

ANALISIS KETERKAITAN NEUROSAINS DENGAN PEMBELAJARAN

¹Ucu Koswara, ²Dodi Herdiana

Pascasarjana Institut Pendidikan Indonesia (IPI)

ucukoswara1982@gmail.com, osurodoy7@gmail.com

ABSTRACT

Neuroscience is the science that specifically studies nerve cells while learning neuroscience is the science of the relationship of the nervous system to learning and behavior. When viewed from a neuroscience perspective, the concept of learning is learning that empowers the brain's abilities by creating a learning environment that is challenging, fun, meaningful, and encourages students to be more active. Thus, it is best for learning to develop strategies or methods that suit the child's behavior, personality, development, and brain abilities. Neuroscience provides teachers and parents with an overview of basic knowledge about how to stimulate children so they can learn and develop according to their developmental stage. The method used in this research is literature study, namely reviewing various literature, be it books, articles, or related journals. This research aims to describe neuroscience as a study material for understanding brain development related to learning. By understanding neuroscience learning, it is hoped that teachers and parents as the spearheads of education can apply it what is described in neuroscience learning.

Keywords: Neuroscience, Learning, Neuroscience of Learning

ABSTRAK

Neurosains adalah ilmu yang secara khusus mempelajari sel saraf, sedangkan neurosains pembelajaran adalah ilmu pengetahuan tentang hubungan sistem saraf dengan pembelajaran dan perilaku. Jika ditinjau dari perspektif neurosains, konsep pembelajaran merupakan pembelajaran yang memberdayakan kemampuan otak dengan cara menciptakan lingkungan belajar yang menantang, menyenangkan, bermakna, dan mendorong siswa agar lebih aktif. Dengan demikian, maka sebaiknya dalam pembelajaran perlu mengembangkan strategi ataupun metode yang sesuai dengan perilaku, kepribadian, perkembangan, serta kemampuan otak anak. Neurosains memberikan gambaran atau pengetahuan dasar kepada guru dan orangtua tentang bagaimana menstimulan anak agar dapat belajar dan berkembang sesuai dengan yang tahap perkembangannya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka yaitu mengkaji berbagai literatur baik itu buku, artikel, atau jurnal-jurnal yang berkaitan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mendeskripsikan tentang neurosains sebagai salahsatu bahan kajian dalam memahami perkembangan otak yang berkaitan dengan pembelajaran. Dengan memahami pembelajaran neurosains diharapkan guru dan orangtua sebagai ujung tombak pendidikan dapat mengaplikasikannya sesuai dengan apa yang dideskripsikan dalam pembelajaran neurosains.

Kata kunci: Pembelajaran, Neurosains, Pembelajaran Neurosains

Pendahuluan

Neuroscience of learning yaitu pembelajaran mengenai ilmu saraf, atau ilmu tentang hubungan sistem saraf dengan pembelajaran dan perilaku. Meskipun ilmu saraf bukanlah pembelajaran, namun dengan mengenal ilmu saraf akan memberi dasar yang lebih baik untuk memahami bagaimana langkah selanjutnya dalam pembelajaran kognitif yang mengikutinya. Banyak penelitian menemukan bahwa manusia belum maksimal dalam memakai otaknya baik untuk memecahkan masalah maupun menciptakan ide-ide baru. Hal ini tidak lepas dari sistem pendidikan yang berlaku saat ini yang hanya berfokus pada otak luar bagian kiri. Otak ini berperan dalam pemrosesan logika, kata-kata, matematika, dan urutan yang dominan untuk pembelajaran akademis. Otak kanan yang berurusan dengan irama musik, gambar, dan imajinasi kreatif belum mendapat bagian secara proporsional untuk dikembangkan. Otak sebagai pusat pengendali dari keseluruhan bagian tubuh. Jika otak sehat, hal tersebut akan mendorong kesehatan tubuh dan mental. Begitupun sebaliknya, jika otak terganggu maka kesehatan tubuh dan mental akan terganggu pula. Otak yang merupakan organ paling penting sekaligus paling rumit, karena satu detik saja otak berhenti bekerja, berarti tubuh mengalami kematian. Berbeda dengan organ tubuh lainnya, seandainya beberapa menit organ vital selain otak tidak bekerja, kemungkinan tubuh masih bisa bertahan hidup. Karena hal tersebutlah, begitu penting mengetahui dan memahami lebih jauh mengenai *neurosains*.

Tujuan

Dalam bahasan tentang *neurosains* ini bertujuan memberikan gambaran atau pengetahuan dasar kepada pembaca tentang berbagai pandangan mengenai sel saraf dan otak. Hal tersebut dibahas dengan tujuan setelah memahaminya, guru dan orangtua dapat menentukan langkah-langkah terbaik dalam pembelajaran guna mencapai tujuan yang diinginkan sesuai dengan tingkatan dan tahap perkembangan otak.

Metode Penelitian

Kajian dari penelitian ini menggunakan kajian literatur yang diambil sesuai dengan pokok pembahasan dan di analisis secara mendalam sehingga dapat diambil kesimpulan dan temuan dalam penelitian. Literatur yang diambil baik dari buku, artikel, jurnal baik nasional maupun internasional dan literatur lainnya (Hendriarto et al.,2021).

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Neurosains secara etimologi adalah ilmu neural (*neural science*) yang mempelajari sistem saraf, terutama mempelajari neuron atau sel saraf dengan pendekatan multidisipliner (Pasiak, 2012). Secara terminologi, *neurosains* merupakan bidang ilmu yang mengkhususkan pada studi saintifik terhadap sistem saraf. *Neurosains* juga disebut sebagai ilmu yang mempelajari otak dan seluruh fungsi-fungsi saraf lainnya. Dengan dasar ini, *neurosains* juga disebut sebagai ilmu yang mempelajari otak dan seluruh fungsi-fungsi saraf belakang. Studi tentang otak menjadi landasan dalam pemahaman tentang bagaimana kita merasa dan berinteraksi dengan dunia luar dan khususnya apa yang dialami

manusia dan bagaimana manusia mempengaruhi yang lain (Schneider, 2011). Meskipun ilmu saraf bukanlah pembelajaran, namun dengan mengenal ilmu saraf akan memberi anda dasar yang lebih baik untuk memahami tentang pengondisian dan pembelajaran kognitif yang mengikutinya.

Secara anatomis, otak terbagi menjadi 3 bagian utama yaitu: otak besar (*cerebrum*), otak kecil (*cerebellum*), dan batang otak (*brainstem*). Otak terdiri dari hemisfer kanan dan kiri. Otak terbagi dalam tiga wilayah, yaitu otak depan (*frontal*), otak tengah (*parietal*), otak belakang (*occipital*) (Ikrar:2016). Secara garis besar, otak dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu (Supradewi, 2010):

1. Otak Besar (*Cerebrum*)

Cerebrum merupakan bagian terbesar dari otak. Cerebrum terbagi menjadi 2 bagian, yaitu otak kanan dan otak kiri. Belahan otak kanan berfungsi untuk mengontrol pergerakan di sisi kiri tubuh dan belahan otak kiri mengontrol gerakan di sisi kanan tubuh. Cerebrum memiliki permukaan luar yang disebut cerebral cortex dan merupakan area otak di mana sel saraf membuat koneksi yang disebut sinaps. Sinaps merupakan sistem saraf yang mengendalikan aktivitas otak. Bagian dalam cerebrum mengandung sel-sel saraf berselubung (*mielin*) yang berperan dalam menyampaikan informasi antara otak dan saraf tulang belakang.

2. Otak kecil (*Cerebellum*)

Otak kecil terletak di bawah otak besar pada bagian belakang otak, di bawah lobus oksipital. Sama seperti otak besar, otak kecil juga memiliki 2 belahan. Otak kecil bertanggung jawab dalam mengendalikan gerakan, menjaga keseimbangan, serta mengatur posisi dan koordinasi gerakan tubuh. Bagian otak ini juga berperan dalam mengendalikan

motorik halus, seperti menulis dan melukis, koordinasi tangan dan kaki. Otak kecil atau otak bagian belakang ini berfungsi dalam keseimbangan tubuh, postur, dan pemerataan fungsi otakkiri dan kanan (*equilibrium*)

3. Batang otak (*Brainstem*)

Batang otak adalah seikat jaringan saraf di dasar otak, yang terletak di depan otak kecil. Fungsinya sebagai stasiun pemancar yang menghubungkan otak besar ke saraf tulang belakang, serta mengirim dan menerima pesan antara berbagai bagian tubuh dan otak.

Berbagai teknologi digunakan untuk melakukan penelitian otak, diantaranya: sinar-X, pemindaian CAT, EEG, pemindaian PET, MRIs, dan fMRIs. Bidang penelitian otak berubah dengan cepat, dan teknologi baru dengan kecanggihan yang lebih besar akan terus dikembangkan.

Hasil dari penelitian ilmu saraf menunjukkan bahwa daerah otak tertentu berhubungan dengan pemrosesan ortografi, fonologis, semantik, dan sintaksis yang diperlukan untuk membaca (Byrnes, 2001). Pemrosesan ortografik misalnya huruf atau karakter sangat bergantung pada area visual utama. Pemrosesan fonologis misalnya fonem atau suku kata dikaitkan dengan lobus temporal superior (atas). Pemrosesan semantik misalnya makna dikaitkan dengan area Broca di lobus frontal dan area di lobus temporal medial (tengah) di belahan kiri. Pemrosesan sintaksis misalnya struktur kalimat juga tampaknya terjadi di area Broca.

Pada masa perkembangan otak, banyak faktor-faktor yang mempengaruhi. Faktor-faktor tersebut yaitu:

1. Genetika;

Otak manusia memiliki struktur genetik yang serupa, tetapi tetap berbeda dalam ukuran dan struktur.

2. Stimulasi Lingkungan;

Perkembangan otak membutuhkan stimulasi dari lingkungan. Perkembangan prenatal menetapkan tahap untuk belajar dengan mengembangkan sirkuit saraf yang dapat menerima dan memproses rangsangan dan pengalaman. Pengalaman-pengalaman tersebut selanjutnya membentuk sirkuit dengan menambah dan mengatur ulang sinapsis.

3. Nutrisi;

Kurangnya nutrisi yang baik dapat berdampak besar pada perkembangan otak, dan efek tertentu tergantung pada kapan gizi buruk terjadi (Byrnes, 2001). Kekurangan gizi prenatal, misalnya, memperlambat produksi dan pertumbuhan neuron dan sel glial. Periode kritis adalah antara bulan ke-4 dan ke-7 masa kehamilan ketika sebagian besar sel otak diproduksi (Jensen, 2005)

4. Steroid;

Steroid dapat mempengaruhi perkembangan otak dengan berbagai cara. Otak memiliki reseptor untuk hormon. Hormon seperti estrogen dan kortisol akan diserap dan berpotensi mengubah struktur otak selama perkembangan prenatal.

5. Teratogen.

Teratogen adalah zat asing (misalnya, alkohol, virus) yang dapat menyebabkan kelainan pada embrio atau janin yang sedang berkembang (Byrnes, 2001).

Perkembangan otak masa prenatal begitu cepat, karena terjadi dalam sembilan bulan dan sebagian besar sel diproduksi antara bulan ke-4 dan ke-7 (Qensen, 2005). Secara teori pembentukan dan perkembangan sel dasar otak banyak dipengaruhi oleh orang tua dan lingkungan. Sel darah yang membangun otak dan sistem saraf (neuron) pada embrio terjadi sejak berumur tiga minggu, diturunkan dari rekombinasi

genetik kedua orang tua, gizi seimbang dan stimulasi positif dari ibu seperti suara ibu, degup jantung, tarikan nafas, sentuhan dan belaian diperut yang lembut, dan pengaruh negatif seperti halnya obat keras, kafein, narkoba, alkohol, nikotin, radiasi, teratogen dan emosi yang tidak stabil (Rahmi Rivalina, 2020:88). Tidak mengherankan bahwa perkembangan prenatal begitu penting. Maka orangtua harus benar-benar memperhatikannya jangan sampai hal-hal buruk membuat perkembangan otak menjadi tidak baik.

Pada usia 2 tahun, seorang anak akan memiliki sinapsis sebanyak orang dewasa, dan pada usia 3 tahun anak akan memiliki miliaran lebih banyak daripada orang dewasa. Otak anak-anak padat dan memiliki banyak koneksi saraf yang kompleks dan lebih dari pada waktu lain dalam hidup (Trawick-Smith, 2003).

Pada usia 5 tahun, otak anak telah memperoleh bahasa & mengembangkan keterampilan motorik, sensori dan kompetensi lainnya. Perubahan cepat pada tahun-tahun pertama telah melambat, tetapi otak terus menambahkan sinapsis. Jaringan saraf menjadi lebih kompleks dalam hubungan mereka. Proses ini berlanjut sepanjang pengembangan.

Pada saat remaja berusia 18 tahun, mereka telah kehilangan sekitar setengah dari sinapsis bayi mereka. koneksi otak yang tidak digunakan atau dibutuhkan hilang begitu saja. Strategi "gunakan atau hilangkan" ini diinginkan karena koneksi yang digunakan akan diperkuat dan dikonsolidasikan, sedangkan yang tidak digunakan akan hilang secara permanen. Mengingat perubahan luas dalam otak mereka, tidak mengherankan bahwa remaja sering membuat keputusan yang buruk dan terlibat dalam perilaku berisiko tinggi yang melibatkan obat-obatan, alkohol, dan seks. Strategi instruksional perlu mempertimbangkan

perubahan ini. Strategi yang dimaksud diantaranya dengan memberikan petunjuk sederhana dan mudah, menggunakan model, memastikan bahwa siswa mengembangkan kompetensi, dan mengabungkan pengambilan keputusan.

Sistem yang terkait dengan penglihatan, pendengaran, dan gerakan motorik berkembang secara luas melalui pengalaman selama dua tahun pertama kehidupan. Sistem vestibular di telinga bagian dalam mempengaruhi indera gerakan dan keseimbangan dan mempengaruhi sistem sensorik lainnya. Ada bukti bahwa stimulasi vestibular yang tidak memadai di antara bayi dan balita dapat menyebabkan masalah belajar kemudian (Qensen, 2005).

Dua tahun pertama anak sangat penting untuk perkembangan pendengaran. Pada usia 6 bulan, bayi dapat membedakan sebagian besar suara di lingkungan mereka (Qensen, 2005). Dalam dua tahun pertama, sistem pendengaran anak-anak matang dalam hal jangkauan suara yang didengar dan kemampuan untuk membedakan suara. Masalah dalam pengembangan pendengaran dapat menyebabkan masalah dalam belajar bahasa, karena banyak penguasaan bahasa cenderung pada anak-anak mendengar ucapan orang lain di lingkungan mereka.

Visi berkembang sebagian besar selama tahun pertama kehidupan dan terutama setelah bulan keempat. Kepadatan sinaptik dalam sistem visual meningkat secara dramatis, termasuk koneksi saraf yang mengatur persepsi warna, kedalaman, gerakan, dan rona.

Singkatnya, berbagai area otak berpartisipasi dalam perkembangan bahasa pada anak-anak yang berkembang secara normal, meskipun kontribusi belahan kiri biasanya lebih menonjol daripada yang belahan kanan. Seiring waktu, fungsi bahasa sangat

dimasukkan oleh belahan kiri. Secara khusus, keterampilan membaca tampaknya membutuhkan kontrol belahan kiri. Tetapi penelitian lebih lanjut diperlukan sebelum kita sepenuhnya memahami hubungan antara fungsi otak dan mengembangkan kompetensi bahasa dan membaca.

Relevansi Penelitian Otak

Telah ada lonjakan minat dalam beberapa tahun terakhir dalam penelitian neurofisiologis mengeksplorasi perkembangan dan fungsi otak. Banyak pendidik melihat penelitian otak dengan minat, karena mereka percaya bahwa itu mungkin menyarankan cara untuk membuat materi pendidikan dan instruksi yang kompatibel dengan bagaimana anak-anak memproses informasi dan belajar. Belajar teori dalam berbagai tradisi, sementara mengakui pentingnya penelitian otak, cenderung merumuskan dan menguji teori secara independen dari temuan penelitian otak.

Identifikasi siswa "otak kanan" dan "otak kiri" biasanya didasarkan pada pengamatan informal daripada pada ukuran dan instrumen yang valid secara ilmiah dan dapat diandalkan. Hasilnya adalah bahwa beberapa metode pendidikan digunakan dengan siswa bukan karena efek yang terbukti pada pembelajaran, melainkan karena mereka mungkin menggunakan preferensi otak yang diasumsikan siswa.

Masalah Pendidikan

Masalah pendidikan yang relevan dengan penelitian otak diantaranya peran pendidikan awal, kompleksitas proses kognitif, diagnosis kesulitan spesifik, dan sifat pembelajaran yang beragam.

Praktik Pendidikan Berbasis Otak

Beberapa praktik pendidikan khusus yang memfasilitasi pembelajaran dan yang dibuktikan oleh penelitian otak. Byrnes (2001) berpendapat bahwa penelitian otak bergantung pada

psikologi dan pendidikan sejauh itu membantu psikolog dan pendidik mengembangkan pemahaman yang lebih jelas tentang pembelajaran, pengembangan, dan motivasi. Artinya relevan ketika membantu untuk mendukung prediksi teori pembelajaran yang ada. Beberapa praktik pendidikan dibuktikan oleh penelitian otak, diantaranya pembelajaran berbasis masalah, simulasi dan permainan peran, diskusi aktif, grafis, dan iklim positif.

1. Pembelajaran Berbasis Masalah;

Pembelajaran berbasis masalah melibatkan siswa dalam belajar dan membantu memotivasi mereka. Ketika siswa bekerja dalam kelompok, mereka juga dapat meningkatkan keterampilan belajar kooperatif mereka. Pembelajaran berbasis masalah menuntut siswa untuk berpikir kreatif dan membawa pengetahuan mereka untuk menanggapi dengan cara yang unik. Ini sangat berguna untuk proyek yang tidak memiliki satu solusi yang benar.

2. Simulasi dan Permainan Peran;

Simulasi dan bermain peran memiliki banyak manfaat yang sama seperti halnya pembelajaran berbasis masalah. Simulasi dapat dilakukan melalui komputer, di dalam kelas biasa, atau di tempat khusus misalnya museum.

3. Diskusi Aktif;

Siswa yang menjadi bagian dari diskusi dipaksa untuk berpartisipasi; mereka tidak bisa menjadi pengamat pasif. Hal ini Peningkatan tingkat keterlibatan kognitif dan emosional akan menghasilkan pembelajaran yang lebih baik.

4. Grafis;

Tubuh manusia terstruktur sedemikian rupa sehingga kita menerima lebih banyak informasi secara visual daripada melalui semua indera lainnya (Wolfe, 2001).

Tampilan visual membantu menumbuhkan perhatian, pembelajaran, dan retensi.

5. Iklim Positif.

Pembelajaran akan berjalan dengan lebih baik ketika siswa memiliki sikap positif dan merasa aman secara emosional. Sebaliknya, pembelajaran tidak akan berjalan dengan baik ketika siswa merasa stres atau cemas. Guru yang menciptakan iklim kelas yang positif akan menemukan bahwa perilaku perilaku yang buruk dapat diminimalisir dan siswa menjadi lebih tertarik untuk belajar.

Kesimpulan

Neuroscience learning bisa juga dikatakan bidang ilmu yang mempelajari hubungan antara otak dan proses belajar. Bidang ini masih tergolong baru, tetapi telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Kajian *neuroscience learning* dapat membantu kita memahami bagaimana otak belajar, faktor-faktor yang mempengaruhi pembelajaran, dan strategi pembelajaran yang efektif. Berdasarkan kajian *neuroscience learning*, otak manusia memiliki kapasitas yang sangat besar untuk belajar. Namun, tidak semua informasi yang kita terima akan diproses dan disimpan dalam otak. Otak akan menyeleksi informasi yang dianggap penting dan relevan, dan informasi tersebut akan disimpan dalam memori jangka panjang.

Berdasarkan kajian *neuroscience learning*, ada beberapa strategi pembelajaran yang efektif, antara lain:

- Menciptakan lingkungan belajar yang positif dan kondusif.
- Melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran.
- Menyajikan informasi secara menarik dan relevan.

- Memberikan umpan balik yang positif dan konstruktif.
- Mendorong siswa untuk berpikir kritis dan kreatif.

Berikut adalah beberapa contoh penerapan neuroscience learning dalam pembelajaran:

- Menggunakan musik untuk meningkatkan perhatian dan motivasi siswa.
- Menggunakan permainan dan aktivitas untuk meningkatkan keterlibatan siswa.
- Menggunakan visualisasi untuk membantu siswa memahami konsep yang abstrak.
- Memberikan jeda istirahat yang cukup untuk memberikan waktu bagi otak untuk mengkonsolidasikan informasi yang baru dipelajari.
- Memberikan kesempatan kepada siswa untuk menerapkan apa yang telah mereka pelajari dalam kehidupan nyata.

Kajian *neuroscience of learning* memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Dengan memahami bagaimana otak belajar, kita dapat mengembangkan strategi pembelajaran yang lebih efektif dan membantu siswa mencapai potensi belajar mereka yang terbaik.

Daftar Pustaka

- Cleopatra, M. (2015). Pengaruh gaya hidup dan motivasi belajar terhadap prestasi belajar matematika. *Formatif: Jurnal Formatif* 5(2): 168-181, 2015 ISSN: 2088-351X.
- Emda, Amna (2018). Kedudukan motivasi belajar siswa dalam pembelajaran. *Lantanida Journal*, 5(2), 172-182.
- Feldmen, R.S. (1997). *Understanding Psychology*. Third edition. USA: McGraw Hill.
- Goleman, D. (1998). *Kecerdasan Emosional*. Terjemahan oleh T Hermaya. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hendriarto, P., Mursidi, A., Kalbuana, N., Aini, N., & Aslan, A. (2021). Understanding the Implications of Research Skills Development Framework for Indonesian Academic Outcomes Improvement. *Jurnal Iqra. Kajian Ilmu Pendidikan*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.25217/ji.v6i2.1405>
- Maksum Ali & Indrawati Rengga. Peningkatan Perilaku Disiplin Siswa Melalui Pemberian Reward Dan Punishment Dalam Pembelajaran Penjasorkes Pada Siswa Kelas XII IPS 1 SMA Negeri 1 Lamongan. *Jurnal Pendidikan Olahraga dan Kesehatan*. Volume 01 Nomor 02 Tahun 2013, 304-306.
- Munadi, F, dkk. (2023). Neuroscience Dalam Kegiatan Belajar Siswa di Sekolah. *Educatioanl Journal: General and Specific Research* Vol. 3 No. 1 Februari 2023, page 125-139.
- Pasiak, T. 2012. *Tuhan dalam Otak Manusia, Mewujudkan Kesehatan Spiritual Berdasarkan Neurosains*. Bandung: Mizan Pustaka.
- Rakhmat, Jalaluddin. 2005. Belajar Cerdas Belajar Berbasis Otak. Bandung: MLC Rohkamm
- Rohkamm, Reinhard. (2004). *Color Atlas of Neurology*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag
- Schunk, Dale H. 2012. *Teori-teori Pembelajaran: Perspektif Pendidikan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Sugeng, H. (2016). Pengaruh Kedisiplinan Siswa Dan Motivasi

Belajar Terhadap Prestasi Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Ekonomi Di SMA Swasta Depok. *Faktor Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 3(3), 261-274.

Supradewi, R. (2010). Otak, musik, dan proses belajar. *Buletin Psikologi*, 18(2), 58–68. <https://doi.org/10.22146/bpsi.11538>

Wathon, Aminul. "Neurosains dalam pendidikan." *Jurnal Lentera: Kajian Keagamaan, Keilmuan dan Teknologi* 13, no. 2 (2015): 236-245.

<https://www.kompasiana.com/opajappy/569670a73eafbd59098b4571/neurosains-menelusuri-misteri-otak-manusia?page=all>. Diakses pada tanggal 1 November 2023.

http://www.surya.ac.id/viewarticle/3/1/375/Neurosains,_Menelusuri_Misteri_Otak_Manusia#:~:text=Sederhana%2C%20menurut%20Prof.%20Dr.,yang%20mencoba%20mengungkap%20misteri%20otak. Diakses pada tanggal 1 November 2023

https://id.wikipedia.org/wiki/Otak_manusia#:~:text=Otak%20manusia%20dewasa%20deperkirakan%20memiliki,mengandung%2080%20ribu%20juta%20neuron.&text=Otak%20besar,merupakan%20bagian%20terbesar,dibagi%20menjadi%20dua%20belahan%20otak. Diakses pada tanggal 1 November 2023.

https://yankes.kemkes.go.id/view_artike1/75/mengenal-otak-dan-bagian-bagian-otak-kita. Diakses pada tanggal 2 November 2023.