

Pengaruh Perkembangan Otak pada Kemampuan Kognitif dan Perilaku dari Masa Infansi hingga Dewasa: Tinjauan Terkini

Ivana Nur Intishar^{1*}

¹ Fakultas Psikologi, Universitas Gadjah Mada

* ivananur00@mail.ugm.ac.id

Abstrak

Perkembangan otak dalam rentang usia dari masa infansi hingga dewasa memegang peran kunci dalam membentuk kompleksitas kemampuan kognitif dan perilaku individu. Sebagai pusat kendali sistem saraf, otak mengalami transformasi yang signifikan, membentuk dasar yang kuat untuk fungsi-fungsi kognitif seperti pemecahan masalah, belajar, dan adaptasi terhadap lingkungan sosial. Artikel ini bertujuan untuk memberikan kontribusi pada pemahaman yang lebih holistik tentang kompleksitas interaksi perkembangan antara otak dan kemampuan kognitif serta perilaku dari masa infansi hingga dewasa, mencerminkan urgensi pemahaman ini seiring dengan terus berkembangnya pengetahuan di bidang neurosains dan psikologi perkembangan.

Kata Kunci: *kognitif, perkembangan, perilaku, otak*

Pendahuluan

Perkembangan otak pada rentang usia dari masa infansi hingga dewasa memiliki peran kunci dalam membentuk kompleksitas kemampuan kognitif dan perilaku individu. Otak, sebagai pusat kendali sistem saraf, mengalami transformasi yang signifikan seiring dengan perkembangan usia, menciptakan dasar yang kuat untuk fungsi-fungsi kognitif seperti pemecahan masalah, belajar, dan adaptasi terhadap lingkungan sosial. Dalam beberapa dasawarsa terakhir, penelitian ilmiah telah semakin menyoroti hubungan antara perubahan otak dan manifestasi kemampuan kognitif serta perilaku yang berkembang dari masa infansi hingga dewasa.

Penelitian-penelitian terkini telah menyuguhkan temuan-temuan yang mengesankan mengenai korelasi antara perkembangan otak dan kemampuan kognitif dari masa infansi hingga dewasa. Sebagai contoh, penelitian oleh Gogtay dan Thompson (2010) menunjukkan bahwa perubahan dalam materi abu-abu otak dapat memberikan pemahaman yang mendalam tentang perkembangan kognitif dan risiko gangguan psikopatologi pada masa anak-anak dan remaja. Selain itu, penelitian empiris oleh Mulder dan koleganya (2017) membuktikan bahwa fungsi eksekutif pada usia dua tahun memiliki korelasi dengan kemampuan matematika dan literasi pada usia lima tahun, menunjukkan relevansi perkembangan otak awal dalam konteks perkembangan kognitif anak. Berkaitan dengan masa remaja, Jensen & Kiefer (2019) memberikan pandangan mendalam tentang

perkembangan otak pada periode ini, menggarisbawahi pentingnya mendukung pertumbuhan optimal untuk memanfaatkan potensi kognitif penuh individu.

Penelitian lain menunjukkan dampak stres pada otak dan bagaimana hal ini dapat mempengaruhi perkembangan kognitif dan perilaku, khususnya di wilayah prefrontal cortex (McEwen & Morrison, 2013). Belsky (2016) membahas konsep hipotesis kerentanan diferensial dan bagaimana interaksi antara faktor lingkungan dan perkembangan otak dapat membentuk variasi individu dalam kemampuan kognitif dan perilaku. Melalui berbagai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menimbulkan urgensi terhadap pemahaman hubungan antara perkembangan otak dan kemampuan kognitif serta perilaku, seiring dengan terus berkembangnya pengetahuan dalam bidang ini. Artikel ini bertujuan untuk memberikan kontribusi pada pemahaman yang lebih holistik tentang kompleksitas interaksi ini dari masa infansi hingga dewasa.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode tinjauan pustaka naratif, suatu pendekatan yang bertujuan untuk menyintesis informasi dan data yang telah ada mengenai suatu topik, dan selanjutnya memberikan penjelasan yang komprehensif tentang topik tersebut (Paré & Kitsiou, 2017). Dalam konteks penelitian ini, penulis menggabungkan berbagai sumber referensi sekunder, seperti e-book, artikel, dan jurnal ilmiah yang dapat diakses melalui Google Scholar. Sumber-sumber ini dianggap relevan dengan topik penelitian, yaitu dampak perkembangan otak terhadap kemampuan kognitif dan perilaku individu mulai dari masa infansi hingga dewasa.

Hasil dan Pembahasan

Masa Infansi: Fase Kritis Pembentukan Dasar Neurobiologis (0-2 Tahun)

Perkembangan otak pada masa infansi telah menjadi fokus penelitian yang signifikan karena periode ini dianggap sebagai fase kritis dalam pembentukan dasar neurobiologis kemampuan kognitif dan perilaku anak. Fungsi eksekutif, yang mencakup kemampuan seperti pengendalian impuls, pemecahan masalah, dan perencanaan, telah menjadi subjek penelitian yang penting. Studi oleh Diamond (2013) menyoroti hubungan antara perkembangan otak pada masa infansi dan perkembangan fungsi eksekutif yang signifikan.

Konsep neuroplastisitas, yaitu kemampuan otak untuk beradaptasi dan berubah sepanjang waktu, telah menjadi sorotan penelitian. Penelitian oleh Knudsen (2004) menunjukkan bahwa lingkungan pada masa infansi dapat memainkan peran signifikan dalam membentuk neuroplastisitas. Hubungan antara faktor lingkungan, seperti stimulasi kognitif dan interaksi sosial, dengan struktur otak pada masa infansi telah menjadi fokus penelitian. Penelitian oleh Luby et al. (2013) menyelidiki bagaimana lingkungan sosial dapat mempengaruhi perkembangan otak dan kemampuan kognitif secara signifikan pada masa infansi.

Pentingnya nutrisi yang baik pada masa infansi telah ditekankan dalam beberapa penelitian. Contohnya, studi oleh Isaacs et al. (2008) mengeksplorasi dampak nutrisi yang signifikan pada perkembangan otak dan keterampilan kognitif pada bayi. Teknologi neuroimaging seperti fMRI dan MRI terus digunakan untuk mengamati perubahan struktural

dan fungsional pada otak bayi. Penelitian oleh Ghetty dan Bunge (2012) memberikan wawasan tentang bagaimana teknologi neuroimaging dapat memberikan pemahaman lebih mendalam tentang hubungan antara struktur otak dan kognisi pada masa infansi.

Masa Anak Usia Dini: Pembentukan Fondasi Neural (3-5 Tahun)

Penelitian neuroimaging terkini menunjukkan bahwa pada periode perkembangan anak usia dini, terjadi pertumbuhan cepat dan pembentukan jalur-jalur neural utama di dalam otak. Teknologi neuroimaging seperti fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging) dan MRI (Magnetic Resonance Imaging) memungkinkan peneliti untuk mengamati dan memahami perubahan struktural dan fungsional yang terjadi selama masa ini. Proses ini sangat memengaruhi kemampuan kognitif anak-anak, termasuk pengembangan bahasa. Penelitian oleh Deoni et al. (2014) menggunakan teknik pemindaian MRI menunjukkan korelasi antara perkembangan area otak yang terlibat dalam bahasa dengan kemajuan bahasa pada anak usia dini. Teknik fMRI digunakan untuk mengeksplorasi hubungan antara struktur otak dan keterampilan membaca pada anak-anak, memberikan wawasan tentang bagaimana perkembangan otak terkait dengan kemampuan bahasa, serta memahami perubahan konektivitas otak selama aktivitas bahasa pada anak usia dini (Karunanayaka, et al., 2007; Olulade, et al., 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Gogtay dan Thompson (2016) menemukan bahwa pertumbuhan gray matter otak, terutama di area yang terkait dengan pengembangan bahasa, dapat memberikan gambaran lebih baik tentang perkembangan kognitif anak-anak. Di sisi lain, penelitian Saygin dan koleganya (2013) menggunakan teknologi neuroimaging untuk mengidentifikasi hubungan antara volume dan integritas white matter otak dengan kesadaran fonologis pada anak-anak dalam usia pra-baca dan awal membaca. Terakhir, studi yang dilakukan Skeide dan Friederici (2016) melibatkan teknik neuroimaging untuk melihat evolusi jaringan otak yang berkaitan dengan bahasa selama perkembangan anak usia dini, menyimpulkan peran pembentukan jalur neural utama yang signifikan dalam pengembangan bahasa.

Masa Anak-Anak (6-12 Tahun): Fokus pada Pendidikan Kognitif

Penelitian neuroimaging dalam lima tahun terakhir telah secara konsisten menyoroti korelasi erat antara perkembangan area prefrontal otak dan kemampuan belajar serta pengembangan keterampilan kognitif pada anak-anak. Area prefrontal, terletak di bagian depan otak, memiliki peran sentral dalam pengaturan fungsi eksekutif, pengambilan keputusan, dan kontrol diri, yang semuanya merupakan komponen penting dalam proses pembelajaran anak-anak. Penelitian oleh Diamond (2020) menunjukkan bahwa perkembangan otak prefrontal berkaitan dengan peningkatan kemampuan pemecahan masalah pada anak-anak. Studi Rosenberg-Lee, et al., (2011) menemukan peran area prefrontal dalam fungsi eksekutif yang berkaitan dengan operasi aritmatika dasar pada anak-anak. Area prefrontal juga berperan dalam pengenalan emosi dan keadaan mental pada anak-anak, yang juga dapat berdampak pada pembelajaran dan perkembangan keterampilan sosial kognitif (Baird, et al., 1999; Drysdale, et al., 2017). Walaupun dalam kondisi istirahat, area prefrontal dapat memengaruhi pemrosesan informasi yang juga dapat berdampak pada pembelajaran (Utevsky, et al., 2014). Menurut Luby dan koleganya (2012), dukungan orang tua, khususnya Ibu, juga dapat berperan terhadap perkembangan otak anak, termasuk area prefrontal, yang dapat membentuk dasar kemampuan belajar anak-anak.

Remaja (13-19 Tahun): Pengaruh Hormon dan Struktur Otak

Penelitian neuroimaging pada remaja telah menunjukkan bahwa periode remaja sering kali diikuti oleh perubahan struktural yang signifikan dalam otak. Teknik neuroimaging seperti MRI (Magnetic Resonance Imaging) memungkinkan peneliti untuk mengamati perubahan volume otak, kepadatan serat saraf, dan perkembangan area kunci seperti korteks prefrontal (Giedd, 2004). Studi oleh Forbes dan Dahl (2010) menunjukkan bahwa fluktuasi hormon pubertas berkontribusi pada perubahan emosi dan perilaku pada remaja. Hormon pubertas, terutama estrogen dan testosteron, diyakini memainkan peran penting dalam pengaturan perilaku remaja. Perubahan hormon ini dapat memengaruhi fungsi kognitif, emosi, dan motivasi (Forbes & Dahl, 2010).

Beberapa penelitian mencoba menjelaskan hubungan antara perubahan struktural otak pada remaja dan perubahan perilaku. Khususnya, fokus pada perkembangan korteks prefrontal dan bagaimana perubahan di area ini dapat terkait dengan perubahan dalam pengambilan keputusan, kontrol impuls, dan fungsi eksekutif lainnya (Casey, et al., 2008). Faktor-faktor lingkungan sekitar remaja seperti stres, pengalaman trauma, atau stimulasi kognitif dapat berkontribusi pada perubahan struktural dan fungsi otak pada masa remaja (Tottenham & Galván, 2016). Studi neuroimaging juga telah menyoroti perkembangan sistem reward pada otak remaja, terutama terkait dengan respons terhadap hadiah dan risiko. Hal ini dapat memengaruhi perilaku remaja seperti eksperimen dengan narkoba atau perilaku impulsif (Ernst, et al., 2005).

Dewasa Awal (20-30 Tahun): Konsolidasi dan Optimalisasi Kognisi

Konsolidasi mengacu pada proses di mana informasi baru yang diperoleh dari pengalaman atau pembelajaran diintegrasikan ke dalam pengetahuan yang sudah ada. Optimalisasi merujuk pada penyesuaian atau peningkatan struktur otak untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja kognitif (Poldrack & Packard, 2003). Penelitian oleh Nyberg et al. (2012) menunjukkan bahwa plastisitas otak yang berlanjut mendukung kemampuan belajar sepanjang dewasa. Peran konsolidasi dalam pembelajaran seumur hidup adalah bahwa pengalaman dan informasi baru dapat memodifikasi struktur otak dan memperkuat representasi memori yang sudah ada (Walker & Stickgold, 2004).

Beberapa studi telah menjelaskan bagaimana optimalisasi struktur otak, termasuk neuroplastisitas, berkontribusi pada kemampuan belajar seumur hidup. Fokus pada bagaimana lingkungan, latihan kognitif, dan pengalaman dapat memodifikasi jalur neural dan meningkatkan kapasitas belajar (Lindenberger & Ghisletta, 2009). Penelitian neuroimaging mengidentifikasi perubahan struktural otak yang terkait dengan pembelajaran seumur hidup, khususnya dalam konteks dewasa awal. Hal ini termasuk peningkatan atau modifikasi dalam area-area kunci yang terlibat dalam fungsi kognitif (Draganski, et al., 2004). Pengalaman kognitif, seperti pembelajaran bahasa baru atau penguasaan keterampilan baru, dapat merangsang perubahan struktural otak yang mendukung kemampuan belajar seumur hidup (Schlegel, et al., 2009).

Dewasa (30 Tahun ke Atas): Tantangan dan Adaptasi Otak

Penelitian oleh Antonenko et al. (2018) menunjukkan bahwa otak dewasa terus beradaptasi dan dapat mengkompensasi penurunan kognitif melalui mekanisme plastisitas. Penelitian terkini telah menunjukkan bahwa konsep neuroplastisitas, kemampuan otak

untuk berubah dan beradaptasi, berlaku sepanjang hidup, termasuk pada tahap dewasa yang lebih tua. Studi ini fokus pada perubahan sinaptis, pertumbuhan neuron baru, dan adaptasi struktural lainnya yang dapat terjadi dalam respons terhadap latihan kognitif, pembelajaran, atau stimulasi lingkungan (Lövdén, et al., 2010).

Studi-studi mengidentifikasi adanya dampak latihan kognitif dan fisik pada perubahan struktural otak pada dewasa yang lebih tua. Latihan kognitif melibatkan tugas-tugas seperti teka-teki atau permainan otak, sementara latihan fisik melibatkan aktivitas fisik reguler (Erickson, et al., 2011). Penelitian terkini juga mengeksplorasi bagaimana pengalaman sosial dan kognitif, seperti interaksi sosial dan pembelajaran baru, dapat membentuk struktur otak pada tahap dewasa yang lebih tua (Antonucci, et al., 2014). Gaya hidup dan kesehatan mental juga berperan dalam perubahan struktural otak pada dewasa yang lebih tua. Ini dapat mencakup pengaruh aspek-aspek seperti pola tidur, diet, dan manajemen stres (Gauthier, et al., 2006). Terakhir, penggunaan teknologi, seperti permainan video atau pelatihan kognitif berbasis komputer, dapat mempengaruhi struktur otak dan kinerja kognitif pada dewasa yang lebih tua (Belleville, et al., 2011).

Kesimpulan

Perkembangan otak dari masa infansi hingga dewasa memainkan peran kunci dalam membentuk kompleksitas kemampuan kognitif dan perilaku individu. Seiring dengan perkembangan usia, otak mengalami transformasi signifikan, menciptakan dasar kuat untuk fungsi-fungsi kognitif seperti pemecahan masalah, belajar, dan adaptasi terhadap lingkungan sosial. Penelitian ilmiah dalam beberapa dasawarsa terakhir semakin menyoroti hubungan antara perubahan otak dan manifestasi kemampuan kognitif serta perilaku dari masa infansi hingga dewasa.

Referensi

- Antonenko, D., Külzow, N., Sousa, A., Prehn, K., Grittner, U., & Flöel, A. (2018). Neuronal and behavioral effects of multi-day brain stimulation and memory training. *Neurobiology of Aging*, 61, 245–254. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2017.09.017>
- Antonucci, T. C., Ajrouch, K. J., & Birditt, K. S. (2013). The convoy model: Explaining social relations from a multidisciplinary perspective. *The Gerontologist*, 54(1), 82–92. <https://doi.org/10.1093/geront/gnt118>
- Baird, A. A., Gruber, S. A., Fein, D. A., Maas, L. C., Steingard, R. J., Renshaw, P. F., & Cohen, B. M. (1999). Functional magnetic resonance imaging of facial affect recognition in children and adolescents. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 38(2), 195–199. <https://doi.org/10.1097/00004583-199902000-00019>
- Belleville, S., Clément, F., Mellah, S., Gilbert, B., Fontaine, F., & Gauthier, S. (2011). Training-related brain plasticity in subjects at risk of developing alzheimer's disease. *Brain*, 134(6), 1623–1634. <https://doi.org/10.1093/brain/awr037>
- Belsky, J. (2016). The differential susceptibility hypothesis. *JAMA Pediatrics*, 170(4), 321. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2015.4263>
- Casey, B. J., Getz, S., & Galvan, A. (2008). The adolescent brain. *Developmental Review*, 28(1), 62–77. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2007.08.003>
- Deoni, S. C., O'Muircheartaigh, J., Ellison, J. T., Walker, L., Doernberg, E., Waskiewicz, N., Dirks, H., Piryatinsky, I., Dean, D. C., & Jernigan, N. L. (2014). White matter maturation profiles

- through early childhood predict general cognitive ability. *Brain Structure and Function*, 221(2), 1189–1203. <https://doi.org/10.1007/s00429-014-0947-x>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A. (2020). The early development of executive functions. In *Executive Function in Preschool-Age Children* (pp. 11-29). Routledge.
- Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U., & May, A. (2004). Changes in grey matter induced by training. *Nature*, 427(6972), 311–312. <https://doi.org/10.1038/427311a>
- Drysdale, A. T., Grosenick, L., Downar, J., Dunlop, K., Mansouri, F., Meng, Y., Fetcho, R. N., Zebley, B., Oathes, D. J., Etkin, A., Schatzberg, A. F., Sudheimer, K., Keller, J., Mayberg, H. S., Gunning, F. M., Alexopoulos, G. S., Fox, M. D., Pascual-Leone, A., Voss, H. U., ... Liston, C. (2016). Resting-state connectivity biomarkers define neurophysiological subtypes of depression. *Nature Medicine*, 23(1), 28–38. <https://doi.org/10.1038/nm.4246>
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, J. S., Heo, S., Alves, H., White, S. M., Wojcicki, T. R., Mailey, E., Vieira, V. J., Martin, S. A., Pence, B. D., Woods, J. A., McAuley, E., & Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3017–3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>
- Ernst, M., Pine, D. S., & Hardin, M. (2005). Triadic model of the neurobiology of motivated behavior in adolescence. *Psychological Medicine*, 36(3), 299–312. <https://doi.org/10.1017/s0033291705005891>
- Forbes, E. E., & Dahl, R. E. (2010). Pubertal development and behavior: Hormonal activation of social and motivational tendencies. *Brain and Cognition*, 72(1), 66–72. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.10.007>
- Gauthier, S., Reisberg, B., Zaudig, M., Petersen, R. C., Ritchie, K., Broich, K., Belleville, S., Brodaty, H., Bennett, D., Chertkow, H., Cummings, J. L., de Leon, M., Feldman, H., Ganguli, M., Hampel, H., Scheltens, P., Tierney, M. C., Whitehouse, P., & Winblad, B. (2006). Mild cognitive impairment. *The Lancet*, 367(9518), 1262–1270. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(06\)68542-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(06)68542-5)
- Ghetti, S., & Bunge, S. A. (2012). Neural changes underlying the development of episodic memory during middle childhood. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2(4), 381–395. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2012.05.002>
- Giedd, J. N. (2004). Structural magnetic resonance imaging of the adolescent brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1021(1), 77–85. <https://doi.org/10.1196/annals.1308.009>
- Gogtay, N., & Thompson, P. M. (2010). Mapping gray matter development: Implications for typical development and vulnerability to psychopathology. *Brain and Cognition*, 72(1), 6–15. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.08.009>
- Isaacs, E. B., Gadian, D. G., Sabatini, S., Chong, W. K., Quinn, B. T., Fischl, B. R., & Lucas, A. (2008). The effect of early human diet on caudate volumes and IQ. *Pediatric Research*, 63(3), 308–314. <https://doi.org/10.1203/pdr.0b013e318163a271>
- Jansen, K., & Kiefer, S. M. (2020). Understanding brain development: Investing in young adolescents' cognitive and social-emotional development. *Middle School Journal*, 51(4), 18–25. <https://doi.org/10.1080/00940771.2020.1787749>

- Karunanayaka, P. R., Holland, S. K., Schmithorst, V. J., Solodkin, A., Chen, E. E., Szaflarski, J. P., & Plante, E. (2007). Age-related connectivity changes in fmri data from children listening to stories. *NeuroImage*, 34(1), 349–360. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.08.028>
- Knudsen, E. I. (2004). Sensitive periods in the development of the brain and behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(8), 1412–1425. <https://doi.org/10.1162/0898929042304796>
- Lindenberger, U., & Ghisletta, P. (2009). Cognitive and sensory declines in old age: Gauging the evidence for a common cause. *Psychology and Aging*, 24(1), 1–16. <https://doi.org/10.1037/a0014986>
- Luby, J. L., Barch, D. M., Belden, A., Gaffrey, M. S., Tillman, R., Babb, C., Nishino, T., Suzuki, H., & Botteron, K. N. (2012). Maternal support in early childhood predicts larger hippocampal volumes at school age. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(8), 2854–2859. <https://doi.org/10.1073/pnas.1118003109>
- Luby, J., Belden, A., Botteron, K., Marrus, N., Harms, M. P., Babb, C., Nishino, T., & Barch, D. (2013). The effects of poverty on childhood brain development. *JAMA Pediatrics*, 167(12), 1135. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2013.3139>
- Lövdén, M., Bäckman, L., Lindenberger, U., Schaefer, S., & Schmiedek, F. (2010). A theoretical framework for the study of adult cognitive plasticity. *Psychological Bulletin*, 136(4), 659–676. <https://doi.org/10.1037/a0020080>
- McEwen, B. S., & Morrison, J. H. (2013). The brain on stress: Vulnerability and plasticity of the prefrontal cortex over the life course. *Neuron*, 79(1), 16–29. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.06.028>
- Mulder, H., Verhagen, J., Van der Ven, S. H., Slot, P. L., & Leseman, P. P. (2017). Early executive function at age two predicts emergent mathematics and literacy at age five. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01706>
- Nyberg, L., Lövdén, M., Riklund, K., Lindenberger, U., & Bäckman, L. (2012). Memory aging and brain maintenance. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(5), 292–305. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.04.005>
- Olulade, O. A., Seydell-Greenwald, A., Chambers, C. E., Turkeltaub, P. E., Dromerick, A. W., Berl, M. M., Gaillard, W. D., & Newport, E. L. (2020). The neural basis of language development: Changes in lateralization over age. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(38), 23477–23483. <https://doi.org/10.1073/pnas.1905590117>
- Paré, G., & Kitsiou, S. (2017). Methods for Literature Reviews. In F. Lau & C. Kuziemsky (Eds.), *Handbook of eHealth Evaluation: An Evidence-based Approach*. University of Victoria. Diunduh dari <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK481583/> tanggal 2 Oktober 2023
- Poldrack, R. A., & Packard, M. G. (2003). Competition among multiple memory systems: Converging evidence from Animal and Human Brain Studies. *Neuropsychologia*, 41(3), 245–251. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(02\)00157-4](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(02)00157-4)
- Rosenberg-Lee, M., Chang, T. T., Young, C. B., Wu, S., & Menon, V. (2011). Functional dissociations between four basic arithmetic operations in the human posterior parietal cortex: A cytoarchitectonic mapping study. *Neuropsychologia*, 49(9), 2592–2608. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.04.035>
- Saygin, Z. M., Norton, E. S., Osher, D. E., Beach, S. D., Cyr, A. B., Ozernov-Palchik, O., Yendiki, A., Fischl, B., Gaab, N., & Gabrieli, J. D. E. (2013). Tracking the roots of reading ability: White matter volume and integrity correlate with phonological awareness in prereading and early-reading Kindergarten Children. *The Journal of Neuroscience*, 33(33), 13251–13258. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.4383-12.2013>

- Schlegel, A. A., Rudelson, J. J., & Tse, P. U. (2012). White matter structure changes as adults learn a second language. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(8), 1664–1670. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00240
- Skeide, M. A., & Friederici, A. D. (2016). The ontogeny of the cortical language network. *Nature Reviews Neuroscience*, 17(5), 323–332. <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.23>
- Tottenham, N., & Galván, A. (2016). Stress and the adolescent brain. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 70, 217–227. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.07.030>
- Utevsky, A. V., Smith, D. V., & Huettel, S. A. (2014). Precuneus is a functional core of the default-mode network. *The Journal of Neuroscience*, 34(3), 932–940. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.4227-13.2014>
- Walker, M. P., & Stickgold, R. (2004). Sleep-dependent learning and memory consolidation. *Neuron*, 44(1), 121–133. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.08.031>