

HUBUNGAN KEMAMPUAN KOGNITIF DENGAN DAYA TAHAN JANTUNG PARU DAN KESEIMBANGAN PADA WANITA LANJUT USIA

Lisna Anisa Fitriana

Program Studi D3 Keperawatan Universitas Pendidikan Indonesia

*Email : lisna@upi.edu

Abstrak

Peningkatan derajat kesehatan menyebabkan bertambahnya usia harapan hidup yang menyebabkan jumlah lansia meningkat. Masalah kesehatan yang sering terjadi pada lansia biasanya disebabkan karena proses penuaan dan kurangnya aktivitas fisik. Salah satu latihan yang banyak digemari lansia di Indonesia adalah senam otak, tetapi informasi tentang manfaat senam otak masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan kemampuan kognitif dengan daya tahan jantung paru dan keseimbangan pada wanita lanjut usia yang mengikuti senam otak. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian prospektif yang diukur sebanyak empat kali, sebelum latihan, setelah 4 minggu, 8 minggu, dan 12 minggu latihan. Subjek penelitian terdiri dari 24 orang wanita lansia berusia 60-75 tahun yang berasal dari Panti Sosial Tresna Werdha Senjarawi yang dibagi menjadi dua kelompok, yaitu: 12 orang kelompok yang melakukan senam otak dan 12 orang kelompok sedenter. Variabel penelitian yang diukur adalah: (a) kemampuan kognitif dengan TMT-B (*trail making test-B*), (b) daya tahan jantung paru dengan tes jalan 6 menit, dan (c) keseimbangan dengan tes berdiri satu kaki-mata tertutup. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk, uji Levene's, dan uji korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kemampuan kognitif dengan daya tahan jantung paru ($r = -0,507$) ($p=0,093$) dan keseimbangan ($r = -0,567$) ($p\leq 0,05$) pada wanita lansia yang mengikuti senam otak. Simpulan dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara kemampuan kognitif dengan daya tahan jantung paru dan keseimbangan pada wanita lanjut usia.

Kata kunci: wanita lansia, kemampuan kognitif, daya tahan jantung paru, keseimbangan

Pendahuluan

Pelayanan kesehatan di Indonesia semakin membaik dengan salah satu indikator utama adalah meningkatnya derajat kesehatan masyarakat berupa meningkatnya usia harapan hidup, yaitu 67 tahun untuk laki-laki dan 71 tahun untuk perempuan.^{1,2} Peningkatan angka usia harapan hidup merupakan tanda positif dari keberhasilan pembangunan kesehatan, namun menempatkan Indonesia kedalam suatu masa pergeseran demografi yang mana struktur masyarakat Indonesia berubah dari masyarakat atau populasi muda pada tahun 1971 menjadi populasi yang lebih tua pada tahun 2020. Hal ini akan mengubah bentuk komposisi populasi penduduk Indonesia dari bentuk piramid menjadi bentuk bel (*bell shape*).^{1,2} Adapun yang dimaksud dengan lansia adalah sekelompok orang berusia di atas 60 tahun.¹

Menurut laporan data penduduk internasional yang dikeluarkan oleh *Bureau of the Census USA* dilaporkan bahwa Indonesia pada tahun 1990 sampai 2025 akan mempunyai kenaikan lansia sebesar 414%, suatu angka paling tinggi di seluruh dunia.^{1,2} Pada tahun 2005 jumlah lansia telah mencapai 17.767.709 atau 7,97% dari total populasi dan diproyeksikan meningkat menjadi 19.936.895 (8,48%) pada tahun 2010.¹ Jumlah lansia yang meningkat akan berdampak terhadap berbagai bidang, termasuk bidang kesehatan.^{1,3}

Permasalahan kesehatan yang terjadi pada lansia disebabkan oleh proses penuaan. Proses penuaan akan mengakibatkan terjadinya kemunduran fungsi organ-organ penting seperti sistem kardiovaskular, respirasi, neuromuskuloskeletal, kontrol postural, kemampuan fisik,

kemampuan otak, perubahan mental, serta tingginya angka kejadian penyakit-penyakit degeneratif kronik.^{1,2} Penyakit degeneratif yang banyak terjadi di antaranya hipertensi, penyakit jantung, stroke, diabetes melitus, kanker, osteoporosis, sarkopenia, dan demensia.²⁻⁴

Pada sistem saraf lansia mengalami penurunan koordinasi dan kemampuan dalam melakukan aktivitas sehari-hari.⁴ Penuaan menyebabkan penurunan persepsi sensorik dan respons motorik pada susunan saraf pusat dan penurunan reseptor proprioseptif.^{1,4} Hal ini terjadi karena susunan saraf pusat pada lansia mengalami perubahan morfologis dan biokimia. Berat otak pada lansia berkurang berkaitan dengan berkurangnya kandungan protein dan lemak pada otak sehingga otak menjadi lebih ringan. Akson, dendrit, dan badan sel saraf banyak yang mengalami kematian, sedangkan akson, dendrit, dan badan sel saraf yang hidup mengalami perubahan.⁴ Dendrit yang berfungsi untuk komunikasi antar sel saraf mengalami perubahan menjadi lebih tipis dan kehilangan kontak antar sel saraf. Daya hantar saraf mengalami penurunan 10% sehingga gerakan menjadi lamban. Akson dalam medula spinalis menurun 37%.^{1,4}

Proses menua dan usia lanjut memang proses alami. Fenomena menua yang paling dirasakan pada otak adalah kemunduran daya ingat (memori) dan intelegensi dasar.^{5,6} Kemunduran daya ingat berupa penurunan kemampuan penamaan dan proses mencari kembali informasi yang telah tersimpan di dalam memori. Sedangkan, intelegensi dasar merupakan penurunan fungsi otak bagian kanan, berupa kesulitan dalam komunikasi nonverbal, misalnya, pemecahan masalah, mengenal wajah orang, serta kesulitan dalam pemusatan perhatian dan konsentrasi.

Kemunduran intelektual bisa berupa mudah lupa (*forgetfulness*) sampai pada kemunduran berupa kepikunan (demensia). Saat ini prevalensi demensia meningkat pada lansia usia 65 tahun ke atas dan lebih meningkat tajam setelah usia 75 tahun.⁵ Hal ini terjadi akibat proses neurodegeneratif, yang mana otak lansia membutuhkan aktivasi yang lebih tinggi dibandingkan otak orang muda saat melakukan gerakan-gerakan koordinatif.⁶ Selain itu, proses neurodegeneratif juga bermanifestasi dalam bentuk penurunan waktu reaksi, kecepatan pengolahan informasi, memori, dan atensi.^{7,8}

Pemeliharaan suasana aerobik dapat memperbaiki aspek-aspek fungsi kognitif sebesar 20–30%.^{9,10} Olahraga diketahui dapat meningkatkan aliran darah ke otak dan meningkatkan faktor-faktor pertumbuhan saraf di otak seperti BDNF (*brain-derived neurotrophic factor*), bFGF (*basic fibroblast growth factor*), dan NGF (*nerve growth factor*).¹¹ Latihan otak yang ditujukan memberikan stimulasi kognitif, seperti berdiskusi tentang topik aktual, mengisi teka-teki, main catur, mendengarkan musik, dan berkesenian dapat membantu mempertahankan kemampuan kognitif lansia. Latihan tersebut mendorong berkembangnya dendrit, spina, dan meningkatkan plastisitas sistem saraf pusat.¹¹

Latihan fisik dapat menurunkan risiko-risiko penyakit kardiovaskular yang merupakan faktor etiologi utama stroke dan penurunan kemampuan kognitif pada lansia, khususnya yang diakibatkan oleh gangguan vaskularisasi otak. Selain itu, latihan fisik juga berperan dalam: (a) menghambat kerusakan DNA sel saraf akibat radikal bebas, (b) peningkatan proses neurogenesis, kemampuan belajar, dan memori, serta (c) peningkatan kadar zat-zat neurotropik yang berfungsi untuk melindungi sel-sel otak, seperti BDNF, bFGF, dan NGF.¹¹

Secara molekuler, latihan fisik diketahui dapat meningkatkan produksi mRNA dan protein BDNF di neuron glutamat terutama neuron di hipokampus dan korteks yang merupakan area

belajar dan memori. Produksi BDNF dapat merangsang ekspresi gen yang lain yaitu NARP dan COX-2 yang memiliki fungsi penting dalam meningkatkan plastisitas sinaps di otak.¹² Pengaturan sintesis BDNF dipengaruhi oleh neurotransmitter dari neuron nonhipokampal (asetilkolin, GABA, serotonin, norepinefrin) dan mekanisme neuroendokrin perifer (estrogen, kortikosteron, *growth factor*, dan IGF-1/*insulin-derived growth factor-1*).¹¹ Pengaturan tersebut akan menyebabkan perubahan struktur dan gen di otak yang akan meningkatkan fungsi kognitif.

Latihan fisik yang cocok bagi kondisi fisik lansia yaitu latihan aerobik yang dilakukan secara teratur dengan intensitas 50-70% denyut nadi maksimal, dilakukan minimal 3-5x/minggu dengan durasi latihan minimal $\pm$ 20-30 menit, dan gerakan ritmis yang relatif lambat. Aktivitas fisik dengan intensitas ringan sampai sedang yang dilakukan oleh lansia dapat mengurangi laju penurunan sejumlah fungsi fisiologis tubuh yang berhubungan dengan penuaan.

Berbagai macam bentuk latihan fisik bagi lansia pada saat ini antara lain senam lansia, senam jantung sehat, senam reumatik, senam tera, senam *pilates*, senam otak, dan lain-lain, namun pada saat ini peminat senam otak bertambah dengan pesat. Senam otak merupakan tipe latihan aerobik dengan intensitas ringan sedang yaitu 50-75% dari denyut nadi maksimal, frekuensi latihan minimal 3-5x/minggu dan waktu $\pm$ 20-30 menit.¹² Senam ini dirancang secara khusus untuk lansia pada tahun 2003 oleh Asosiasi Alzheimer Indonesia dengan nama senam Gerak dan Latih Otak (GLO).¹²⁻¹³

Senam otak atau GLO diketahui dapat meningkatkan fungsi otak terutama kewaspadaan, pemusatan perhatian, daya ingat, dan fungsi eksekutif.¹⁴ Selain itu, senam otak juga dapat meningkatkan kebugaran fisik, hal ini dapat dilihat dari prinsip-prinsip gerakannya yang terdiri dari *aerobic exercise*, *stretching*, *brain-body connection*, dan *crossing the body midline*.¹²

Latihan aerobik pada senam otak dapat meningkatkan transportasi oksigen ke seluruh tubuh termasuk otak. Peregangan otot-sendi (*stretching*) menimbulkan mikrotrauma pada otot yang merangsang produksi sitokin (interleukin-6) yang berfungsi menghancurkan sel-sel lama dan diganti menjadi sel-sel baru oleh interleukin-10. Gerakan *stretching* ini dapat menghindarkan *sensory motor amnesia* yaitu melupakan posisi tubuh dan anggota gerak saat melakukan aktivitas. Prinsip *brain-body connection* memiliki arti bahwa gerakan senam otak dilakukan secara perlahan, halus, penuh konsentrasi, dan penuh perhatian pada posisi dan gerakan tubuh dengan anggota tubuh yang berfungsi untuk melatih koordinasi, keseimbangan, dan mempertahankan sendi proprioseptif. Posisi gerakan yang berpusat di serebelum akan menyalurkan rangsangan ke seluruh bagian korteks serebri sebagai pusat kognitif, sehingga dapat meningkatkan potensi kognitif secara bermakna.¹⁴ Selain itu, gerakan menyilang garis tengah tubuh (*crossing the body midline*) dapat merangsang kedua belahan otak untuk bekerja sama sehingga menimbulkan pola pikir yang utuh dan menghindarkan lupa secara kognitif (*cognitively forgetfulness*) dengan meningkatkan kewaspadaan, perhatian, dan daya ingat.¹²⁻¹⁴

Dari hasil penelitian terhadap 70 orang lansia berusia 48-70 tahun, *pre and post test design* menunjukkan senam otak yang dilakukan selama 8 minggu dengan frekuensi 2x/minggu dan durasi 25-30 menit menunjukkan kenaikan performa kognitif sangat bermakna, yang mana secara klinis subjek wanita menunjukkan kemampuan kewaspadaan, pemusatan perhatian, daya ingat, dan fungsi eksekutif yang lebih baik dari pada pria.¹² Hal ini disebabkan karena faktor gaya hidup, pada lansia wanita biasanya kegiatannya lebih banyak di rumah, memasak

di dapur, sementara lansia pria biasanya rajin membaca koran dan menonton berita di televisi.⁹ Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa estrogen dapat meregulasi ekspresi gen BDNF untuk meningkatkan produksi BDNF, sehingga pada wanita yang telah menopause terjadi penurunan BDNF yang sangat penting dalam proses plastisitas sinaps di otak.¹³

Metode

Subjek penelitian ini adalah lansia yang dipilih secara acak dari Panti Sosial Tresna Werdha Senjarawi yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak termasuk kriteria eksklusi. Subjek penelitian akan dibagi dua kelompok, yaitu kelompok A dan kelompok B. Kelompok A adalah lansia yang diberikan senam otak dan kelompok B sedenter sebagai kontrol, hanya melakukan aktivitas sehari-hari. Subjek dalam penelitian ini berjumlah 24 orang yang dibagi menjadi dua kelompok, 12 orang mendapat perlakuan senam otak dan 12 orang sebagai kontrol/sedenter. Kelompok A mengikuti program senam otak selama 12 minggu dengan frekuensi 3 kali/minggu dan kelompok B hanya melakukan aktivitas sedenter.

Subjek yang diikutsertakan dalam penelitian ini adalah subjek yang telah memenuhi kriteria sebagai berikut:

- 1) Berusia 60-75 tahun sesuai dengan kriteria lansia menurut WHO
- 2) Sehat berdasarkan anamnesis, pemeriksaan kognitif (MMSE normal) dan pemeriksaan fisis
- 3) Memahami tujuan penelitian dan prosedur penelitian, serta bersedia mengikuti penelitian selama 12 minggu dengan frekuensi 3x/minggu secara sukarela dengan menandatangani lembar persetujuan (*informed consent*)
- 4) Mampu menyelesaikan seluruh tes kemampuan kognitif, daya tahan jantung paru, dan keseimbangan

Disain penelitian ini menggunakan *prospective experiment*. Sebelum diberikan perlakuan senam akan dilakukan tes skrining MMSE untuk menjaring calon subjek yang tidak sehat secara mental, kemudian dilakukan pengukuran kemampuan kognitif dengan TMT-B (*trail making test-B*), daya tahan jantung paru dengan tes jalan 6 menit, dan keseimbangan dengan tes berdiri satu kaki-mata tertutup. Pengujian normalitas data menggunakan uji Shapiro-Wilk untuk mengetahui rerata data sampel berdistribusi normal atau tidak normal. Pengujian homogenitas data menggunakan tes Levene's. Untuk mengetahui hubungan kemampuan kognitif dengan daya tahan jantung paru dan keseimbangan dilakukan uji korelasi Pearson. Penelitian dilakukan di Panti Sosial Tresna Werdha Senjarawi pada tanggal 19 April - 10 Juli 2010.

Hasil

Karakteristik fisik fisiologis subjek penelitian wanita lanjut usia berupa: umur (tahun), berat badan (kilogram), tinggi badan (meter), Indeks Massa Tubuh (kg/m^2), MMSE, dan tekanan sistol dan diastol (mmHg). Dengan uji *t-test* dari tabel 4.1 menunjukkan kedua kelompok subjek yang terdiri dari 12 orang kelompok A (yang diberi senam otak) dan 12 orang kelompok B (sedenter/kontrol) tidak berbeda nyata.

Tabel 4.1 Karakteristik Fisik Fisiologis Lansia Berdasarkan Kelompok

Karakteristik	Kelompok	n	$\bar{x}$	sd	P
Umur (thn)	Kelompok A (Senam Otak)	12	68,3	4,9	0,904
	Kelompok B (Sedenter/Kontrol)	12	68,5	5,2	
BB (kg)	Kelompok A (Senam Otak)	12	51,6	11,4	0,909
	Kelompok B (Sedenter/Kontrol)	12	51,1	11,4	
TB (m)	Kelompok A (Senam Otak)	12	1,4	0,1	0,108
	Kelompok B (Sedenter/Kontrol)	12	1,5	0,1	
IMT (kg/m ²)	Kelompok A (Senam Otak)	12	25,3	5,2	0,295
	Kelompok B (Sedenter/Kontrol)	12	23,3	3,5	
MMSE	Kelompok A (Senam Otak)	12	27,8	2,2	0,840
	Kelompok B (Sedenter/Kontrol)	12	27,7	1,7	
TD-SIS (mmHg)	Kelompok A (Senam Otak)	12	125,4	17,0	0,573
	Kelompok B (Sedenter/Kontrol)	12	129,2	15,1	
TD-DIAS (mmHg)	Kelompok A (Senam Otak)	12	80,0	6,0	0,451
	Kelompok B (Sedenter/Kontrol)	12	82,1	7,2	

Keterangan : $p > 0,05$ = data menunjukkan tidak berbeda nyata

Data hasil pengukuran kemampuan kognitif (detik) pada wanita lanjut usia antara kedua kelompok dilakukan uji normalitas Shapiro-Wilk, hasilnya menunjukkan sebagian besar data berdistribusi normal. Kemudian dilakukan uji homogenitas *Levene's test*, hasilnya menunjukkan sebagian besar data homogen, kecuali data pengukuran kemampuan kognitif pada minggu ke-8 dan minggu ke-12.

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara kemampuan kognitif dengan daya tahan jantung paru pada wanita lanjut usia yang mengikuti senam otak dilakukan Uji Korelasi *Pearson* seperti tercantum pada tabel 4.8. Hasil pengujian menunjukkan terdapat hubungan yang cukup erat antara kemampuan kognitif dengan daya tahan jantung paru ($r = -0,507$).

Tabel 4.2 Hubungan Antara Kemampuan Kognitif dengan Daya Tahan Jantung Paru pada Wanita Lanjut Usia pada Kelompok A (Senam Otak)

Variabel Penelitian	Statistik	Daya Tahan Jantung Paru (m)
Kemampuan Kognitif	r	-0,507
	p	0,093
	n	12

Keterangan :
 r = nilai koefisien korelasi
 p = *p-value*
 n = sampel

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara kemampuan kognitif dengan keseimbangan pada wanita lanjut usia yang mengikuti senam otak dilakukan Uji Korelasi *Pearson* seperti tercantum pada tabel 4.10. Hasil pengujian menunjukkan terdapat hubungan yang cukup erat antara kemampuan kognitif dengan keseimbangan ($r = -0,567$) ($p \leq 0,05$).

Tabel 4.3 Hubungan Antara Kemampuan Kognitif dengan Keseimbangan pada Wanita Lanjut Usia pada Kelompok A (Senam Otak)

Variabel Penelitian	Statistik	Keseimbangan (dtk)
Kemampuan Kognitif	r	-0,567
	p	0,055

Keterangan :
 r = nilai koefisien korelasi
 p = *p-value*
 n = sampel

Pembahasan

Hasil penelitian pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang cukup erat antara kemampuan kognitif dengan daya tahan jantung paru ($r = -0,507$). Hal ini berarti kemampuan kognitif semakin tinggi, maka daya tahan jantung paru semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian beberapa ahli yang menunjukkan bahwa daya tahan jantung paru berhubungan erat dengan fungsi eksekutif. Demikian pula, penelitian lain menunjukkan perbaikan fungsi kardiovaskular setelah melakukan program latihan fisik berkorelasi kuat dengan meningkatnya proses kognitif, stabilitas emosi, dan intelektual.⁹

Hasil penelitian pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang cukup erat antara kemampuan kognitif dengan keseimbangan ($r = -0,567$) ($p \leq 0,05$). Penelitian beberapa ahli pada lansia berusia lebih dari 80 tahun di panti jompo menunjukkan bahwa kemampuan kognitif berhubungan erat dengan kekuatan otot, keseimbangan, dan kecepatan berjalan. Hal ini disebabkan gerakan keseimbangan pada senam otak berpusat di serebelum dan akan menyalurkan rangsangan ke seluruh bagian korteks serebri, sehingga dapat meningkatkan fungsi kognitif.¹⁴

Dari uraian di atas dapat menjelaskan adanya hubungan antara kemampuan kognitif dengan daya tahan jantung paru dan keseimbangan pada lansia yang diberi senam otak dibandingkan lansia sedenter.

Simpulan dan Saran

Simpulan dari penelitian ini adalah terdapat hubungan yang erat antara kemampuan kognitif dengan daya tahan jantung paru dan keseimbangan. Adapun saran-saran bagi pelatih dan masyarakat khususnya lanjut usia dapat menggunakan senam otak sebagai bentuk latihan fisik yang efektif, efisien, dan aman dalam meningkatkan kemampuan kognitif dan kebugaran jasmani. Bagi pengelola dan pelaksana program pelayanan lansia agar merumuskan strategi, kebijakan, dan langkah-langkah yang dapat memotivasi masyarakat khususnya lansia untuk melakukan senam otak dalam upaya meningkatkan kemampuan kognitif dan kebugaran jasmani.

Referensi

1. Darmojo RB. Geriatri: ilmu kesehatan usia lanjut. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2006.
2. PKBI. Ringkasan eksekutif seminar dan lokakarya pengembangan pusat pelayanan lanjut usia. Jakarta: Perkumpulan Keluarga Berencana Indonesia.; 2001.
3. DepKes RI. Keputusan menteri kesehatan nomor 1202/Menkes/SK/ VIII/2003: Indikator indonesia sehat 2010 dan pedoman penetapan indikator provinsi sehat dan kabupaten/kota sehat. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia; 2003.
4. Pudjiastuti SS, Utomo B. Fisioterapi pada lansia. Jakarta: EGC; 2003.
5. Toulette C, Fabre C, Dangremont B, Lense G, Thevenon A. Effects of physical capacity of frail, demented patients with history of falling: a randomized controlled trial. Age and Ageing.

- 2003 [diunduh 3 November 2009]; 32: 67-73. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
6. Ward NS, Frackowiak RSJ. Age-related changes in the neural correlates of motor performance. *Brain*; 2003 [diunduh 3 November 2009]; 126:873-888. Tersedia dari: <http://www.neurology.org>.
 7. Hillman CH, Belopolsky AV, Snook EM, Kramer AF, McAuley, E. Physical activity and executive control: implications for increased cognitive health during older adulthood. *Research quarterly for exercise and support*. 2004 [diunduh 3 November 2009]; 75: 176-186. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
 8. Petrella JK, Miller LS, Cress ME. Leg extensor power, cognition, and functional performance in independent and marginally dependent older adults. *Age and ageing*. 2004 [diunduh 3 November 2009]; 33: 342-348. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
 9. Kilander L, Nyman H, Boberg M, Lithell H. The association between low diastolic blood pressure in middle age and cognitive function in old age. A population-based study. *Age and Ageing*. 2000 [diunduh 3 November 2009]; 29: 243-248. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
 10. Mattson MP, Chan SL, Duan W. Modification of brain aging and neurodegenerative disorders by genes, diet, and behavior. *Physiol rev*. 2002 [diunduh 3 November 2009]; 82: 637-672. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
 11. Cotman CW, Berchtold NC, Adlard PA, Perreau VM. Exercise and the brain. Dalam: Mooren FC, Volker K, editor. *Molecular and cellular exercise physiology*. United States : Human Kinetics; 2005.h. 331-340.
 12. Munir R. Pengaruh Senam Otak Terhadap Performa Kognitif Pada Lansia. Magister Kedokteran Olahraga [Tesis]. Jakarta: Universitas Indonesia; 2003.
 13. Kusumoputro S, Sidiarto LD, Samino, Munir R, Nugroho W. Kiat panjang umur dengan gerak dan latih otak. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia; 2008.
 14. Dennison P, Dennison G. Buku panduan lengkap, brain gym, senam otak. Jakarta: PT Gramedia; 2009.
 15. [Colcombe SJ](#), [Kramer AF](#), [Erickson KI](#), [Scalf P](#), [McAuley E](#), [Cohen NJ](#), [Webb A](#), [Jerome GJ](#), [Marquez DX](#), [Elavsky S](#). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Epub*. 2004 [diunduh 4 Juni 2010]; 101(9):3316-21. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
 16. Wilson RS, Bennett DA, Bienias JL, Aggarwal NT, Mendes de Leon CF, Morris MC, Schneider JA, Evans DA. Cognitive activity and incident AD in a population-based sample of older adults. *Neurology*. 2002 [diunduh 4 Juni 2010]; 59: 1910-14. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
 17. Cottman CW, Berchtold NC. Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neurosci*. 2002 [diunduh 4 Juni 2010]; 25: 292-298. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
 18. Berchtold NC, Kesslak JP, Pike CJ, Aldard PA, Cotman CW. Estrogen and exercise interact to regulate brain derived neurotrophin factor mRNA transcription and protein expression in the rat hippocampus. *Eur J Neurosci*. 2001 [diunduh 4 Juni 2010]; 14: 1992-1002. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
 19. [Colcombe SJ](#), [Erickson KI](#), [Raz N](#), [Webb AG](#), [Cohen NJ](#), [McAuley E](#), [Kramer AF](#). Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2003 [diunduh 4 Juni 2010]; 58(2):176-80. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
 20. [Colcombe SJ](#), [Kramer AF](#), [McAuley E](#), [Erickson KI](#), [Scalf P](#). Neurocognitive aging and cardiovascular fitness: recent findings and future directions. *J Mol Neurosci*. 2004 [diunduh 4 Juni 2010]; 24(1):9-14. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
 21. Colcombe SJ, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci*. 2002 [diunduh 4 Juni 2010]; 14: 125-130. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
 22. Swain RA, Harris EC, Weiner MV, Dutka HD, Theien S, Konda S, Engberg K, Lauterbur PC, Greenough WT. Prolonged exercise induces angiogenesis and increases cerebral blood volume in primary motor cortex of the rat. *Neuroscience*. 2003 [diunduh 4 Juni 2010]; 117: 1037-1046. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.

23. [Angevaren M](#), [Aufdemkampe G](#), [Verhaar HJ](#), [Aleman A](#), [Vanhees L](#). Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment.. [Cochrane Database Syst Rev](#). 2008 [diunduh 4 Juni 2010]; 16;(2):CD005381. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
24. [Weuve J](#), [Kang JH](#), [Manson JE](#), [Breteler MM](#), [Ware JH](#), [Grodstein F](#). Physical activity, including walking, and cognitive function in older women. *JAMA*. 2004 [diunduh 4 Juni 2010]; 292(12):1454-61. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
25. [Yaffe K](#), [Barnes D](#), [Nevitt M](#), [Lui LY](#), [Covinsky K](#). A prospective study of physical activity and cognitive decline in elderly women: women who walk. *Arch Intern Med*. [diunduh 4 Juni 2010]; 161(14):1703-8. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
26. Jedrzejewski MK, Virginia M, Lee Y, John Q, Trojanowski MD. Physical activity and cognitive health. *Alzheimers Dement*. 2007 [diunduh 4 Juni 2010]; 3(2): 98–108. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
27. McAuley E, Jerome G, Elavsky S, Marquez DX, Ramsey SN. Predicting long-term maintenance of physical activity in older adults. *Prev Med*. 2003b [diunduh 4 Juni 2010]; 37: 110-118. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
28. Rikli RE, Jones CJ. The reliability and validity of a 6-minute walk test as a measure of physical endurance in older adults. *J of Aging and Physical Activity*. 1999 [diunduh 15 Juli 2010]; 6: 363-375. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
29. Jenkins S, Cecins N, Camarri B, William C, Thompson P, Eastwood P. Regression equations to predict 6 minute walk distance in middle-aged and elderly adults. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2009 [diunduh 15 Juli 2010]; 25(7): 1-7. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.
30. Adams KJ, Swank AM, Berning JM. Progressive strength training in sedentary, older african american women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2001 [diunduh 5 Juli 2010]; 33:1567-76. Tersedia dari: <http://www.pubmed.central.nih.gov>.