

Latihan Fisik Sebagai *Brain Booster* Untuk Anak

Physical Exercise as a Brain Booster for Child

ANNISA RAHMAH FURQAANI

Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Bandung
Jln. Tamansari No.22, 40116, Bandung, Indonesia
Email: annisarahmahf@gmail.com

Abstract

Physical exercises can act as a brain booster. The exercise is an easy and effective way to improve brain performance, including cognitive function, and learning ability and memory. In addition to maintaining health and fitness, physical exercise is indicated to improve brain performance through several mechanisms, such as preventing stress and mild depression, increasing the nutrients and oxygen supply to the brain, activating the antioxidant systems, increasing the neurotrophic and neurotransmitter levels, maintain synapses' plasticity, and enhancing synaptogenesis, neurogenesis, and angiogenesis. Various studies have shown that physical exercise contributes positively to cognitive function, intelligence level, and academic achievement of children. Physical exercises, therefore, should be preferred as a brain booster or an effective way to improve brain performance for children. Physical exercise not only gives benefits in health and physical fitness but also improves brain performance, cognition, and learning and memory ability.

Keywords: Physical Exercise, Brain Booster, Cognition, and Child.

Abstrak

Latihan fisik dapat berperan sebagai brain booster. Latihan fisik dikatakan merupakan cara yang mudah dan efektif dalam meningkatkan kinerja otak, termasuk fungsi kognisi serta kemampuan belajar dan memori. Selain menjaga kesehatan dan kebugaran tubuh, latihan fisik diketahui dapat meningkatkan kinerja otak melalui berbagai mekanisme, di antaranya mencegah stres dan depresi ringan, meningkatkan asupan nutrisi dan oksigen ke otak, aktivasi sistem antioksidan, meningkatkan kadar neurotropik dan neurotransmitter, memelihara plastisitas sinaps, serta meningkatkan sinaptogenesis, neurogenesis, dan angiogenesis. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa latihan fisik memberikan kontribusi positif terhadap fungsi kognisi, tingkat intelegensi, dan prestasi akademik anak. Latihan fisik seharusnya menjadi pilihan sebagai brain booster atau cara untuk meningkatkan kinerja otak yang efektif untuk anak. Dengan latihan fisik tidak hanya kesehatan dan kebugaran fisik yang diperoleh, tetapi manfaat berupa peningkatan kinerja otak, peningkatan fungsi kognisi, serta kemampuan belajar dan memori juga dapat diperoleh.

Kata Kunci: Latihan Fisik, Brain Booster, Kognisi, dan Anak.

Pendahuluan

Peningkatan kinerja otak (*brain boosting*) dan fungsi kognisi menjadi topik pembahasan yang menarik perhatian kalangan luas. Para orang tua berlomba-lomba untuk menstimulasi kinerja otak buah hati mereka dengan harapan dapat meningkatkan kecerdasan dan kemampuan kognitif putra-putrinya. Beragam suplemen, berbagai program dan metode belajar, bermacam permainan dan media, dikemukakan dapat meningkatkan kinerja otak, termasuk proses belajar dan memori. Suplemen yang mengandung bahan-bahan seperti *Ginkgo biloba* (Blecharz-Klin *et al.*, 2009), *Centella asiatica* (Jared, 2010), curcumin (Noorafshan *et al.*, 2013; Dong

et al., 2012), omega-3 (Sydenham *et al.*, 2012), dan teh hijau (Wu *et al.*, 2012; Haque *et al.*, 2006) banyak ditawarkan sebagai solusi untuk meningkatkan daya ingat dan kemampuan belajar. Banyak jenis program dan metode belajar juga dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan belajar dan memori (Franzoni dan Assar, 2009). Selain itu, beragam media dan permainan asah otak juga disebutkan berkontribusi positif dalam memicu peningkatan fungsi kognisi (Franzoni dan Assar, 2009; Chuang dan Chen, 2009). Namun, terdapat satu cara dalam meningkatkan kinerja otak, termasuk pada anak-anak, yang seringkali dilewatkan oleh para orang tua. Hal tersebut adalah latihan fisik atau latihan fisik.

Banyak penelitian menunjukkan bahwa latihan fisik termasuk cara yang paling mudah, murah, serta efektif terhadap peningkatan fungsi kognisi. Sayangnya, latihan fisik menjadi pilihan yang tidak populer dibandingkan cara lainnya. Era globalisasi, perbaikan derajat kehidupan, serta perkembangan dan kemajuan teknologi telah memicu perubahan pola gaya hidup masyarakat saat ini. Dukungan teknologi dan sarana yang mutakhir mendorong penurunan aktivitas fisik pada kehidupan anak modern. Gaya hidup modern tidak memberikan aktivitas fisik yang cukup dan memperbesar peluang bagi anak untuk tidak melakukan latihan fisik. Kesibukan orang tua dan keengganan dalam mengakomodasi aktivitas fisik anak seringkali menjadi faktor yang mendorong penurunan aktivitas fisik pada anak. Umumnya orang tua lebih senang apabila anaknya duduk manis ditemani *gadget* sehingga orang tua tidak perlu kelelahan menemani anak berlari, melompat, atau aktivitas fisik lainnya. Dalih telah memberikan nutrisi dan suplemen dengan kualitas terbaik menjadi alasan untuk menggantikan aktivitas fisik anak.

Orang tua perlu memahami bahwa latihan fisik memberikan banyak manfaat tidak hanya bagi kesehatan, tetapi juga bagi kinerja otak anak. Latihan fisik merupakan bentuk aktivitas fisik yang efektif dalam upaya menjaga kesehatan dan kebugaran tubuh. Latihan fisik tidak hanya berperan dalam menjaga tonus otot, metabolisme tubuh, berat badan ideal, kebugaran kardiovaskular, namun merupakan faktor penting yang berperan dalam memelihara dan meningkatkan fungsi kognisi, termasuk pembelajaran dan memori. Untuk itulah, penulis tertarik untuk menelaah lebih lanjut mengenai peran latihan fisik sebagai *brain booster* bagi anak sehingga dapat memberikan informasi bagi orang tua dan masyarakat luas bahwa latihan fisik berperan penting dalam menjaga kesehatan, peningkatan fungsi kognitif serta kinerja otak pada anak.

Pembahasan

Istilah aktivitas fisik, latihan fisik, dan olahraga, sering digunakan bergantian untuk merujuk hal yang sama. Walaupun ketiga istilah tersebut melibatkan aktivitas otot rangka, tetapi berbeda dalam beberapa hal. Aktivitas fisik dapat didefinisikan sebagai aktivitas segala kegiatan yang dilakukan sehari-hari yang mengeluarkan energi atau

menyebabkan tubuh seseorang bekerja lebih keras dari biasanya, seperti berkebun, menyapu, mencuci mobil, atau memasak. Sementara latihan fisik adalah aktivitas fisik yang dilakukan secara terencana, teratur, dan terstruktur. Latihan fisik umumnya dilakukan 3–5 kali/minggu dengan durasi minimal 30 menit, seperti *jogging* atau bersepeda. Olah raga juga melibatkan aktivitas fisik dan latihan fisik, namun berbeda dengan keduanya, olahraga memiliki seperangkat aturan, target latihan tertentu, dan melatih keterampilan atletik spesifik. Walaupun tidak selalu, olah raga seringkali melibatkan unsur kompetisi. Olah raga dapat didefinisikan sebagai latihan fisik dengan aturan yang jelas atau dengan tujuan untuk dipertandingkan/dilombakan untuk prestasi. Olah raga dapat bersifat individu, seperti golf dan renang, ataupun olahraga dalam tim, seperti sepak bola, bola basket, bola voli, bulu tangkis, dan hoki. Dengan kata lain, olahraga merupakan berbagai kegiatan yang sangat terorganisir dan melibatkan peraturan, keterampilan dan taktik yang kompleks, pengerahan tenaga, serta seringkali ditujukan untuk pertandingan sehingga melibatkan persaingan antar peserta (Katch *et al.*, 2011; Zourikian *et al.*, 2010; Caspersen *et al.*, 1985).

Aktivitas fisik yang cukup, latihan fisik, dan olahraga memberikan banyak manfaat baik untuk individu berusia muda maupun tua. Manfaat yang diperoleh tidak hanya berupa manfaat fisik, tetapi juga manfaat mental atau psikososial. Manfaat fisik yang diperoleh dari ketiga aktivitas fisik tersebut, diantaranya membentuk tulang dan sendi yang kuat, membentuk otot yang kuat dan fleksibel (menyediakan penyokong baik untuk persendian dan mengurangi risiko cedera), menjaga bentuk tubuh yang baik (berat badan ideal berperan dalam mengurangi tekanan di persendian), meningkatkan keseimbangan, refleks dan koordinasi, meningkatkan kebugaran secara keseluruhan, mendorong perkembangan fisik tubuh yang sehat, serta meningkatkan imunitas tubuh. Selain manfaat fisik, berbagai manfaat mental atau psikososial pun dapat diperoleh dengan melakukan aktivitas fisik yang cukup, latihan fisik, dan olahraga, diantaranya membantu meningkatkan relaksasi tubuh, memperbaiki kepercayaan diri dan membangun citra diri yang positif, memelihara penampilan fisik tubuh, meningkatkan kadar hormon atau senyawa kimia yang dapat memperbaiki *mood* dan meningkatkan perasaan nyaman, seperti endorfin dan serotonin, meningkatkan

perasaan diterima dan memiliki sebagai anggota kelompok, serta lebih percaya diri dalam bersosialisasi (Katch *et al.*, 2011; Martin K, 2010; Zourikian *et al.*, 2010).

Manfaat latihan fisik dapat diperoleh secara apabila latihan fisik dilakukan dengan baik, benar, teratur, dan terukur. Latihan fisik sebaiknya dimulai sejak usia dini. Telama *et al.* (2005) melalui penelitiannya menyimpulkan bahwa aktivitas fisik yang tinggi pada usia 9 sampai 18 tahun, terutama aktivitas fisik yang bersifat kontinyu, secara signifikan dapat memprediksi tingkat aktivitas fisik yang tinggi pula pada saat dewasa. Meskipun nilai korelasi rendah atau sedang, hasil ini dianggap penting untuk memprediksi tingkat aktivitas fisik pada usia sekolah tampaknya memengaruhi aktivitas fisik pada saat individu tersebut dewasa sehingga melalui data tersebut dapat diperkirakan pula kesehatan masyarakat pada populasi umum. Latihan fisik juga harus dilakukan dengan benar, yaitu memulai latihan fisik dengan peregangan pemanasan selama 5–10 menit, lalu masuk latihan inti selama 30–60 menit dan diakhiri dengan pendinginan 5–10 menit. Latihan fisik disebut teratur apabila zona latihan dengan tujuan mencapai kesehatan dan kebugaran jasmani mencapai 60–85% dari denyut nadi maksimal (DNM). Nilai DNM dihitung dengan rumus $220 - \text{umur}$. Latihan fisik yang teratur dapat dilakukan 3–5 kali/minggu (dapat diselingi istirahat satu hari) dengan durasi latihan minimal 30 menit (Katch *et al.*, 2011; Zourikian *et al.*, 2010).

Latihan fisik sebenarnya merupakan salah satu bentuk *stressor* fisik yang mengganggu keseimbangan homeostasis tubuh. Pada saat berlatih fisik, tubuh sebenarnya mengalami gangguan homeostasis atau perubahan metabolisme dari keadaan normal (istirahat). Namun, jika *stressor* tersebut diberikan secara teratur, berkesinambungan, dan dengan program latihan yang tepat maka tubuh akan dapat beradaptasi sehingga mampu mengubah *stressor* menjadi stimulator. Perubahan metabolisme pada tubuh mengindikasikan munculnya respon tubuh terhadap latihan fisik. Respon tubuh terhadap latihan fisik berupa pola perubahan variabel fisiologis tubuh menjadi lebih optimal. Penyesuaian kondisi fisiologis tubuh yang menjadi lebih baik ini tidak hanya berdampak bagi kesehatan dan kebugaran, tetapi juga bagi struktur otak. Peningkatan kualitas struktur akan berdampak pada peningkatan fungsi otak, termasuk di dalamnya fungsi kognisi serta

kemampuan belajar dan mengingat informasi atau pembentukan memori.

Berapakah jumlah dan jenis latihan fisik yang tepat sehingga latihan fisik yang diberikan dapat menjadi stimulator bagi tubuh anak? Jumlah aktivitas fisik yang perlu dilakukan oleh anak lakukan setiap minggu ditentukan oleh usia anak. menurut Organisasi Kesehatan Dunia atau *World Health Organization* (WHO) tahun 2011 dan Katch *et al.* (2011) menjadi aktif secara fisik setiap hari penting untuk pertumbuhan dan perkembangan bayi, balita dan anak-anak prasekolah yang sehat. Untuk kelompok usia ini, aktivitas intensitas apa pun harus didukung dan distimulasi oleh orang tua, termasuk aktivitas ringan dan aktivitas fisik yang lebih energik. Bayi harus distimulasi untuk aktif sepanjang hari dan setiap hari. Sebelum bayi mulai merangkak, dorong mereka untuk secara fisik aktif dengan meraih dan menggenggam, menarik dan mendorong, menggerakkan kepala, tubuh, dan anggota tubuh mereka selama rutinitas sehari-hari, dan selama bermain di bawah pengawasan, termasuk pada waktu makan. Begitu bayi bisa bergerak, dorong mereka untuk bersikap seaktif mungkin di lingkungan bermain yang aman, diawasi dan diasuh. Anak yang bisa berjalan sendiri harus aktif secara fisik setiap hari minimal 180 menit (tiga jam) dalam satu hari, baik di dalam maupun di luar rumah. 180 menit dapat mencakup aktivitas ringan seperti berdiri, bergerak, berputar dan bermain, serta aktivitas yang lebih energik seperti melompat, menari, dan berlari. Balita juga dapat diajak bermain aktif, seperti menggunakan bingkai pendakian, mengendarai sepeda, bermain di air, bermain mengejar, bermain bola, atau permainan lainnya yang dapat mendorong anak kelompok usia ini untuk bergerak. Anak balita tidak boleh tidak aktif dalam waktu lama, kecuali saat mereka tidur. Menonton televisi, bermain *gadget*, bepergian dengan mobil, bus atau kereta api, atau ditempatkan dalam kereta bayi (*baby stroller*) untuk waktu yang lama tidak baik untuk kesehatan dan perkembangan anak.

Sementara kelompok anak dan remaja usia 5-17 tahun perlu melakukan tiga jenis aktivitas fisik setiap minggu, yaitu latihan fisik aerobik dan latihan fisik untuk menguatkan tulang dan otot, agar tetap sehat atau untuk meningkatkan kesehatan. Untuk menjaga tingkat kesehatan dasar, anak-anak dan remaja usia 5-17 tahun perlu dilakukan setidaknya 60 menit aktivitas fisik setiap hari dengan intensitas berkisar dari aktivitas

moderat hingga aktivitas cukup berat. Tiga hari dalam seminggu, aktivitas ini harus melibatkan latihan kekuatan otot, seperti *push-up*, dan latihan kekuatan tulang, seperti melompat dan berlari. Anak-anak dan remaja harus mengurangi waktu yang mereka habiskan untuk duduk menonton televisi, bermain *game* pada *gadget* atau komputer, dan bepergian dengan mobil saat mereka bisa berjalan atau bersepeda. Aktivitas intensitas sedang merupakan aktivitas yang meningkatkan detak jantung dan membuat berkeringat. Salah satu cara untuk mengetahui apakah suatu aktivitas berada pada tingkat yang moderat atau tidak adalah jika pada saat aktivitas tersebut dilakukan anak masih dapat berbicara, tetapi tidak dapat menyanyikan kata-kata untuk sebuah lagu. Aktivitas dengan intensitas moderat bagi kebanyakan anak-anak dan remaja, diantaranya berjalan ke sekolah, bermain di taman, dan bersepeda. Semetara itu, ketika anak melakukan aktivitas berat, mereka kesulitan untuk berbicara ketika tengah melakukan aktivitas tersebut. Aktivitas berat membuat anak bernapas dengan cepat sehingga tidak mampu mengucapkan lebih dari beberapa kata tanpa berhenti bernapas. Contoh kegiatan yang membutuhkan usaha keras bagi kebanyakan anak muda meliputi bermain kejar-kejaran, menari energik, berenang, berlari, olahraga senam, sepak bola, dan karate (*World Health Organization*, 2011; Katch *et al.*, 2011).

Pada artikel ini akan dibahas lebih lanjut mengenai peran latihan fisik sebagai salah faktor penting dalam menjaga dan meningkatkan kinerja otak, termasuk fungsi kognisi pada anak. Telah disebutkan sebelumnya bahwa latihan fisik, secara umum, diartikan sebagai segala bentuk aktivitas tubuh yang dilakukan dengan terencana, terstruktur dalam jangka waktu tertentu dengan tujuan untuk mengkondisikan tubuh atau bagian tubuh tertentu, meningkatkan atau memelihara kebugaran, dan menjaga kesehatan tubuh. Pada saat latihan fisik terjadi penggunaan anggota tubuh atau terdapat aktivitas otot yang membutuhkan konsumsi energi untuk menghasilkan efek atau kondisi tertentu pada tubuh (Cotman dan Berchtold, 2006). Latihan fisik sangat penting untuk menjaga kebugaran tubuh dan berkontribusi positif dalam memelihara berat tubuh ideal, membangun dan menjaga kepadatan tulang, membangun kekuatan otot dan pergerakan sendi, memelihara fisiologis tubuh, dan meningkatkan daya tahan tubuh.

Latihan fisik juga dapat meningkatkan kadar endorfin dan serotonin dalam peredaran darah serta otak (Young, 2007). Melalui mekanisme ini, latihan fisik diindikasikan dapat mencegah stres dan depresi ringan. Selain itu, latihan fisik diketahui dapat meningkatkan fungsi kognisi. Fungsi kognisi adalah fungsi-fungsi yang terkait dengan proses berpikir tentang seseorang atau sesuatu. Proses ini dilakukan untuk memperoleh pengetahuan dan memanipulasi pengetahuan melalui aktivitas mengingat, menganalisis, memahami, menilai, menalar, membayangkan dan berbahasa. Dalam istilah biologi, kognisi dapat diartikan sebagai kemampuan suatu individu untuk menerima, mengolah, dan memberikan respon yang tepat terhadap suatu rangsang (Carlson, 2013; Reece *et al.*, 2011; Campbell *et al.*, 2007). Oleh karena itu, proses belajar dan mengingat informasi (memori) merupakan bagian dari kognisi. Belajar atau pembelajaran merupakan kemampuan untuk memodifikasi perilaku yang diperoleh dari pengalaman. Modifikasi perilaku terjadi sebagai akibat dari adanya perubahan pada sistem saraf selama proses pembelajaran berlangsung. Proses pembelajaran melibatkan perubahan dan perkembangan perilaku untuk beradaptasi terhadap perubahan lingkungan serta memberi respons yang tepat terhadap stimulus. Sementara memori diartikan sebagai proses menahan, menyimpan, dan memanggil kembali informasi atau sensasi yang diperoleh dari proses pembelajaran. Memori mengacu pada perubahan yang terjadi pada sistem saraf selama proses pembelajaran berlangsung. Bersamaan dengan berlangsungnya proses pembelajaran, terjadi pembentukan memori terhadap proses pembelajaran yang sedang berlangsung dengan mengaktifasi penjaluran sinaptik di antara neuron-neuron yang terlibat. Mekanisme pembelajaran dan mengingat informasi merupakan proses rumit yang terjadi pada sistem saraf. Proses pembelajaran dan memori pada level seluler melibatkan perubahan anatomi dan fisiologi pada neuron dan sinaps, diantaranya melibatkan mekanisme peningkatan pelepasan neurotransmitter, fasilitasi sinaps, dan pembentukan koneksi sinaps tambahan untuk meningkatkan efek pada neuron pascasinaps sehingga komunikasi dan kerja neuron lebih optimum (Carlson, 2013).

Latihan fisik membuat anak lebih sehat, tidak mudah lelah, dan tidak mudah sakit. Bahkan latihan fisik yang teratur membuat anak lebih fokus dalam menerima pelajaran, lebih bahagia, dan kompetitif. Saat melakukan

aktivitas fisik pembuluh darah akan melebar, aliran darah akan lebih lancar, dan sistem hormonal akan bekerja optimal. Oksigen serta zat-zat gizi yang dibawa oleh sel-sel darah akan beredar secara optimal ke seluruh tubuh, termasuk ke otak. Saat otak memperoleh oksigen dan nutrisi yang optimal maka otak akan bekerja secara optimal sehingga anak akan lebih fokus dalam menerima pelajaran. Dalam masa tumbuh kembang anak, hormon pertumbuhan akan bekerja maksimal pada anak yang melakukan latihan fisik teratur. Selain hormon pertumbuhan, hormon endorfin, serotonin, dan adrenalin juga ikut berfungsi optimal sehingga memberikan efek rasa bahagia dan kompetitif pada anak tersebut. Kondisi ini membuat anak menjadi lebih bugar. Bugar adalah suatu kondisi fisik yang optimal dalam melakukan aktivitas sehari-hari tidak mengalami kelelahan yang berlebihan. Dapat dikatakan, bugar merupakan keadaan yang lebih baik daripada sehat. Tingkat kebugaran yang baik sangat penting dalam menjaga fokus anak dalam

beraktivitas, termasuk belajar dan mengingat informasi. Pada anak sekolah, semakin baik tingkat kebugaran maka anak akan semakin baik dalam menerima pelajaran, semakin baik tingkat kebugaran semakin baik sistem pertahanan tubuh melindungi anak dari agen penginfeksi atau penyebab penyakit lainnya sehingga angka absensi karena sakit akan semakin rendah.

Melalui berbagai penelitian yang dilakukan, latihan fisik diketahui dapat berkontribusi positif terhadap peningkatan fungsi kognisi, termasuk proses belajar dan memori. Penelitian-penelitian terkait latihan fisik dalam meningkatkan kinerja otak pada anak juga telah dilakukan. Tomporowski *et al.* (2008) memaparkan bahwa terdapat hubungan antara latihan fisik atau latihan fisik dengan tingkat intelegensi, kemampuan kognisi, dan prestasi akademik anak. Kesimpulan tersebut disampaikan oleh Tomporowski *et al.* (2008) berdasarkan berbagai penelitian seperti tertera pada tabel 1 dan 2 berikut ini.

Tabel 1. Ringkasan Penelitian Prospektif dan Eksperimental mengenai Efek Kronis Latihan fisik terhadap Tingkat Intelegensi, Kognisi, dan Prestasi Akademik pada Anak

Penulis	n	Sampel	Desain	Jenis Latihan fisik	Durasi	Uji	Hasil
Latihan fisik dan tingkat intelegensi anak							
Corder (1966)	8	12-16 tahun; RM	R	Keseimbangan dan koordinasi	20 hari	WISC	Tidak dapat disimpulkan
Brown (1967)	40	12 tahun; RM	R	Latihan kekuatan	6 minggu	Standford-Binet	Meningkat
Ismail (1967)	142	10-12 tahun	R	Menambah mata pelajaran latihan fisik	1 tahun akademik	Vineland Otis	Meningkat
Latihan fisik dan kognisi							
Tuckman dan Hinkle (1986)	154	9-12 tahun	R	Berlari aerobik	12 minggu	Perseptual-motorik	Tidak ada efek
Hinkle <i>et al.</i> (1993)	42	13-14 tahun	R	Berlari aerobik	8 minggu	Kreativitas	Meningkat
Zervas <i>et al.</i> (1991)	26	11-14 tahun	R	Latihan fisik aerobik	6 bulan	Mencocokkan desain	Tidak dapat disimpulkan
Davis <i>et al.</i> (2007)	30	8-10 tahun	R	Latihan fisik aerobik	10-15 minggu	CAS: eksekutif non-eksekutif	Meningkat
Latihan fisik dan prestasi akademik							
Ismail (1967)	142	10-12 tahun	R	Menambah mata pelajaran latihan fisik	1 tahun akademik	SAAT	Meningkat
Shepard <i>et al.</i> (1984)	546	Kelas 1-6 SD	NR	Menambah mata pelajaran latihan fisik	1 tahun akademik	Rangking kelas	Tidak dapat disimpulkan
Dwyer <i>et al.</i> (1983)	~500	Kelas 5 SD	NR	Latihan fisik aerobik	1 tahun akademik	ACER GAP	Tidak ada efek

Sallis <i>et al.</i> (1999)	759	TK-Kelas 5 SD	NR	Menambah mata pelajaran latihan fisik	1 tahun akademik	MAT	Tidak dapat disimpulkan
Coe <i>et al.</i> (2006)	214	Kelas 6 SD	R	Menambah mata pelajaran latihan fisik	4 bulan	TN	Tidak ada efek

Keterangan: n (jumlah partisipan); RM (retardasi mental); R (*random assignment*); NR (*non-random assignment*); WISC (*Wechsler Intelligence Scale for Children*); CAS (*Cognitive Assessment System*); SAAT (*Stanford Academic Achievement Test*); ACER (*Arithmetic Test Form C*); GAP (*Reading Comprehension Test*); MAT (*Metropolitan Achievement Test*); TN (*Terra Nova Test*).

Tabel 2. Ringkasan Penelitian Kolerasional mengenai Hubungan antara Kebugaran Fisik dan Prestasi Akademik

Penulis	n	Sampel	Pengukuran	Hasil
Castelli <i>et al.</i> (2007)	259	Level 3 dan 5	<i>Fitnessgram^a academic achievement^b</i>	Asosiasi positif
Departemen Pendidikan Kalifornia (2005)	1.036.386	Level 5, 7, dan 9	<i>Fitness battery academic achievement^c</i>	Asosiasi positif
Dwyer <i>et al.</i> (2001)	7.961	7-15 tahun	<i>Fitness battery teacher rating</i>	Asosiasi positif
Tremblay <i>et al.</i> (2000)	6.856	Level 6	<i>Self-report fitness academic achievement^d</i>	Tidak ada asosiasi

Keterangan: n (jumlah anak); ^a*Cooper Institute for Aerobic Research*; ^b*Illinois Scholastic Achievement Test*; ^c*California Standards Test*; ^d*New Brunswick Departement of Education*

Penelitian Davis *et al.* (2011) menunjukkan bahwa latihan fisik memberikan manfaat dalam hal fungsi eksekutif dan prestasi dalam pelajaran matematika pada anak dengan kelebihan berat badan (*overweight*). Davis *et al.* (2011) melakukan studi terhadap 171 anak berumur 7-11 tahun yang mengalami kelebihan berat badan. Anak-anak tersebut dibagi secara acak untuk melakukan program latihan fisik selama 20 atau 40 menit/hari selama 13-16 minggu. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa latihan fisik dapat menjaga bobot tubuh dan menurunkan faktor resiko obesitas. Selain itu, latihan fisik pada studi ini menunjukkan perbaikan atau peningkatan spesifik pada fungsi eksekutif dan perubahan aktivitas otak, yaitu terjadi peningkatan aktivitas korteks prefrontal bilateral dan penurunan aktivitas korteks parietal posterior bilateral. Penelitian lain dari Tomporowski *et al.* (2015) juga menunjukkan bahwa efek akut maupun kronis dari latihan fisik berkontribusi positif tidak hanya bagi kesehatan anak, tetapi juga berperan positif terhadap performa akademik. Walaupun begitu, asosiasi antara latihan fisik dan performa akademik merupakan hal yang kompleks sehingga masih perlu dilakukan penelitian dan telaah literatur yang mendalam untuk memahami dengan komprehensif bagaimana alur sebab-akibat antara latihan fisik dengan fungsi kognisi pada

anak. Kompleksitas dan berbagai faktor harus menjadi pertimbangan untuk memperoleh hasil representatif. Mulai dari tipe latihan fisik (jenis, intensitas, dan durasi), faktor sosio-ekonomi partisipan, perangkat penilaian yang digunakan, dan lainnya.

Sejalan dengan penelitian-penelitian sebelumnya, Raine *et al.* (2013) melakukan studi yang menunjukkan bahwa derajat kebugaran dapat meningkatkan kemampuan belajar dan mengingat informasi (memori) pada anak. Pada penelitian ini, 48 anak berumur 9-10 tahun (24 anak dengan tingkat kebugaran tinggi dan 24 anak dengan tingkat kebugaran rendah). Untuk mengukur kemampuan belajar dan memori, anak-anak tersebut diminta untuk mempelajari nama daerah tertentu pada peta kemudian dilakukan uji. Tidak ada perbedaan hasil pada uji yang dilakukan segera setelah sesi belajar. Namun, setelah diberi waktu retensi selama satu hari dan anak-anak tersebut diuji kembali keesokan harinya, anak-anak dengan tingkat kebugaran tinggi mampu menyelesaikan uji dengan lebih baik dibandingkan anak-anak dengan tingkat kebugaran rendah. Tingkat kebugaran sangat dipengaruhi oleh aktivitas fisik yang dilakukan oleh anak dalam kehidupan sehari-hari. Anak-anak dengan kebugaran tubuh tinggi merupakan anak-anak yang memiliki aktivitas fisik tinggi dan

atau melakukan latihan fisik secara teratur. Sementara anak-anak dengan kebugaran rendah cenderung inaktif dalam hal aktivitas fisik. Hal ini menjadi pemicu bagi orang tua dan masyarakat pada umumnya bahwa mengajak anak untuk aktif secara fisik tidak hanya memberikan efek positif bagi kesehatan, tetapi juga bagi kemampuan kognisi dan kinerja otak pada anak. Sementara itu, penelitian lain dari Piepmeyer *et al.* (2015) menjelaskan bahwa latihan fisik juga memberikan manfaat positif bagi anak berkebutuhan khusus, seperti *attention deficit hyperactivity disorder* (ADHD). Studi dilakukan pada anak dengan ADHD dan anak tanpa ADHD, latihan fisik yang dilakukan merupakan latihan fisik dengan intensitas sedang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik anak dengan ADHD maupun tanpa ADHD mampu menunjukkan performa yang lebih baik dalam menyelesaikan *Stroop Test* setelah melakukan prosedur latihan fisik pada studi ini.

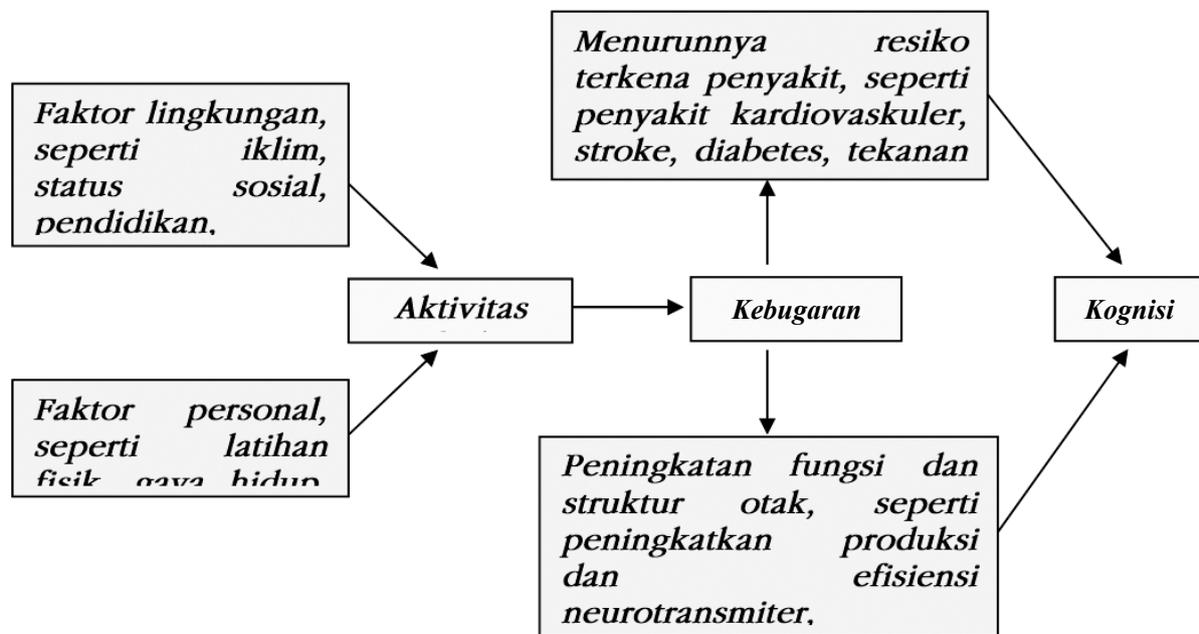
Paparan di atas menjelaskan hubungan antara latihan fisik dengan tingkat intelegensi, kognisi, dan prestasi akademik pada anak. Walaupun beberapa penelitian memberikan hasil yang tidak dapat disimpulkan, tetapi tidak ada penelitian yang memperlihatkan hasil negatif terkait latihan fisik dan fungsi kognisi. Sebagian besar penelitian menunjukkan hasil yang sejalan, yaitu latihan fisik berkontribusi positif terhadap peningkatan kinerja otak. Bagaimana latihan fisik dapat meningkatkan kinerja otak? Apa yang terjadi di dalam tubuh ketika berlatih fisik sehingga dapat meningkatkan kinerja otak? Berbagai penelitian mengenai pengaruh latihan fisik pada level sel dan molekul telah banyak dilakukan untuk mengetahui bagaimana latihan fisik dapat memengaruhi metabolisme tubuh, memengaruhi aktivitas seluler dan molekuler tubuh, khususnya yang terkait dengan fungsi kognisi. Latihan fisik diketahui dapat meningkatkan fungsi dan struktur otak melalui beberapa mekanisme, yaitu meningkatkan asupan nutrisi dan oksigen ke otak. Meningkatnya suplai nutrisi dan oksigen menuju otak akan memelihara bahkan meningkatkan kualitas struktur otak sehingga otak dapat menjalankan fungsinya dengan optimal (McAuley *et al.*, 2004). Latihan fisik juga disebutkan dapat mengaktifasi sistem antioksidan. Antioksidan merupakan molekul yang dapat mengkatalisis pemecahan radikal bebas menjadi bentuk yang lebih stabil sehingga aktivitas metabolisme tubuh dapat berlangsung dengan baik (Salim *et*

al., 2010; Ayoub, 2009). Selain itu, latihan fisik berperan dalam meningkatkan kadar neurotropik yang bersifat neuroprotektif serta menginduksi pertumbuhan sel saraf, memelihara plastisitas sinaps, dan pembentukan *long-term potentiation* (LTP). Mekanisme LTP diduga kuat bertanggung jawab dalam proses pembentukan memori jangka panjang (*long-term potentiation/LTM*). (Kobilo *et al.*, 2011; Borghet *et al.*, 2007). Memori disimpan dalam bentuk jaras memori pada sistem saraf. Lamanya memori disimpan bergantung pada banyaknya frekuensi aktivasi terhadap jaras memori tersebut. Jaras memori terdiri dari sejumlah sinaps yang teraktivasi di antara neuron-neuron yang terlibat dalam pembentukan suatu memori. Sinaps merupakan suatu struktur yang menjadi titik temu antara satu neuron dengan neuron lainnya sehingga konduksi impuls dapat diteruskan dari satu neuron ke neuron lainnya. Telah disebutkan sebelumnya bahwa latihan fisik ikut berperan dan dalam memelihara plastisitas sinaps dan bahkan berperan sinaptogenesis (pembentukan sinaps baru). Ketika satu neuron sering berkomunikasi dengan neuron lain, ujung aksonnya akan membentuk cabang yang kemudian membentuk sinaps tambahan sehingga neuron presinaps memiliki efek lebih besar terhadap potensial membran neuron pascasinaps dan komunikasi antar neuron dapat berjalan lebih cepat dan lebih efektif (Carlson, 2013).

Penelitian Erickson *et al.* (2011) dan Pajonk *et al.* (2010) menunjukkan bahwa latihan fisik meningkatkan volume hipokampus dan mencegah atrofi pada hipokampus. Hipokampus merupakan bagian penting dalam sistem limbik yang berperan dalam meregulasi ekspresi emosi dan memori emosi. Hipokampus terlibat dalam beberapa aspek memori, pengendalian fungsi otonom, dan ekspresi emosional. Selain berperan dalam proses belajar dan memori serta emosi, hipokampus juga terlibat dalam kemampuan navigasi dan kemampuan mengingat jalur/rute. Kerusakan pada hipokampus dapat menyebabkan individu mengalami *anterograde amnesia* yang menyebabkan individu penderita amnesia ini mengalami kesulitan dalam membentuk memori baru (Carlson, 2013). Oleh karena itu, aktivitas fisik menjadi faktor penting yang berperan dalam memelihara plastisitas otak. Selain itu, latihan fisik juga dapat meningkatkan fungsi kognisi dengan memengaruhi sistem neurotransmitter, seperti

epinefrin (E), dopamin (DA), norepinefrin (NE), serta serotonin (5-HT) (Hertzog *et al.*, 2009; Smriga *et al.*, 2006); Ahmadiasi *et al.*, 2003; Meeusen dan de Meirleir, 1995). Jalur neuron yang sering diaktivasi akan meningkatkan sintesis neurotransmitter dan pelepasan neurotransmitter lebih banyak pada setiap stimulasi. Semakin banyak jumlah neurotransmitter yang dilepaskan, semakin besar efek pada neuron pascasinaps. Borghet *et al.* (2007) melalui hasil penelitiannya memperlihatkan bahwa berlari dapat meningkatkan neurogenesis pada hipokampus tikus, peningkatan neurogenesis tersebut diduga terkait dengan meningkatnya performa hewan coba dalam menyelesaikan uji belajar dan memori dengan Y-maze. Kobilio *et al.* (2011) juga menunjukkan bahwa berlari dapat meningkatkan kadar *brain-derived neurotrophic factor* (BDNF) pada hipokampus sehingga berperan dalam meningkatkan

neurogenesis pada regio otak tersebut. Peningkatan fungsi dan struktur hipokampus ini berperan penting dalam meningkatkan proses belajar dan memori bergantung pada hipokampus (*hippocampal-dependent learning and memory*), di antaranya proses belajar dan memori spasial. Selain meningkatkan sinaptogenesis dan neurogenesis, latihan fisik juga dapat meningkatkan angiogenesis (Waters *et al.*, 2004; Lopez-lopez *et al.*, 2004; Swain *et al.*, 2003). Angiogenesis merupakan proses pembentukan pembuluh darah baru sehingga dapat meningkatkan sirkulasi tubuh dan transpor oksigen serta nutrisi menuju area tubuh/organ/jaringan yang mengalami peningkatan angiogenesis. Secara ringkas, skema pada gambar 1 menjelaskan bagaimana latihan fisik berperan dalam meningkatkan aktivitas fisik sehingga dapat meningkatkan fungsi kognisi.



Gambar 1. Berbagai Faktor yang Memengaruhi Fungsi Kognisi.

Cotman dan Berchtold (2006) menunjukkan bahwa latihan fisik, berlari (*voluntary running*), dapat meningkatkan konsentrasi BDNF pada hipokampus tikus dan mencit. Peningkatan kadar BDNF dapat meningkatkan pembentukan LTP, meningkatkan pelepasan neurotransmitter (asetilkolin/ACh), GABA, monoamin, dan glutamat/Glu), melindungi konektivitas dan plastisitas neuron, sinaptogenesis, dan berperan dalam neurogenesis. BDNF juga berperan dalam meningkatkan fungsi kognisi

dengan memengaruhi kerja metabotropin (protein yang terlibat dalam menjaga keseimbangan metabolisme energi sel, seperti IGF-1 (*insulin-like growth factor*), dan ghrelin).

Telah disebutkan sebelumnya bahwa latihan fisik berkontribusi dalam meningkatkan kadar neurotransmitter monoamin di otak. Salah satu neurotransmitter tersebut adalah serotonin. Peningkatan kadar serotonin pada otak dapat memengaruhi berbagai fungsi otak, termasuk proses belajar dan

memori. Peningkatan kadar serotonin yang diinduksi oleh latihan fisik terjadi karena adanya peningkatan transpor triptofan dari plasma menuju otak. Triptofan merupakan asam amino esensial yang menjadi prekursor serotonin. Triptofan memiliki afinitas yang cukup kuat terhadap albumin dalam plasma darah, oleh karena itu, triptofan cenderung berikatan dengan albumin dalam plasma. Triptofan yang terikat pada albumin tidak dapat menembus sawar otak. Pada saat berlatih fisik terjadi peningkatan pemecahan lemak (triasiglislerol) di dalam tubuh sehingga kadar asam lemak yang tidak teresterifikasi atau NEFA (*non-esterified fatty acid*) juga mengalami peningkatan dalam plasma, konsentrasi NEFA yang tinggi dalam plasma menyebabkan disosiasi ikatan antara triptofan dan albumin sehingga kadar triptofan bebas meningkat. Latihan fisik juga meningkatkan pengambilan asam amino rantai bercabang atau BCAA (*branched-chain amino acid*) oleh otot rangka sehingga kadar BCAA dalam plasma menurun. BCAA menggunakan protein transporter yang sama dengan triptofan untuk menembus sawar otak sehingga semakin rendah kadar BCAA berimplikasi pada penurunan jumlah kompetitor bagi triptofan untuk menembus sawar otak. Peningkatan kadar triptofan bebas bersamaan dengan menurunnya kadar BCAA dalam plasma dapat meningkatkan laju transpor triptofan melewati sawar otak (Alberghina *et al.*, 2010; Fernstrom dan Fernstrom, 2006). Meningkatnya ketersediaan triptofan pada otak menyediakan substrat yang lebih melimpah untuk sintesis dan pelepasan serotonin oleh neuron serotonergik pada otak.

Serotonin dikenal sebagai *feel good chemical* yang bertanggung jawab dalam menimbulkan rasa nyaman-bahagia sehingga peningkatan kadar serotonin di otak berperan dalam meningkatkan rasa nyaman dan bahagia, menurunkan perasaan tertekan/stres, serta memperbaiki *mood*. Selain itu, serotonin juga telah terbukti terlibat dalam proses belajar-mengingat pada level seluler baik secara langsung maupun tidak langsung. Diketahui bahwa jalur neuron serotonergik menginervasi berbagai daerah pada sistem saraf pusat, salah satu bagian yang padat diinervasi oleh neuron serotonergik adalah hipokampus yang merupakan bagian dari sistem limbik. Hipokampus memegang peran penting dalam proses belajar dan memori serta kemampuan navigasi. Selain itu, beragam reseptor serotonin dapat ditemukan di hampir seluruh

bagian otak. Hampir seluruh jenis reseptor serotonin juga dapat ditemukan melimpah pada hipokampus sehingga memungkinkan serotonin terlibat dalam berbagai mekanisme seluler dari proses belajar dan memori pada hipokampus bergantung pada jenis reseptor yang diaktivasi, diantaranya depolarisasi dan eksitasi sel saraf postsinaptik, mekanisme fasilitasi sinaps, peningkatan pelepasan neurotransmitter lain (seperti asetilkolin, glutamat, GABA, dopamin), dan pembentukan neuron (*neurogenesis*) serta sinaps tambahan (*synaptogenesis*). Oleh karena itu, peningkatan kadar serotonin di otak yang diinduksi oleh latihan fisik, juga berimplikasi pada peningkatan kadar neurotransmitter ini pada hipokampus sehingga berkontribusi dalam meningkatkan fungsi dan struktur hipokampus. Peningkatan fungsi dan struktur hipokampus ini berperan dalam meningkatkan kemampuan belajar dan memori, khususnya pembelajaran dan memori bergantung pada hipokampus (*hippocampal-dependent learning and memory*) (Carlson, 2013; Young, 2007; Djavadian, 2004).

Paparan pada artikel ini telah menjelaskan pentingnya latihan fisik bagi kinerja otak dan bagaimana latihan fisik dapat meningkatkan kinerja otak, termasuk fungsi kognisi, pada level seluler maupun molekuler. Namun, terdapat bahasan lain yang perlu menjadi perhatian terkait aktivitas fisik pada anak, yaitu jumlah dan jenis aktivitas fisik pada anak-anak dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain faktor fisiologis, biomekanik, dan faktor sosial. Faktor gen juga diduga memengaruhi variasi aktivitas fisik yang dapat dilakukan seseorang. Pengaruh genetik ini terutama dapat teramati pada latihan intensif/intensitas tinggi dan intensitas rendah, serta aktivitas spontan. Seseorang dengan kelainan genetik tertentu cenderung mengalami kesulitan ketika diminta untuk melakukan latihan fisik tersebut. Teori perilaku kognitif sosial menjelaskan bahwa model belajar dari perilaku orang tua merupakan komponen penting dalam pembentukan perilaku anak. Keluarga, terutama orang tua, memegang peran yang sangat potensial dalam mengintervensi perilaku anak, termasuk di dalamnya meningkatkan aktivitas fisik anak. Penelitian Fogelholm *et al.* (1999) mengenai peran orang tua dalam memengaruhi pola aktivitas fisik dan obesitas pada anak menunjukkan bahwa hubungan orang tua-anak dalam inaktivitas lebih kuat dibandingkan hubungan orang tua-anak dalam aktivitas fisik yang tinggi. Hal ini

berarti kebiasaan orang tua yang memiliki aktivitas fisik rendah cenderung diikuti oleh anak mereka, dibandingkan kebiasaan orang tua beraktivitas tinggi. Kebiasaan orang tua beraktivitas tinggi hanya berkorelasi positif lemah terhadap aktivitas tinggi pada anak. Namun, perilaku orang tua dengan aktivitas fisik rendah/inaktif berkorelasi positif kuat dengan rendahnya aktivitas fisik pada anak-anak mereka. Hasil penelitian Fogelholm *et al.* (1999) juga menunjukkan bahwa aktivitas fisik ibu yang tinggi berkorelasi positif kuat dengan tingkat aktivitas anak laki-laki mereka. Oleh karena itu, konsep tradisional asosiasi ayah-anak yang kuat tentang aktivitas fisik mungkin harus dievaluasi ulang. Sayangnya, rancangan *cross-sectional* dari penelitian tersebut tidak dapat mengidentifikasi hubungan sebab-akibat. Intervensi longitudinal diperlukan untuk menunjukkan bagaimana pola aktivitas orang tua benar-benar memengaruhi aktivitas anak mereka. Walaupun begitu, hal ini harus menjadi perhatian bagi orang tua dan juga orang dewasa lainnya di dalam keluarga bahwa perilaku dan kebiasaan orang tua/orang dewasa dalam keluarga merupakan faktor penting dalam membentuk perilaku dan kebiasaan anak. Orang tua perlu mulai meningkatkan aktivitas fisik dan melakukan latihan fisik sehingga bukan hanya kesehatan dan kebugaran diri anda yang terpelihara, tetapi hal tersebut juga membantu anak-anak agar termotivasi untuk bergerak lebih aktif.

Penjelasan pada artikel ini diharapkan dapat menambah wawasan bahwa aktivitas fisik berupa latihan fisik sangat penting bagi anak. Para orang tua tidak perlu lagi kebingungan mencari suplemen untuk menstimulasi kinerja otak anak. Cukup luangkan waktu, lakukan aktivitas fisik bersama, kemas latihan fisik dalam bentuk permainan yang menyenangkan bagi anak. Dengan melakukan hal tersebut, orang tua dan buah hati mereka akan memperoleh manfaat latihan fisik baik bagi kesehatan maupun bagi kinerja otak.

Kesimpulan

Latihan fisik merupakan cara mudah, murah, serta efektif terhadap peningkatan kinerja otak, termasuk fungsi kognisi. Latihan fisik tidak hanya berperan penting dalam menjaga kebugaran tubuh, tetapi juga diketahui dapat mencegah stres dan depresi ringan. Selain itu, latihan fisik diketahui dapat meningkatkan fungsi kognisi melalui beberapa mekanisme, yaitu meningkatkan

asupan nutrisi dan oksigen ke otak, aktivasi sistem antioksidan, meningkatkan neurotropik yang bersifat neuroprotektif serta menginduksi pertumbuhan sel saraf (neurogenesis), memelihara plastisitas sinaps, dan pembentukan LTP, meningkatkan volume hipokampus dan mencegah atrofi pada hipokampus. Selain itu, latihan fisik juga dapat meningkatkan fungsi kognisi dengan memengaruhi sistem neurotransmitter dan meningkatkan angiogenesis. Walaupun korelasi antara latihan fisik dan fungsi kognisi pada level individu dan populasi merupakan hal yang kompleks karena melibatkan banyak faktor, berbagai penelitian sudah memperlihatkan bahwa latihan fisik memberikan efek akut dan kronis yang positif terhadap peningkatan fungsi kognisi tingkat intelegensia, dan prestasi akademik.

Latihan fisik merupakan faktor penting tidak hanya bagi kesehatan, tetapi juga bagi fungsi kognisi. Informasi ini seharusnya dapat sampai kepada masyarakat awam sehingga dapat mendorong masyarakat untuk bergerak lebih aktif secara fisik. Berkaitan dengan pentingnya latihan fisik bagi tumbuh kembang fungsi kognisi bagi anak, perlu kerja sama yang komprehensif antara pemegang kebijakan, institusi pendidikan, pendidik, dan orang tua untuk dapat memberikan aktivitas fisik atau latihan fisik yang memadai bagi anak. Selain itu, karena fungsi kognisi merupakan kemampuan kompleks yang dipengaruhi oleh banyak faktor maka perlu dilakukan penelitian-penelitian terkait latihan fisik dan fungsi kognisi di Indonesia. Indonesia merupakan negara yang luas dan memiliki karakteristik geografi, budaya, serta profil sosial-ekonomi beragam sehingga diperlukan data yang cukup dan valid untuk menganalisis dengan baik hubungan antara latihan fisik dengan peningkatan fungsi kognisi.

Daftar Pustaka

- Ahmadiasl N, Alaei H, Hänninen O (2003). Effect of Exercise on Learning, Memory, and Level of Epinephrine in Rat`s Hippocampus. *Journal of Sport Science & Medicine*. Vol.2, pp.106-9.
- Alberghina D, Giannetto C, Piccione G (2010). Peripheral Serotonergic Response to Physical Exercise in Athletic Horses. *J Vet Sci*. Vol.11, No.4, pp.285-289.
- Ayoub SM (2009). Effect of Exercise on Spatial Learning and Memory in Male Diabetic Rats. *Int J Diabetes & Metabolism*. Vol.17,

- pp.93-98.
- Blecharz-Klin K, Piechal A, Joniec I, Pyrzanowska J, Widy-Tyszkiewicz E (2009). Pharmacological And Biochemical Effects of *Ginkgo Biloba* Extract on Learning, Memory Consolidation and Motor Activity in Old Rats. *Acta Neurobiol Ex.* Vol.69, pp.217-231.
- Borghot KVD, Havekes R, Bos T, Eggen BJJ, van der Zee EA (2007). Exercise Improves Memory Acquisition and Retrieval in The Y-Maze Task: Relationship with Hippocampal Neurogenesis. *Behavioral Neuroscience.* Vol.121, No.2, pp.324-334.
- Campbell NA, Reece JB, Taylor MR, Simon EJ (2007). *Biology: Concepts and Connections.* USA: Pearson/Benjamin Cummings.
- Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM (1985). Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public Health Reports.* Vol.100, No.2, pp.126-131.
- Carlson NR (2013). *Physiology of Behavior.* 11th Edition. USA: Pearson Education, Inc.
- Chuang TY, Chen WF (2009). Effect of Computer-Based Video Games on Children: an Experimental Study. *Educational Technology & Society.* Vol.12, No.2, pp.1-10.
- Cotman CW, Berchtold NC (2006). Exercise: A Behavioral Intervention to Enhance Brain Health and Plasticity. *Trends in Neurosciences.* Vol.25, No.6, pp.295-301.
- Davis CL, Tomporowski PD, McDowell JE, Austin BP, Miller PH, Yanasak NE., Allison JD, Naglieri JA (2011). Exercise Improves Executive Function and Achievement and Alters Brain Activation in Overweight Children: A Randomized, Controlled Trial. *Health Psychology.* Vol. 30, No. 1, pp.91-98.
- Dong S, Zeng Q, Mitchell ES, Xiu J, Duan Y, Li C, Tiwari JK (2012). Curcumin Enhances Neurogenesis and Cognition in Aged Rats: Implications for Transcriptional Interactions Related to Growth and Synaptic Plasticity. *Plos One.* Vol.7, No.2, pp.e31211-e31222.
- Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L (2011). Exercise Training Increase Size of Hippocampus and Improves Memory. *PNAS.* Vol.108, No.7, pp.3017-3022.
- Fernstrom JD, Fernstrom MH (2006). Exercise, Serum Free Tryptophan, and Central Fatigue. *J Nutr.;* 553S-5539S.
- Fogelholm M, Nuutinen O, Pasanen M, Myöhänen E, Säätelä T (1999). Parent-Child Relationship of Physical Activity Patterns and Obesity. *International Journal of Obesity.* Vo.23, pp.1262-1268.
- Franzoni AL, Assar S (2009). Student Learning Styles Adaptation Method Based on Teaching Strategies and Electronic Media. *Educational Technology & Society.* Vol.12, No.4, pp.15-29.
- Haque AM, Hashimoto M, Katakura M, Tanabe Y, Hara Y, Shido O (2006). Long-term Administration of Green Tea Catechins Improves Spatial Cognition Learning Ability in Rats. *J. Nutr.* Vol.136, pp.1043-1047.
- Hertzog C, Kramer FA, Wilson RS, Lindenberger U (2009). Enrichment Effects on Adult Cognitive Development, can the Functional Capacity of Older Adults be Preserved and Enhanced? *Aps.* Vol.9, No.1, pp.1-65.
- Jared SR (2010). Enhancement of Memory in Rats with *Centella asiatica*. *Biomedical Research.* Vol.21, No.4, pp.429-432.
- Katch VL, McArdle WM, Katch FI (2011). *Essential of Exercise Physiology.* 4th Edition, Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Kobilo T, Liu QR, Gandhi K, Mughal M, Shaham Y, van Praag (2011). Running is the Neurogenic and Neurotrophic Stimulus in Environmental Enrichment. *Learning and Memory.* Vol.18, pp.605-609.
- Lopez-Lopez C, LeRoith D, Torres-Aleman I (2004). Insulin-like Growth Factor I is Required for Vessel Remodeling in the Adult Brain. *Proc Natl Acad Sci USA.* Vol.101, pp.9833-9838.
- Martin K (2010). Brain boost: Sport and Physical Activity Enhance Children's Learning. Western Australia: Departement of Sport and Recreation of Western Australian Government.
- McAuley E, Kramer FA, Colcombe JS (2004). Cardiovascular Fitness and Neurocognitive Function in Older Adults: A Brief Review. *Brain, Behavior, & Immunity.* Vol.18, pp. 214-20.
- Meusen R, De Meirleir K (1995). Exercise and brain neurotransmission. *Sport Med.* Vol.20, No.3, pp.160-188.
- Noorafshan A, Asadi-Golshan R, Karbalay-Doust S, Abdollahifar MA, Rashidani-Rashidabadi A (2013). Curcumin, The Main Part of Turmeric, Prevents Learning and Memory Changes Induced by Sodium Metabisulfite, A Preservative Agent, in Rats. *Exp Neurobiol.* Vol.22, No.1, pp.23-30.
- Pajonk FG, Wobrock T, Gruber O, Scherk H,

- Berner D, Kaizl I (2010). Hippocampal Plasticity in Response to Exercise in Schizophrenia. *Arch Gen Psychiatry*. Vol.67, No.2, pp.133-143.
- Piepmeyer AT, Shih C, Whedon M, Williams LM, Davis ME, Henning DA, Park SY, Calkins SD, Etnier JL (2015). The effect of Acute Exercise on Cognitive Performance in Children With and Without ADHD. *Journal of Sport and Health Science*. Vol.4, pp. 97-104.
- Raine LB, Lee HK, Saliba BJ, Chaddock-Heyman L, Hillman CH, Kramer AF (2013). The Influence of Childhood Aerobic Fitness on Learning and Memory. *Plos One*. Vol.8, No.9, pp.1-6.
- Salim S, Sarraj N, Taneja M, Saha K, Tejada-Simon MV, Chugh G (2010). Moderate Treadmill Exercise Prevents Oxidative Stress-Induced Anxiety-Like Behavior in Rats. *Behavioural Brain Research*. Vol.208, pp.545-552.
- Smriga M, Kameishi M, Torii K (2006). Exercise-dependent Preferences for a Mixture of Branched-Chain Amino Acid and Homeostatic Control of Brain Serotonin in Exercising Rats. *J Nutr*. pp.548S-552S.
- Swain RA, Harris AB, Wiener EC, Dutka MV, Morris HD, Theien BE (2003). Prolonged Exercise Induces Angiogenesis and Increases Cerebral Blood Volume in Primary Motor Cortex of the Rat. *Neuroscience*. Vol.117, pp.1037-1046.
- Sydenham E, Dangour AD, Lim WS (2012). Omega 3 Fatty Acid for the Prevention of Cognitive Decline and Dementia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Vol.6. Doi: 10.1002/14651858.CD005379.pub3.
- Telama R, Yang X, Viikari J, Välimäki I, Wanne O, Raitakari O (2005). Physical Activity from Childhood to Adulthood: A 21-year Tracking Study. *American Journal of Preventive Medicine*. Vol.28, No.3, pp. 267-273.
- Tomporowski PD, Davis CL, Miller PH, Naglieri JA (2008). Exercise and Children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educ Psychol Rev*. Vol.20, No.2, pp.111-131.
- Tomporowski PD, McCullick B, Pendleton DM, Pesce C (2015). Exercise and Children's Cognition: the Role of Exercise Characteristics and a Place for Metacognition. *Journal of Sport and Health Science*. Vol. 4, pp. 47-55.
- Waters ER, Rotevain S, Li P, Annex HB, Yan Z (2004). Voluntary Running Induces Fiber Type-Specific Angiogenesis in Mouse Skeletal Muscle. *Am J Physiol Cell Physiol*. Vol.287. Doi: 10.1152/ajpcell.00247.2004.
- World Health Organization (2011). (<http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/en/index.html>) downloaded on July 22, 2017.
- Wu KJ, Hsieh MT, Wu CR, Wood WG, Chen YF (2012). Green Tea Extract Ameliorates Learning and Memory Deficits in Ischemic Rats via Its Active Component Polyphenol Epigallocatechin-3-Gallate By Modulation of Oxidative Stress and Neuroinflammation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. pp.1-11.
- Young SN (2007). How to Increase Serotonin in the Human Brain without Drugs. *J Psychiatry Neurosci*. Vol.32, No.6, pp.394-399.
- Zourikian N, Jarock C, Mulder K (2010). *Physical Activity, Exercise and Sports in: Ames C, Bedard L, Blanchette V, Brownlow M, Keilback C, Lillicrap D, et al (Ed.) All about Hemophilia: A Guide for Families, Canadian Hemophilia Society*, pp.12-1-12-18.