.91	0.87	5.00	3.00	6.00
<i>Corsi backward Post</i>	Eksperimen	5.50	0.88	5.50	4.00	7.00
	Kontrol	4.73	1.03	5.00	2.00	7.00
<i>Corsi forward Pre</i>	Eksperimen	4.38	1.13	5.00	1.00	6.00
	Kontrol	5.14	0.99	5.00	3.00	7.00
<i>Corsi forward Post</i>	Eksperimen	5.83	0.56	6.00	5.00	7.00
	Kontrol	5.32	0.89	5.00	4.00	7.00
<i>Wisconsin Card Sorting Pre</i>	Eksperimen	37.88	8.69	37.50	24.00	53.00
	Kontrol	41.82	8.66	40.00	30.00	56.00
<i>Wisconsin Card Sorting Post</i>	Eksperimen	43.29	7.64	43.29	24.00	53.00
	Kontrol	43.09	6.32	41.00	31.00	53.00
<i>Go No Go Pre</i>	Eksperimen	23.96	1.08	24.00	22.00	25.00
	Kontrol	23.91	1.34	24.00	21.00	25.00
<i>Go No Go Post</i>	Eksperimen	24.67	0.48	25.00	24.00	25.00
	Kontrol	24.41	0.73	24.00	22.00	25.00
Fungsi Eksekutif Pre	Eksperimen	70.21	8.68	70.50	55.00	87.00
	Kontrol	75.77	7.86	73.00	65.00	88.00
Fungsi Eksekutif Post	Eksperimen	79.29	7.52	81.00	60.00	88.00
	Kontrol	77.54	6.58	75.50	65.00	88.00

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bila membandingkan nilai fungsi eksekutif *pretest* dan *posttest* terjadi peningkatan nilai *mean* pada kelompok eksperimen (+9.08) dan terjadi penurunan pada kelompok kontrol (+1.77). Nilai *corsi backward* (CB) *pretest* dan *posttest* tes terjadi peningkatan nilai *mean* (+1.50) pada kelompok eksperimen dan terjadi penurunan pada kelompok kontrol (-0.18). Nilai *corsi forward* (CF) *pretest* dan *posttest* terjadi peningkatan nilai *mean* pada kelompok eksperimen (+1.45) dan terjadi peningkatan pada kelompok kontrol (0.18). Nilai *wisconsin card sorting* (WCST) *pretest* dan *posttest* terjadi peningkatan nilai *mean* pada kelompok eksperimen (+5.41) dan terjadi peningkatan pada kelompok kontrol (+1.27). Nilai *go no go* (GNG) *pretest* dan *posttest* terjadi peningkatan nilai *mean* pada kelompok eksperimen (+0.71) dan kelompok kontrol (+0.5).

Tabel 2. Analisis Deskriptif Kefasihan Matematika

Variabel	Kelompok	Mean	Std Deviasi	Median	Min	Max
Kefasihan Matematika (Math Fluency)						
Math Fluency Pre	Eksperimen	23.96	16.74	18.00	5.00	54.00
	Kontrol	19.82	11.34	17.50	5.00	48.00
Math Fluency Post	Eksperimen	53.54	12.32	24.50	8.00	98.00
	Kontrol	20.54	11.85	19.00	5.00	48.00

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa nilai *math fluency* (MF) *pretest* dan *posttest* terjadi peningkatan nilai *mean* pada kelompok eksperimen (+29.33) dan kelompok kontrol (+0.72).

Analisis Uji Perbandingan *Pretest* dan *posttest*

Tabel 3 disajikan hasil rekapitulasi uji perbandingan fungsi ekektif dan kefasihan matematika antara *pretest* dan *posttest* pada masing-masing kelompok.

Tabel 3. Hasil Uji Perbandingan *Pretest* dan *Posttest* Kelompok Eksperimen

Variabel	Pre Test		Post Test		P-Value
	Mean	Std Deviasi	Mean	Std Deviasi	
Fungsi Eksekutif					
<i>Corsi backward</i>	4.00	1.25	5.50	0.88	0.001b
<i>Corsi forward</i>	4.38	1.13	5.83	0.56	0.001b
<i>Wisconsin Card Sorting</i>	37.88	8.69	43.29	7.64	0.001a
<i>Go No Go</i>	23.96	1.08	24.67	0.48	0.005b
Fungsi Eksekutif Total	70.21	8.68	79.29	7.52	0.001b
Kefasihan Matematika	23.96	16.74	53.54	12.32	0.001b

Keterangan: a = paired t-test, b = Wilcoxon Test, CI95% alpha 5%

Dua data berpasangan (*pretest* dan *posttest*) dikatakan memiliki perbedaan signifikan jika memiliki nilai probabilitas (*probability value*) yang lebih kecil dari 0,05 dan sebaliknya. Berdasarkan hasil rekapitulasi pada Tabel di atas dapat dilihat bahwa fungsi eksekutif jika dinilai dari *corsi backward* (CB), *wisconsin card sorting* (WCST), dan *Go No Go* (GNG) antara *pretest* dan *posttest* pada kelompok eksperimen adalah berbeda sangat signifikan karena memiliki nilai probabilitas yang lebih kecil dari 0,05. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa fungsi eksekutif antara *pretest* dan *posttest* pada kelompok eksperimen adalah berbeda sangat signifikan dimana nilai probabilitasnya adalah 0,001 ($p < 0,05$). Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa *brain jogging* dapat meningkatkan fungsi eksekutif secara signifikan. Selanjutnya untuk melihat hasil uji perbandingan *pretest* dan *posttest* fungsi eksekutif dan kefasihan matematika pada kelompok kontrol dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Perbandingan *Pretest* dan *posttest* Kelompok Kontrol

Variabel	Pre Test		Post Test		P-Value
	Mean	Std Deviasi	Mean	Std Deviasi	
<i>Corsi backward</i>	4.91	0.87	4.72	1.03	0.491b
<i>Corsi forward</i>	5.14	0.99	5.31	0.89	0.346b
<i>Wisconsin Card Sorting</i>	41.82	8.66	43.09	6.32	0.209a
<i>Go No Go</i>	23.91	1.34	24.41	0.73	0.096b
Fungsi Eksekutif Total	75.77	7.86	77.54	6.58	0.058a
Kefasihan Matematika	19.82	11.34	20.54	11.85	0.076a

Keterangan: a = paired t-test, b = Wilcoxon Test, CI95% alpha 5%

Berdasarkan hasil rekapitulasi pada Tabel 4 di atas dapat dilihat bahwa fungsi eksekutif baik dinilai dari *corsi backward* (CB), *corsi forward* (CF), *wisconsin card sorting* (WCST), dan *Go No Go* (GNG) antara *pretest* dan *posttest* pada kelompok kontrol tidak berbeda signifikan karena memiliki nilai probabilitas yang lebih besar dari 0,05. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa fungsi eksekutif antara *pretest* dan *posttest* pada kelompok kontrol tidak berbeda signifikan ($p > 0,05$). Hal yang sama terlihat dari hasil kefasihan matematika dimana antara hasil *pretest* dan *posttest* hanya terjadi peningkatan yang sangat tipis.

Analisis Uji Perbandingan Kelompok Eksperimen dan Kontrol

Analisis ini digunakan untuk menguji perbandingan fungsi eksekutif dan kefasihan matematika antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Hasil uji perbandingan fungsi eksekutif berdasarkan *Gains Score* disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Perbandingan Fungsi Eksekutif Berdasarkan *Gain Score*

Kelompok	Skor Peningkatan Fungsi Eksekutif (Mean Rank)	Z-score	P-Value
<i>Gain score</i>			
Eksperimen	32.17	-4.605	0.001b
Kontrol	14.05		

Dua data tidak berpasangan (eksperimen dan kontrol) dikatakan memiliki perbedaan signifikan jika memiliki nilai probabilitas (*probability value*) yang lebih kecil dari 0,05 dan sebaliknya. Berdasarkan uji analisis data dengan menggunakan uji *mann whitney* pada tabel 5, menunjukkan bahwa ada perbedaan fungsi eksekutif yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dengan $Z = -4,605$ dan nilai probabilitas ($p < 0,05$). Hasil perhitungan *gain* fungsi eksekutif kelompok eksperimen ($Mean Rank = 32.17$) memiliki peningkatan yang lebih tinggi dibanding dengan kelompok kontrol ($Mean Rank = 14.05$).

Tabel 6. Hasil Uji Perbandingan Kefasihan Matematika Berdasarkan *Gain Score*

Kelompok	Skor Peningkatan Kefasihan Matematika (Mean Rank)	Z-score	P-Value
<i>Gain score</i>			
Eksperimen	32.42	-4.760	0.001b
Kontrol	13.77		

Berdasarkan uji analisis data dengan menggunakan uji *mann whitney* pada tabel 6, menunjukkan bahwa ada perbedaan kefasihan matematika yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dengan $Z = -4,760$ dan nilai probabilitas ($p < 0,05$). Hasil perhitungan *gain* kefasihan matematika kelompok eksperimen ($Mean Rank = 32.42$) memiliki peningkatan yang lebih tinggi dibanding dengan kelompok kontrol ($Mean Rank = 13.77$).

Analisis Efek Mediasi Fungsi Eksekutif

Data yang digunakan hanya data pasca perlakuan/*post-test only*, langkahnya adalah regresikan setiap variabel dengan cara memasukan variabel kefasihan matematika pasca perlakuan pada variabel dependen, Fungsi eksekutif pasca perlakuan sebagai variabel mediator, sedangkan kelompok penelitian (grup) sebagai variabel Independen. rekapitulasi hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil *Bootstrapping by Procces.v.4.1*

	TE	DE	IE	CI LLC I	ULC I	t-statistic	Conc.
<i>Brain jogging</i> > Executive Function > Math Fluency	12.3 7 0.02 8	6.60 0 0.33 1	7.34 2	1.46 6	15.5 4	2.03	indirect Only (Full Mediation)

Keterangan : TE = Total Effect, DE = Direct Effect, IE = Indirect Effect, CI = Coefficient interval

Hasil analisis menunjukkan bahwa pengaruh total (effect total) *brain jogging* terhadap kefasihan matematika terbukti signifikan ($B = 12.37$, $p < 0.05$), namun secara langsung (*direct effect*) atau pada saat mengendalikan fungsi eksekutif, perlakuan *brain jogging* tidak mampu meningkatkan kefasihan matematika ($B = 6.600$; $p > 0.05$).

Untuk melihat apakah variabel mediasi terbukti memiliki peran sebagai mediator atau apakah terjadi efek mediasi atau tidak, dapat dilihat pada hasil analisis pengaruh tidak langsung (*indirect effect*), data menunjukkan bahwa terdapat pengaruh tidak langsung (*indirect effect*) yang signifikan dari program *brain jogging* terhadap kefasihan matematika ($B=7.342$, $t = 2.03$). Selain itu, untuk mengetahui keberhasilan variabel mediator dapat dilihat dari interval kepercayaan (CI) 95% pada hasil analisis pengaruh tidak langsung (*indirect effect*) melalui *bootsraping*, interval kepercayaan (CI) berkisar antara 1.466 sampai 15.54, karena nol tidak termasuk dalam rentang interval kepercayaan 95%, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat efek tidak langsung (*indirect effect*) yang signifikan pelatihan *brain jogging* terhadap kefasihan matematika melalui fungsi eksekutif.

Pembahasan

Temuan pertama dalam penelitian ini menunjukkan bahwa program *brain jogging* dapat meningkatkan kinerja kefasihan matematika pada anak. Hal itu dikarenakan *brain jogging* memfasilitasi anak untuk melakukan aktivitas fisik secara rutin, selain itu latihan yang diberikan kepada siswa disusun sehingga menjadi latihan yang terstruktur yang dapat memberikan dampak yang sama dengan melakukan aktivitas olahraga yang rutin. Telah disimpulkan bahwa melakukan aktivitas fisik atau olahraga yang rutin dapat memberikan dampak yang positif bagi otak. Hal ini sejalan dengan hasil dari penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa olahraga atau latihan dapat mempengaruhi kinerja kognitif di antaranya 1) meningkatkan saturasi oksigen, melancarkan aliran darah dan *angiogenesis*, 2) meningkatkan kinerja neurotransmitter yang berfungsi untuk mengirimkan pesan antar *neuron*, 3) regulasi *neurotrophins* sebagai pendukung faktor pertumbuhan (Niederer et al., 2011; Ploughman, 2008). Aktif secara fisik akan meningkatkan dan memperlancar aliran darah ke otak, sehingga nutrisi otak seperti oksigen dan glukosa akan terpenuhi. Otak membutuhkan nutrisi, terutama oksigen dan glukosa (Solso et al., 2007). Glukosa bagi otak merupakan bahan bakar utama agar otak dapat bekerja optimal. Setiap kali seseorang berpikir, akan menggunakan glukosa. Aktivitas otak diukur dari penggunaan glukosa (Rachmah, 2011). Jika nutrisi ke otak terpenuhi maka proses kerja otak akan lebih baik sehingga asupan-asupan informasi yang masuk ke otak dapat diolah dengan baik, makin baiknya asupan-asupan informasi yang diolah semakin baik juga proses pembelajaran. Studi sebelumnya menjelaskan beberapa alasan mengapa aktivitas fisik dapat meningkatkan kemampuan kapasitas otak antara lain; 1) meningkatkan jumlah pasokan oksigen ke otak, melalui aliran darah dan *angio-genesis* 2) meningkatkan neurotransmitter otak seperti *serotonin* dan *norepinephrine* yang berpengaruh terhadap pemrosesan informasi, 3) meningkatkan *neurotrophin* yang berpengaruh terhadap perkembangan *neuron* di otak, 4) mempengaruhi perkembangan *brain-plasticity* (Kita, 2018; Niederer et al., 2011; Ploughman, 2008). Artinya pengaruh aktivitas fisik ke otak tersebut akan berhubungan dengan fungsi kognitif termasuk perhatian, pengolahan, penyimpanan, dan pengambilan informasi (Trudeau et al. 2008, Rosenbaum et al, 2001, as cited by CDC 2011; dalam (Force, 2013), yang tentunya secara tidak langsung akan mempengaruhi keterampilan matematika. Chaddock-Heyman et al., (2015) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa kebugaran jasmani memiliki hubungan yang kuat dengan *math-performance* pada anak usia 9 – 10 tahun.

Temuan kedua dari penelitian ini adalah bahwa fungsi eksekutif secara umum berhasil menjadi variabel mediasi/variabel *intervening*, artinya latihan *brain jogging* secara tidak langsung/melalui fungsi eksekutif dapat mempengaruhi kemampuan kefasihan matematika (*math fluency*). Walaupun hasilnya berbeda dengan uji eksperimen yang mengatakan bahwa *brain jogging* berhasil meningkatkan kemampuan fungsi eksekutif dan kefasihan matematika secara signifikan, dalam uji mediasi ini ditemukan bahwa tidak ada pengaruh langsung dari pelatihan *brain jogging* terhadap kefasihan matematika, namun saat melibatkan fungsi eksekutif sebagai variabel *intervening*, program *brain jogging* mampu mempengaruhi kefasihan matematika, hal ini dinamakan pengaruh total. Fungsi eksekutif merupakan mediator utama

yang menjembatani hubungan antara aktivitas fisik dengan kefasihan matematika, artinya tanpa adanya fungsi eksekutif sebagai mediator, hubungan antara aktivitas fisik dengan kefasihan matematika akan kurang jelas. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa hubungan yang positif antara aktivitas fisik dan fungsi eksekutif memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan hubungan aktivitas fisik dengan prestasi akademik secara langsung (Donnelly et al., 2016a; Vazou et al., 2019). Peran fungsi eksekutif sebagai mediator hubungan antara aktivitas fisik telah didukung oleh beberapa penelitian, tanpa adanya fungsi eksekutif sebagai mediator hubungan antara aktivitas fisik dengan kefasihan matematika tidak akan ada (de Bruijn et al., 2018; Van der Niet et al., 2014), begitu juga peran fungsi eksekutif sebagai mediator hubungan antara aktivitas fisik keterampilan motorik dan *numeracy*, walaupun tidak besar tetap memiliki pengaruh yang signifikan (Aadland et al., 2017). Sebaliknya, beberapa penelitian menunjukkan hasil yang berbeda. Aadland et al., (2018) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa secara umum fungsi eksekutif tidak memediasi hubungan antara aktivitas fisik dengan kinerja akademis khususnya dalam berhitung. Selanjutnya, Núñez et al., (2019) dalam penelitiannya juga menyimpulkan bahwa fungsi eksekutif tidak memediasi hubungan antara kebugaran kardiorespirasi dan kefasihan matematika. Begitu juga terkait keterampilan motorik Duran et al., (2018) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara keterampilan motorik halus, fungsi eksekutif dan prestasi matematika. Fungsi eksekutif merupakan domain dari fungsi kognitif (Harvey, 2019) yang tentunya melibatkan banyak area di otak (Solso et al., 2007). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa aktivitas fisik mampu memprediksi baik atau kurangnya kemampuan matematika pada seseorang (de Bruijn et al., 2018). Studi lain menjelaskan bahwa komponen kebugaran jasmani khususnya kemampuan kardiorespirasi dan kemampuan motorik mempengaruhi keterampilan matematika seseorang (Donnelly et al., 2016; Gashaj et al., 2019). Temuan ini pada umumnya mendukung hipotesis dimana fungsi eksekutif memediasi hubungan antara pelatihan *brain jogging* dan kefasihan matematika. Selanjutnya prediktor dalam penelitian dalam hal ini *brain jogging* terkait dengan fungsi eksekutif dan kefasihan matematika, temuan ini juga sejalan dengan temuan-temuan penelitian sebelumnya (de Bruijn et al., 2018; A. Diamond, 2012a; Layne et al., 2020; Niederer et al., 2011) yang mengidentifikasi hubungan antara aktivitas fisik, kinerja akademik, dan fungsi eksekutif.

Simpulan

Program aktivitas fisik efektif meningkatkan kefasihan matematika. Selain itu, fungsi eksekutif berhasil memediasi hubungan antara program aktivitas fisik *brain jogging* dengan kefasihan matematika. Namun sama halnya dengan studi yang lainnya, dalam penelitian ini memiliki keterbatasan dalam hal partisipan yang berasal hanya dari satu sekolah saja yang berada di Indonesia. Dengan demikian penelitian di masa mendatang perlu dilakukan, misalnya menambahkan partisipan dari sekolah lain atau berbeda daerah. Penelitian ini berkontribusi sebagai informasi penting bagi guru, orang tua dan pihak sekolah tentang pentingnya penggunaan program aktivitas fisik *brain jogging* sebagai alat untuk membina dan mengembangkan kefasihan matematika pada anak.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Sekolah, Guru dan Siswa Sekolah Internasional Cendekia *Leadership School* serta orang tua siswa atas perkenannya sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dan dipublikasikan.

Daftar Pustaka

- Aadland, K. N., Aadland, E., Andersen, J. R., Lervåg, A., Moe, V. F., Resaland, G. K., & Ommundsen, Y. (2018). Executive function, behavioral self-regulation, and school related well-being did not mediate the effect of school-based physical activity on academic performance in numeracy in 10-year-old children. *The Active Smarter Kids*

- (ASK) study. *Frontiers in Psychology*, 9(FEB), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00245>
- Aadland, K. N., Ommundsen, Y., Aadland, E., Brønnick, K. S., Lervåg, A., Resaland, G. K., & Moe, V. F. (2017). Executive functions do not mediate prospective relations between indices of physical activity and academic performance: The Active Smarter Kids (ASK) study. *Frontiers in Psychology*, 8(JUN), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01088>
- Álvarez-Bueno, C., Hillman, C. H., Cervero-Redondo, I., Sánchez-López, M., Pozuelo-Carrascosa, D. P., & Martínez-Vizcaíno, V. (2020). Aerobic fitness and academic achievement: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 38(5), 582–589. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1720496>
- Arens, A. K., Yeung, A. S., Craven, R. G., & Hasselhorn, M. (2011). The Twofold Multidimensionality of Academic Self-Concept: Domain Specificity and Separation Between Competence and Affect Components. *Journal of Educational Psychology*, 103(4), 970–981. <https://doi.org/10.1037/a0025047>
- Barbara Haverkamp Hanneke van Ewijk, Chris Visscher, Jaap Oosterlaan, Esther Hartman, R. W. (2020). Effects of physical activity interventions on neurocognitive function and academic performance in adolescents and young adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 00(00), 1–24. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1794763>
- Beck, F. (2008). Sportmotorik und Gehirn. *Sportwissenschaft*, 38(4), 423–450. <https://doi.org/10.1007/BF03217046>
- Becker, D. R., McClelland, M. M., Geldhof, G. J., Gunter, K. B., & MacDonald, M. (2018). Open-Skilled Sport, Sport Intensity, Executive Function, and Academic Achievement in Grade School Children. *Early Education and Development*, 29(7), 939–955. <https://doi.org/10.1080/10409289.2018.1479079>
- Benedicto-López, P., & Rodríguez-Cuadrado, S. (2019). Dyscalculia: Clinical manifestations, evaluation and diagnosis. Current Perspectives of educational intervention. *Relieve*, 25((1)), 1–20. <https://doi.org/10.7203/relieve.25.1.10125>
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30(4), 331–351. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2010.08.001>
- Borrella, Barbara Carretti, and S. P. (2010). *Journal of Learning Disabilities*. July. <https://doi.org/10.1177/0022219410371676>
- Cartwright, K. (2018). *Teachers' conceptions of mathematical fluency 1 Teachers' conceptions of mathematical fluency*.
- Cartwright, K. B. (2012). Insights From Cognitive Neuroscience: The Importance of Executive Function for Early Reading Development and Education. *Early Education and Development*, 23(1), 24–36. <https://doi.org/10.1080/10409289.2011.615025>
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K. I., Kienzler, C., King, M., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2015). The role of aerobic fitness in cortical thickness and mathematics achievement in preadolescent children. *PLoS ONE*, 10(8), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134115>
- de Bruijn, A. G. M., Hartman, E., Kostons, D., Visscher, C., & Bosker, R. J. (2018). Exploring the relations among physical fitness, executive functioning, and low academic achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 167, 204–221. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.10.010>
- de Bruijn, A. G. M., Kostons, D. D. N. M., van der Fels, I. M. J., Visscher, C., Oosterlaan, J., Hartman, E., & Bosker, R. J. (2020). Effects of aerobic and cognitively-engaging physical activity on academic skills: A cluster randomized controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 00(00), 1–12. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1756680>
- Diamantopoulou, S., Pina, V., Valero-Garcia, A. v., González-Salinas, C., & Fuentes, L. J. (2012). Validation of the Spanish Version of the Woodcock-Johnson Mathematics Achievement

- Tests for Children Aged 6 to 13. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 30(5), 466–477. <https://doi.org/10.1177/0734282912437531>
- Diamond, A. (2012a). Activities and Programs That Improve Children's Executive Functions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(5), 335–341. <https://doi.org/10.1177/0963721412453722>
- Diamond, A. (2012b). *Executive Functions*. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64(September 2012), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A. B. (2015). The Cognitive Benefits of Exercise in Youth. *Current Sports Medicine Reports*, 14(4), 320–326. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000169>
- Domazet, S. L., Tarp, J., Huang, T., Gejl, A. K., Andersen, L. B., Froberg, K., & Bugge, A. (2016). Associations of physical activity, sports participation and active commuting on mathematic performance and inhibitory control in adolescents. *PLoS ONE*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146319>
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K., & Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: A systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(6), 1197–1222. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000901>
- Duran, C. A. K., Byers, A., Cameron, C. E., & Grissmer, D. (2018). Unique and compensatory associations of executive functioning and visuomotor integration with mathematics performance in early elementary school. *Early Childhood Research Quarterly*, 42(July 2017), 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2017.08.005>
- Force, T. (2013). *Research Summary: Exploring the Link between Physical Activity , Fitness and Cognitive Function*. 1–11.
- García-Campos, M. D., Canabal, C., & Alba-Pastor, C. (2020). Executive functions in universal design for learning: moving towards inclusive education. In *International Journal of Inclusive Education* (Vol. 24, Issue 6, pp. 660–674). Routledge. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1474955>
- Gashaj, V., Oberer, N., Mast, F. W., & Roebbers, C. M. (2019). The Relation Between Executive Functions, Fine Motor Skills, and Basic Numerical Skills and Their Relevance for Later Mathematics Achievement. *Early Education and Development*, 30(7), 913–926. <https://doi.org/10.1080/10409289.2018.1539556>
- Harmelech, T., Preminger, S., Wertman, E., & Malach, R. (2013). The day-after effect: Long term, hebbian-like restructuring of resting-state fMRI patterns induced by a single epoch of cortical activation. *Journal of Neuroscience*, 33(22), 9488–9497. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5911-12.2013>
- Harvey, P. D. (2019). Domains of cognition and their assessment. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 21(3), 227–237. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2019.21.3/pharvey>
- Henryk, D. (2015). Application Of Life Kinetik In The Process Of Teaching Technical Activities To Young Football Players. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*, 71(25), 53–63. <https://doi.org/10.5604/17310652.1203803>
- Kita, I. (2018). *Physical Exercise Can Induce Brain Regulate Mental Function*. February 2014.
- Komarudin, & Mulyana. (2016). The Effect of Brain Jogging Exercise Toward the Increase of Concentration and Learning Achievement. *Journal of Physics: Conference Series*, 755(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001>
- Lambourne, K., Hansen, D. M., Szabo, A. N., Lee, J., Herrmann, S. D., & Donnelly, J. E. (2013). Indirect and direct relations between aerobic fitness, physical activity, and academic achievement in elementary school students. *Mental Health and Physical Activity*, 6(3), 165–171. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2013.06.002>
- Lan, X., Legare, C. H., Ponitz, C. C., Li, S., & Morrison, F. J. (2011). Investigating the links between the subcomponents of executive function and academic achievement: A cross-

- cultural analysis of Chinese and American preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 677–692. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.11.001>
- Langford, R., Bonell, C., Jones, H., Poulou, T., Murphy, S., Waters, E., Komro, K., Gibbs, L., Magnus, D., & Campbell, R. (2015). The World Health Organization's Health Promoting Schools framework: A Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 15(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1360-y>
- Laura A. King. (2014). *Psikologi Umum (Sebuah Pandangan Apresiasi)* (1st ed.). Jakarta : Salemba Humanika.
- Layne, T., Yli-Piipari, S., & Knox, T. (2020). Physical activity break program to improve elementary students' executive function and mathematics performance. *Education 3-13*, 0(0), 1–9. <https://doi.org/10.1080/03004279.2020.1746820>
- Leibold, C., & Kempter, R. (2006). Memory Capacity for Sequences in a Recurrent Network with Biological Constraints. *Neural Computation*, 18(4), 904–941. <https://doi.org/10.1162/089976606775774714>
- Ligeza, T. S., Maciejczyk, M., Kałamała, P., Szygula, Z., & Wyczesany, M. (2018). Moderate-intensity exercise boosts the N2 neural inhibition marker: A randomized and counterbalanced ERP study with precisely controlled exercise intensity. *Biological Psychology*, 135(April), 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2018.04.003>
- Lisnaini. (2014). *Senam Vitalisasi Otak Dapat Meningkatkan Fungsi Kognitif Usia Dewasa Muda*. Universitas Kristen Indonesia.
- Lutz, H. (2014). *Die Wissenschaft Und Lifekinetik*. Seminarzentrum.
- Luz, C., Rodrigues, L. P., & Cordovil, R. (2015). The relationship between motor coordination and executive functions in 4th grade children. *European Journal of Developmental Psychology*, 12(2), 129–141. <https://doi.org/10.1080/17405629.2014.966073>
- Maćkowski, M., Żabka, M., Kempa, W., Rojewska, K., & Spinczyk, D. (2020). Computer aided math learning as a tool to assess and increase motivation in learning math by visually impaired students. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 0(0), 1–11. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1800116>
- Magalhães, S., Carneiro, L., Limpo, T., & Filipe, M. (2020). Executive functions predict literacy and mathematics achievements: The unique contribution of cognitive flexibility in grades 2, 4, and 6. *Child Neuropsychology*, 00(00), 1–19. <https://doi.org/10.1080/09297049.2020.1740188>
- Malykh, S., & Drawing, P. (2018). Cognitive Predictors Of Academic Achievement At High School Age : Cross- Social & Behavioural Sciences. *ICPE 2017 International Conference on Psychology and Education Cognitive Predictors Of Academic Achievement At*. January. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2017.12.23>
- Niederer, I., Kriemler, S., Janine Gut, Hartmann, T., Schindler, C., Barral, J., & Puder, J. J. (2011). Relationship of physical activity with motor skills, aerobic fitness and body fat in preschool children: A cross-sectional and longitudinal study (Ballabeina). In *International Journal of Obesity* (Vol. 35, Issue 7). <https://doi.org/10.1038/ijo.2011.54>
- Núñez, J. L., Mahbubani, L., Huéscar, E., & León, J. (2019). Relationships between cardiorespiratory fitness, inhibition, and math fluency: A cluster analysis. *Journal of Sports Sciences*, 37(23), 2660–2666. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1654594>
- Oberer, N., Gashaj, V., & Roebbers, C. M. (2018). Executive functions, visual-motor coordination, physical fitness and academic achievement: Longitudinal relations in typically developing children. *Human Movement Science*, 58(January), 69–79. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.01.003>
- Ploughman, M. (2008). Exercise is brain food: The effects of physical activity on cognitive function. *Developmental Neurorehabilitation*, 11(3), 236–240. <https://doi.org/10.1080/17518420801997007>

- Preacher, K. J., & Hayes, A. F. (2008). Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. *Behavior Research Methods*, 40(3), 879–891. <https://doi.org/10.3758/BRM.40.3.879>
- Rachmah L. A. (2011). *Pendidikan Jasmani dan Prestasi Akademik*. Jurusan Pendidikan Kesehatan dan Rekreasi, FIK: UNY.
- Robert L Solso, Otto H maclin, & M Kimberly Maclin. (2007). *Psikologi Kognitif* (delapan). Erlangga.
- Rohde, T. E., & Thompson, L. A. (2007). Predicting academic achievement with cognitive ability. *Intelligence*, 35(1), 83–92. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.05.004>
- Schrank, F. A., McGrew, K. S., Ruef, M. L., & Woodcock, R. W. (2001). *Batería III Woodcock-Muñoz*. 1.
- Seaton, M., Parker, P., Marsh, H. W., Craven, R. G., & Yeung, A. S. (2014). The reciprocal relations between self-concept, motivation and achievement: Juxtaposing academic self-concept and achievement goal orientations for mathematics success. *Educational Psychology*, 34(1), 49–72. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.825232>
- Stoet, G. (2010). PsyToolkit: A software package for programming psychological experiments using Linux. *Behavior Research Methods*, 42(4), 1096–1104. <https://doi.org/10.3758/BRM.42.4.1096>
- Stoet, G. (2017). PsyToolkit: A Novel Web-Based Method for Running Online Questionnaires and Reaction-Time Experiments. *Teaching of Psychology*, 44(1), 24–31. <https://doi.org/10.1177/0098628316677643>
- Sulik, M. J., Haft, S. L., & Obradović, J. (2018). Visual-Motor Integration, Executive Functions, and Academic Achievement: Concurrent and Longitudinal Relations in Late Elementary School. *Early Education and Development*, 29(7), 956–970. <https://doi.org/10.1080/10409289.2018.1442097>
- Thomas, M. (2012). The Effect of Different Movement Exercises on Cognitive and Motor Abilities. *Advances in Physical Education*, 02(04), 172–178. <https://doi.org/10.4236/ape.2012.24030>
- Tikhomirova, T. N., & Malykh, S. B. (2017). Mathematical fluency in high school students. *Psychology in Russia: State of the Art*, 10(1), 95–104. <https://doi.org/10.11621/pir.2017.0107>
- Usai, M. C., Viterbori, P., & Traverso, L. (2018). Preschool Executive Function Profiles: Implications for Math Achievement in Grades 1 and 3. *Journal of Research in Childhood Education*, 32(4), 404–418. <https://doi.org/10.1080/02568543.2018.1496957>
- Van der Niet, A. G., Hartman, E., Smith, J., & Visscher, C. (2014). Modeling relationships between physical fitness, executive functioning, and academic achievement in primary school children. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(4), 319–325. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.02.010>
- Vazou, S., Pesce, C., Lakes, K., & Smiley-Oyen, A. (2019). More than one road leads to Rome: A narrative review and meta-analysis of physical activity intervention effects on cognition in youth. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 17(2), 153–178. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2016.1223423>
- Verhoeven, L., Reitsma, P., & Siegel, L. S. (2011). Cognitive and linguistic factors in reading acquisition. *Reading and Writing*, 24(4), 387–394. <https://doi.org/10.1007/s11145-010-9232-4>
- Wang, Y., & Sperling, R. A. (2020). Characteristics of Effective Self-Regulated Learning Interventions in Mathematics Classrooms: A Systematic Review. *Frontiers in Education*, 5(May). <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00058>