



Kompetensi Pedagogik Guru Dalam Perspektif Neurosains: Tinjauan Sistematis Dan Meta Analisis

Sai'in^{a,b,c,d,e*}, Rugaiyah^{a,b,c,d,e}, R. Madhakomala^{a,b,c,d,e}

Program Doktor Manajemen Pendidikan, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka Jakarta Timur, DKI Jakarta, 13220, Indonesia

e-mail: Saiinspd55@guru.smp.belajar.id, rugaiyah@unj.ac.id, madhakomala@unj.ac.id

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Submit :05/Juni/2023	<p>Penelitian ini merupakan sebuah tinjauan sistematis dari literatur yang membahas mengenai kompetensi pedagogik guru dalam perspektif neurosains. Tinjauan sistematis dilakukan untuk memperdalam pengetahuan, mengetahui hasil penelitian terdahulu, dan memperjelas masalah penelitian dalam konteks kompetensi pedagogik. Guru dalam proses pembelajaran belum secara menyeluruh menggunakan pendekatan Neurosains. Tinjauan sistematis dilakukan dengan menggunakan metode Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis (PRISMA). PRISMA membantu para penulis dan peneliti dalam menyusun sebuah systematic review dimana berisikan panduan item apa saja yang harus ada dalam sebuah artikel. Literatur yang dikumpulkan berasal dari artikel yang terbit pada tahun 2018 sampai dengan 2023. Berdasarkan hasil dari membaca keseluruhan isi teks, terdapat 19 yang dijadikan sebagai artikel terpilih. Penelitian ini berusaha melakukan studi literatur mengenai kompetensi pedagogik guru dalam perspektif neurosains.</p>
Review :05/Juni/2023	
Naskah Diterima :20/Juni/2023	
Naskah Publikasi :12/Juli/2023	
Kata Kunci: Kompetensi Pedagogi; Neurosains; Tinjauan Sistematis; Meta Analisis	

How to Cite: Sai'in., Rugaiyah., Madhakomala., R. (2023). Kompetensi Pedagogik Guru Dalam Perspektif Neurosains: Tinjauan Sistematis dan Meta Analisis. *Education Journal of Bhayangkara*. 3(1), 39-52. <https://doi.org/10.31599/edukarya.v3i1.2414>

Author's Contribution: a) Desain Penelitian; b) Pengumpulan Data; c) Analisis Statistik; d) Penyusunan Naskah; e) Pengumpulan Dana

A. Pendahuluan

Sebagai agen pembelajaran, guru profesional harus memiliki empat kompetensi, salah satunya adalah kompetensi pedagogik. Dalam dunia pendidikan, khususnya yang didedikasikan untuk guru. Kompetensi pedagogik merupakan keterampilan atau kemampuan

yang harus dikuasai seorang guru dengan melihat karakteristik siswa dalam berbagai aspek kehidupan, baik moral, emosional maupun intelektual. Kemajuan dalam teknologi dan penelitian kognitif dalam perspektif neurosains telah berdampak besar pada pemahaman kita tentang

berbagai fungsi otak, tidak hanya dalam kasus otak yang sehat, tetapi juga dalam kondisi neurologis dan kejiwaan (Pinti, 2020).

Ketika seorang pendidik berpikir tentang karakteristik indrawi dari sesuatu seperti apel atau matahari terbenam, kebanyakan dari pendidik memiliki pengalaman visual yang sadar akan hal-hal tersebut (Pearson, 2019). Pengalaman visual belum menyentuh aspek kognitif yang bisa dilakukan dengan pola pendekatan. Banyak penelitian menemukan bahwa pendidik belum maksimal dalam memakai otaknya baik untuk memecahkan masalah maupun menciptakan ide baru didalam pembelajaran. 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. Demikian juga dengan sistem limbik sebagai pusat emosi yang belum dilibatkan dalam pembelajaran, padahal pusat emosi ini berhubungan erat dengan sistem penyimpanan memori jangka panjang. Lebih dari itu pemanfaatan seluruh bagian otak (*whole brain*) secara terpadu belum diaplikasikan dengan efektif dalam sistem pendidikan (Vaughn dkk., 2020).

Otak dapat berubah secara positif jika dihadapkan pada lingkungan yang diberi rangsangan, dan otak akan dapat menjadi negatif jika tidak diberi rangsangan. Berkaitan dengan hal tersebut, maka sangat penting menghadirkan lingkungan yang mampu merangsang siswa untuk dapat mengaktifkan otaknya (Scheidt, 2015). Lingkungan yang merangsang ini perlu dihadirkan dalam kondisi yang bervariasi. Mekanisme kerja otak sangat memberikan kedudukan yang penting dalam memahami setiap perubahan tingkah laku belajar yang dilakukan oleh seseorang. Kognitif *neuroscience* bertujuan untuk menginformasikan pendidik mengenai strategi terbaik untuk mengajar dan belajar. Semakin banyak guru ingin tahu bagaimana siswa berpikir dan belajar. Penelitian tentang neurosains sangat penting dilakukan karena dapat meningkatkan pemahaman tentang proses dan jaringan memori di otak pada umumnya (Cooper & Simons, 2019). Berkaitan dengan hal itulah, maka penulis ingin memberikan penjelasan mengenai mekanisme kerja otak pada teori Neurosains dalam pengaturan informasi yang akan mendukung peran kita sebagai seorang pendidik. Oleh karena itu, tujuan dilakukannya penelitian tinjauan sistematis adalah untuk merangkum hasil-hasil penelitian primer yang mencoba mendeskripsikan tentang Kompetensi pedagogik guru dalam perspektif

neurosains.

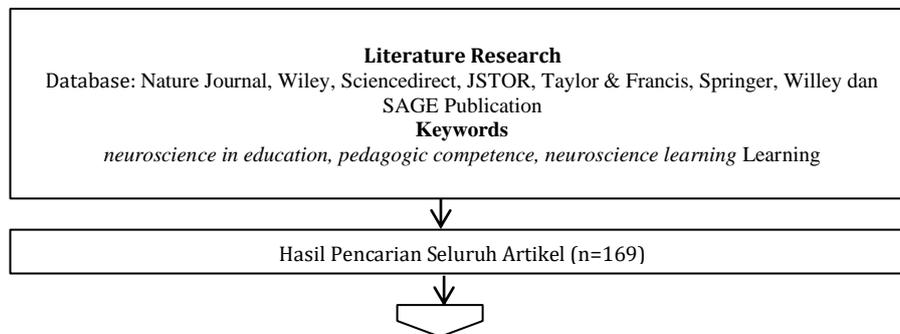
B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis* (PRISMA). PRISMA merupakan alat yang digunakan untuk melakukan penilaian terhadap sebuah tinjauan sistematis. PRISMA membantu para penulis dan peneliti dalam menyusun sebuah *systematic review* dimana berisikan panduan *item* apa saja yang harus ada dalam sebuah artikel (Page dkk., 2021; Selcuk, 2019) dan juga berpedoman pada tinjauan sistematis campbell (The Campbell Collaboration, 2020).

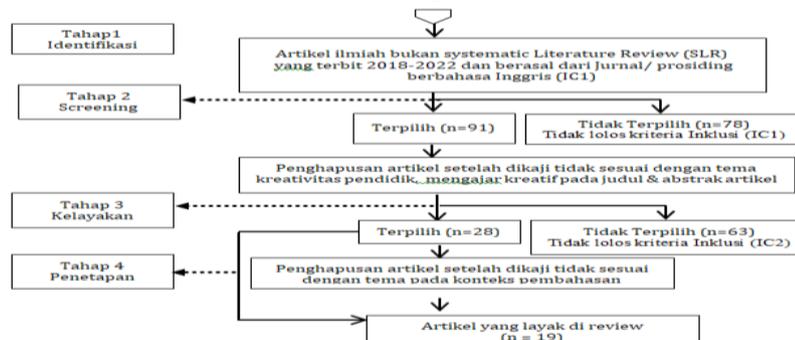
Analisis bibliografi menggunakan bantuan software VOSViewer. Analisis bibliografi sering digunakan untuk menganalisis data kuantitatif publikasi

tekstual, analisis ini merupakan bagian dari *scientometrics* menggunakan teknik statistik untuk pemeriksaan khusus pada topik tertentu (Callon dkk., 1991). Analisis bibliografi memperluas pandangan tentang suatu studi berdasarkan jurnal, artikel dan penulisnya (Merigó & Yang, 2017). Analisis bibliografi yang sering digunakan adalah jumlah publikasi dan jumlah kutipan (Yu & Shi, 2015). Jenis analisis ini menghasilkan informasi yang berguna bagi peneliti yang mengevaluasi aktivitas ilmiah (Rey-Martí dkk., 2016).

Diagram alur dalam melakukan tinjauan sistematis menggunakan PRISMA dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Diagram Alur PRISMA



Gambar 2. Diagram Alur PRISMA (Lanjutan)

Studi literatur dikumpulkan dari databaseterkemuka seperti Nature Journal, Wiley, Sciencedirect, JSTOR, Taylor & Francis, Springer, Willey, SAGE Publication dan Hindawi. Rentang waktu literatur yang dikumpulkan adalah artikel yang dipublikasikan dari tahun 2018 hingga tahun 2023.

1. Kriteria Kelayakan

Kriteria inklusi (IC) berikut ditetapkan untuk pedoman tinjauan:

IC1: Artikel asli yang terbit tahun 2018-2023 dan berasal dari jurnal atau prosiding berbahasa Inggris

IC2: Untuk merangkum hasil-hasil penelitian primer yang mencoba mendeskripsikan tentang Kompetensi pedagogik guru dalam perspektif neurosains

2. Pemilihan Literatur

Pemilihan studi dilakukan dalam empat fase sebagai berikut:

a. Pencarian kata kunci, atau string pencarian, dipilih sesuai dengan minat penelitian ini, yaitu untuk meninjau hasil-hasil penelitian primer yang mencoba mendeskripsikan tentang Kompetensi pedagogik guru dalam perspektif neurosains. Pencarian terkait dengan “pedagogik neurosains” dan kata kunci seperti “kompetensi pedagogik”, “neurosains”, selain itu kata kunci yang menunjukkan

Kompetensi pedagogik guru dalam perspektif neurosains (*neuroscience in education, pedagogic competence, neuroscience learning*).

b. Eksplorasi dan pemilihan judul, abstrak, dan kata kunci dari artikel yang teridentifikasi dilakukan berdasarkan kriteria kelayakan.

c. Membaca secara lengkap atau sebagian dari artikel yang tidak dihilangkan pada fase sebelumnya dilakukan untuk menentukan apakah artikel tersebut harus dimasukkan dalam tinjauan, sesuai dengan kriteria kelayakan.

d. Daftar referensi artikel dipindai untuk menemukan studi terkait.

Proses pemilihan atau seleksi artikel yang memenuhi kriteria menggunakan bantuan *software zetero* untuk mempermudah pengelolaan artikelnya (Reis dkk., 2022).

C. Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Proses seleksi terhadap artikel telah dilakukan dengan kriteria publikasi artikel antara tahun 2018 sampai dengan tahun 2023, yang berupa artikel hasil penelitian, berbahasa Inggris dan memenuhi kriteria penilaian yang ditetapkan peneliti. Seleksi tersebut menghasilkan 19 artikel yang direview. Protokol proses seleksi digambarkan pada diagram alur PRISMA (Page dkk., 2021) pada gambar 1.

Digital library yang digunakan dalam penelitian ini adalah Emerald Insigt, SAGEJournals, Science Direct, dan Taylor

& Francis. Identifikasi digital library dan penerbit dari artikel terpilih dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Digital Library Studi

Database	Nama Jurnal	Jumlah Artikel
Nature Journal	Nature Reviews Neuroscience	4
Wiley	Annals of the New York Academy of Sciences journal	1
	Mind, Brain, And Education	2
Sciencedirect	World Neurosurgery	1
	Procedia Computer Science	1
	Teaching and Teacher Education	1
	Trends in Neuroscience and Education	1
JSTOR	Peabody Journal of Education	1
Taylor & Francis	Applied Developmental Science	1
	Physiotherapy Theory and Practice	1
Springer	Psychonomic bulletin & review	1
	Science & Education	1
SAGE Publication	SAGE Journal	1
Hindawi	BioMed Research International	1
Cell	Trends in Cognitive Sciences	1

Pada sub bab pembahasan demografi artikel terpilih juga dijelaskan mengenai tahun terbit artikel terpilih. Demografi

tahun terbit artikel terpilih dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tahun terbit artikel

No	Tahun	Jumlah Artikel
1	2018	8
2	2019	5
3	2020	4
4	2021	
5	2022	2
6	2023	

Demografi artikel terkait negara yang terlibat dalam publikasi literatur

review dalam dalam penelitian ini tentang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Negara yang Terlibat Studi

No	Metode Penelitian	Jumlah Artikel
1	Australia	1
2	China	1
3	Germany	1
4	India	1
5	Italy	1
6	Protugal	1
7	Swiss	1
8	UK	3

No	Metode Penelitian	Jumlah Artikel
9	USA	9

Demografi artikel terkait metode yang digunakan dalam publikasi literatur review

dalam dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4

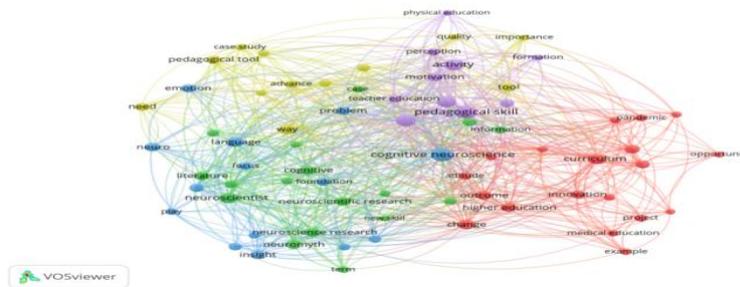
Tabel 4. Metode Penelitian

No	Metode Penelitian	Jumlah Artikel
1	Kuantitatif	6
2	Kualitatif	10
3	Campuran (Kuantitatif & Kualitatif)	3

Hasil analisis bibliografi dengan VOSViewer

Hasil analisis metadata *co-occurrence*

kata kunci artikel menggunakan software *VOSViewer* diperoleh visualisasi pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Network Visualization

Pada gambar diatas terdapat tiga cluster besar yaitu *cognitive neuroscience*, *pedagogical skill* dan *neuroscientist*. Ada

beberapa kata kunci yang rapat dan jauh jaraknya. Hal tersebut dapat di lihat dari tabel 5 berikut:

Tabel 5 Kluster terdekat dan terjauh

No	Cluster	Titik Terdekat	Titik Terjauh
1.	Cognitive Neuroscience	Attitude	Cognitive Science
		Learning Process	Neuro
		Outcome	Pedagogical Toll
2.	Pedagogical Skill	Ability	Play
		Experience	Term
		Time	Need
3.	Nueroscientis	Cognition	Tool
		Learning Skill	Activity
		Literature	Implementation

Kemudian pada gambar 4. tentang

visualisasi *overlay* berdasarkan kata kunci

pelajaran yang diajarkan, beragam pendekatan pedagogi, dan teknologi yang akan digunakan. Guru harus mampu melaksanakan pembelajaran secara inovatif dengan penguasaan materi yang benar dan memadai, serta pendekatan pedagogi dan teknologi yang tepat. Neurosains adalah suatu bidang pendekatan psikologi yang terpusat terhadap otak dalam kajiannya.

Penelitian neurosains membuka kemungkinan untuk melacak dan bahkan memodifikasi proses otak manusia, seperti pengambilan keputusan, balas dendam, atau pengendalian rasa sakit (Lombard dkk., 2020). Neurosains di sini bertugas untuk membedah ulang otak dan dijadikan unit-unit untuk proses informasi terisolasi dan akan menentukan unit-unit tersebut bekerja, secara fisik atau komputasi. Neurosains juga terkait dengan adanya saling keterkaitan dan adanya hubungan antara mekanisme otak yang saling berhubungan dan relevansinya dengan perilaku (Bassett, 2018). Hasil dari psikologi dan neurosains itu sendiri mengapa keduanya saling bergantung saat membuat suatu kajian informasi, dikarenakan hal itu untuk memenuhi kebutuhan penemuan bukti-bukti fisik dari struktur pikiran sifatnya teoritik, ilmuwan neurosains juga membutuhkan sebagai penghubung penemuan-penemuannya dengan fungsi otak dan pengetahuan yang lebih komprehensif, hal ini juga dapat menjadi sasaran klinis sebagai temuan dari

perilaku dan patologi otak, fungsi neurologis juga mengalami peningkatan model-model kinerja pikiran manusia, pengembangan piranti lunak yang bisa berperilaku sama halnya dengan otak manusia yang dilakukan oleh para ahli komputer, pembelajaran tentang otak manusia dapat berkembang dengan pesat dan belum dapat terlihat sebelumnya.

Neurosains dalam lingkup pendidikan sering digunakan untuk mempelajari proses kognisi bahasa dan matematika, tetapi tidak diterapkan secara luas untuk perubahan konseptual dan pembelajaran sains misalnya pembelajaran neurofisiologis (Vaughn dkk., 2020). Pembelajaran neurofisiologis dapat dilakukan dengan menggunakan lima tahapan pembelajaran, yaitu tahap persiapan, tahap akuisisi, tahap persiapan, tahap pembentukan memori, dan tahap integrasi fungsional. Dalam pembelajaran berbasis neurosains ini, peserta didik diberikan stimulus mengoptimalkan sistem syarafnya sehingga dapat optimal menggunakan otak dalam berbagai hal baik untuk memecahkan masalah maupun menemukan gagasan baru, kebaruan ide, kreativitas, dan inovasi dalam proses pembelajaran.

Stimulus yang diberikan dalam proses pembelajaran harus melihat mekanisme saraf. Mekanisme yang mendukung interaksi sosial berbeda dari yang terlibat dalam pengamatan sosial dan menyoroti

peran yang disebut 'jaringan mentalisasi' yang harus juga diperhatikan, sehingga menghasilkan sisi mentalitas bagi peserta didik (Redcay & Schilbach, 2019). Proses kognitif sosial dapat dikelompokkan dalam tiga domain yang terkait dengan (a) pemrosesan perseptual informasi sosial seperti wajah dan ekspresi emosional (persepsi sosial); (b) memahami keadaan kognitif atau afektif orang lain (pemahaman sosial), dan (c) perencanaan perilaku dengan mempertimbangkan tujuan orang lain, selain tujuan diri sendiri (pengambilan keputusan sosial) (Arioli, 2018). Mekanisme saraf dalam Otak manusia memiliki potensi kecerdasan yang luar biasa besar. Otak kita memiliki dua macam sel, yaitu sel neuron dan sel glia. Kecerdasan peserta didik sangat ditentukan oleh banyak sedikitnya sambungan antarsel neuron di dalam otaknya. Ada beberapa prinsip pembelajaran berbasis neurosains yaitu (a) Pembelajaran penyerapan informasi paling baik dilakukan di pagi hari, sedangkan untuk pengulangan, pengolahan, dan refleksi informasi paling baik dilakukan sore hari; (b). Pembelajaran akan membantu otak untuk tetap mempertahankan perhatiannya jika peserta didik setiap 90 menit melakukan pergerakan peregangan otot sekitar 10 menit; (c). Belahan otak kanan dan kiri mengalami siklus efisiensi, untuk itu pembelajaran sebaiknya menggunakan aktivitas yang

bervariasi; (d). Mampu mengembangkan belahan otak kanan dan kiri secara seimbang; (e). Pembelajaran difokuskan pada pembahasan materi; (f). Pembelajaran dengan memperhatikan perubahan gerakan, cahaya, kekontrasan, dan warna; (g). Pembelajaran dengan memperhatikan faktor lingkungan seperti suhu ruangan, pilihan warna kelas, desain warna tampilan; (h). Peserta didik memperoleh asupan gizi dan nutrisi yang cukup; (i). Meningkatkan kondisi emosional positif peserta didik dengan kegiatan yang menyenangkan, permainan, humor.

Pembelajaran berbasis neurosains menuntut guru memiliki pengetahuan yang memadai dan terpadu dengan konten (materi) pelajaran yang diajarkan, beragam pendekatan pedagogi, dan teknologi yang akan digunakan. Tingkat motivasi intrinsik pelajar saat ini juga dapat memengaruhi cara dia memproses umpan balik terkait kinerja. Masih belum sepenuhnya jelas bagaimana sifat umpan balik kinerja dapat memengaruhi pemrosesan umpan balik individu (Ng, 2018). Guru harus mampu melaksanakan pembelajaran secara inovatif dengan penguasaan materi yang benar dan memadai, serta pendekatan pedagogi dan teknologi yang tepat. Pengetahuan mengenai bagaimana cara mengintegrasikan teknologi, pendekatan pedagogi ke dalam kegiatan belajar ini oleh (Mishra & Koehler,

2006) disebut dengan TPACK (*Technological, Pedagogical, and Content Knowledge*). Pembelajaran berbasis neurosains bertujuan agar guru dapat mengoptimalkan potensi perkembangan otak peserta didik dalam proses pembelajaran dengan menggunakan pendekatan pedagogi dan teknologi yang tepat.

Sistem neurosains mencari penjelasan tentang bagaimana otak mengimplementasikan berbagai tugas perseptual, kognitif, dan motorik (Richards dkk., 2019). Dengan menguasai pembelajaran inovatif berbasis neurosains, diharapkan guru mampu mengantarkan peserta didik untuk memiliki kemampuan memecahkan masalah-masalah yang mereka hadapi secara kritis, kreatif, komunikatif dan kolaboratif sesuai prinsip-prinsip kerja otak. Dengan adanya pembelajaran yang inovatif, maka guru harus mampu mengadaptasi kurikulum tersebut dengan cara yang memenuhi kebutuhan siswa (Darling-Hammond dkk., 2020). Neurosains sosial berdampak aktif dalam pelatihan neurologi dan psikiatri (Ibáñez dkk., 2018). Kebutuhan siswa yang dimaksud adalah pada aspek sosial dan emosional yang disesuaikan dengan konteks kekinian. Dengan demikian, kualitas proses pembelajaran yang guru lakukan, dapat ditingkatkan sesuai tuntutan perkembangan zaman. Implementasi pembelajaran berbasis

neurosains meliputi, pertama, *orchestrated immersion* dengan menciptakan lingkungan belajar yang menantang kemampuan berasosiasi dan mengembangkan berpikir peserta didik melalui rangsangan berupa pemberian masalah yang bermakna berupa teka-teki, games yang atraktif dan menarik. Kedua, *relaxed alertness* dengan menciptakan lingkungan belajar yang menyenangkan dan merangsang peserta didik berpartisipasi aktif, selama proses pembelajaran. Misalnya pembelajaran di luar kelas, pembelajaran dengan media musik, pembelajaran berupa diskusi kelompok, pembelajaran dengan menggunakan simulasi yang menarik dan lain-lain. Ketiga, *active processing* dengan menciptakan situasi pembelajaran agar peserta didik membangun pengetahuan sendiri dengan melibatkan semua indera secara aktif seperti mata mengamati, tangan menulis, mulut untuk berdiskusi, dan anggota badan lainnya.

Definisi bidang ilmu saraf pendidikan yaitu (a) penerapan penemuan ilmu saraf dan ke dalam kelas; (b) kolaborasi psikologi yang tumpang tindih dan interdisipliner, ilmu saraf, dan pendidikan; (c) jembatan yang menerjemahkan bahasa teknis dan jargon antara pendidikan dan ilmu saraf (Li dkk., 2020). Pembelajaran berbasis neurosains mensyaratkan aktivitas dalam pembelajaran baik itu guru maupun peserta didik, tidak akan ada lagi pembelajaran pasif

dan menegangkan seperti peserta didik hanya terdiam sambil mendengarkan ceramah guru. Jika pembelajaran pasif, maka tidak banyak mengaktivasi otak peserta didik sehingga hasil belajarnya tidak akan optimal. Sebaliknya, apabila pembelajaran aktif dan menyenangkan, peserta didik dapat diajak bergerak, tertawa, bertanya dan menjawab pertanyaan serta merespon dalam proses pembelajaran. Hal ini akan mengaktifkan area-area otak sehingga pembelajaran jauh lebih berhasil dan bermakna.

Fungsi bagaimana neurosains dalam pembelajaran adalah penerapan neurosains ke dalam kelas untuk meningkatkan praktek pendidikan, kolaborasi atau integrasi berbagai disiplin ilmu, menjembatani atau menerjemahkan bahasa dari berbagai disiplin ilmu (Feiler & Stabio, 2018). Dalam fungsi pembelajaran berbasis neurosains ini, peserta didik diberikan stimulus mengoptimalkan sistem syarafnya sehingga dapat optimal menggunakan otak dalam berbagai hal baik untuk memecahkan masalah maupun menemukan gagasan baru, kebaruan ide, kreativitas, dan inovasi dalam proses pembelajaran. Pendekatan ini menjadikan setiap individu beralih di antara strategi secara fleksibel (Kendal dkk., 2018), Pembelajaran berbasis neurosains dapat membuat hubungan di antara proses kognitif yang terdapat di dalam otak dengan

tingkah laku yang akan dihasilkan. Hal ini dapat diartikan bahwa setiap perintah yang diproses oleh otak akan mengaktifkan daerah-daerah penting otak sehingga aktivasi otak peserta didik meningkat dan penguasaan materi pembelajaran berhasil maksimal

D. Kesimpulan

Neurosains adalah sistem pendidikan yang mempelajari sistem kerja syaraf, tetapi sering diabaikan dalam pendidikan umum. Pengabaian terhadap neurosains menyebabkan suasana pembelajaran yang monoton. Neurosains merupakan studi ilmiah yang melibatkan psikologi kognitif, neurosains, kecerdasan buatan, dan biologi untuk memahami komponen biofisik terkait kognisi, afeksi, dan interaksi sosial. Tujuan utama neurosains adalah mempelajari dasar biologis dari perilaku manusia, terutama melalui aktivitas otak. Neurosains juga mengkaji otak dan pikiran serta dampaknya terhadap persepsi dan interaksi manusia dengan dunia luar. Pendekatan pembelajaran neurosains mengutamakan koordinasi berpikir kognitif dan afektif melalui koneksi antar neuron di otak. Melalui terapi kognitif, neurosains dapat merubah mindset atau pemikiran seseorang menjadi positif, seperti dalam merubah *mindset* tentang matematika. Riset dalam *educational neuroscience* telah menginspirasi pengembangan pendekatan

brain-based learning, yang mempertimbangkan kecenderungan alami otak dan pengaruh lingkungan serta pengalaman dalam proses pembelajaran. Optimalisasi kecerdasan juga menjadi fokus pendidikan, dengan meningkatkan kreativitas dan kemampuan berpikir yang inovatif. Pendekatan pendidikan juga harus mempertimbangkan keseimbangan antara fungsi otak kanan dan kiri serta fungsi otak atas, tengah, dan bawah. Kompetensi pedagogik guru, seperti pemahaman karakteristik peserta didik, penguasaan teori belajar, pengembangan potensi peserta didik, pengembangan kurikulum, kegiatan pembelajaran yang mendidik, komunikasi efektif dengan peserta didik, serta penilaian dan evaluasi, juga menjadi penting dalam pendidikan. Implementasi pembelajaran berbasis neurosains melibatkan lingkungan belajar yang menantang, menyenangkan, dan aktif melalui rangsangan seperti pemberian masalah yang bermakna, penggunaan media musik, diskusi kelompok, simulasi, dan keterlibatan aktif semua indera peserta didik.

E. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang turut serta membantu dalam proses penulisan penelitian ini

F. Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan

Daftar pustaka

Andias, R. (2018). The effects of pain

neuroscience education and exercise on pain, muscle endurance, catastrophizing and anxiety in adolescents with chronic idiopathic neck pain: A school-based pilot, randomized and controlled study. *Physiotherapy Theory and Practice*, 34(9), 682–691. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1423590>

Arioli, M. (2018). Social Cognition through the Lens of Cognitive and Clinical Neuroscience. *BioMed Research International*, 2018(Query date: 2023-03-04 07:13:35). <https://doi.org/10.1155/2018/4283427>

Barbey, A. (2018). Network Neuroscience Theory of Human Intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(1), 8–20. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.10.01>

Bassett, D. S. (2018). On the nature and use of models in network neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience*, 19(9), 566–578. <https://doi.org/10.1038/s41583-018-0038-8>

Batubara, H. H., & Supena, A. (2018). EDUCATIONAL NEUROSCIENCE DALAM PENDIDIKAN DASAR. *Jurnal Pendidikan Dasar*. <https://doi.org/doi.org/10.21009/JPD.092.013>

Callon, M., Courtial, J. P., & Laville, F. (1991). Co-word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research: The case of polymer chemistry. *Scientometrics*, 22(1), 155–205. <https://doi.org/10.1007/BF02019280>

Coch, D. (2018). Reflections on Neuroscience in Teacher Education. *Peabody Journal of Education*, 93(3), 309–319. <https://doi.org/10.1080/0161956X.2018.1449925>

Cooper, R. A., & Simons, J. S. (2019). Exploring the neurocognitive basis of episodic recollection in autism. *Psychonomic Bulletin & Review*, 26(1),

- 163–181.
<https://doi.org/10.3758/s13423-018-1504-z>
- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., & Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science, 24*(2), 97–140. <https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>
- Dubinsky, J. M., Guzey, S. S., Schwartz, M. S., Roehrig, G., MacNabb, C., Schmied, A., Hinesley, V., Hoelscher, M., Michlin, M., Schmitt, L., Ellingson, C., Chang, Z., & Cooper, J. L. (2019). Contributions of Neuroscience Knowledge to Teachers and Their Practice. *The Neuroscientist, 25*(5), 394–407. <https://doi.org/10.1177/1073858419835447>
- Feiler, J. B., & Stabio, M. E. (2018). Three pillars of educational neuroscience from three decades of literature. *Trends in Neuroscience and Education, 13*, 17–25. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2018.11.001>
- Hackel, L. (2018). Computational neuroscience approaches to social cognition. *Current Opinion in Psychology, 24*(Query date: 2023-03-04 07:13:35), 92–97. <https://doi.org/10.1016/j.copsy.2018.09.001>
- Ibáñez, A., García, A. M., Esteves, S., Yoris, A., Muñoz, E., Reynaldo, L., Pietto, M. L., Adolphi, F., & Manes, F. (2018). Social neuroscience: Undoing the schism between neurology and psychiatry. *Social Neuroscience, 13*(1), 1–39. <https://doi.org/10.1080/17470919.2016.1245214>
- Kendal, R. L., Boogert, N. J., Rendell, L., Laland, K. N., Webster, M., & Jones, P. L. (2018). Social Learning Strategies: Bridge-Building between Fields. *Trends in Cognitive Sciences, 22*(7), 651–665. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.04.003>
- Li, L., Gow, A. D. I., & Zhou, J. (2020). The Role of Positive Emotions in Education: A Neuroscience Perspective. *Mind, Brain, and Education, 14*(3), 220–234. <https://doi.org/10.1111/mbe.12244>
- Lombard, F., Schneider, D. K., Merminod, M., & Weiss, L. (2020). Balancing Emotion and Reason to Develop Critical Thinking About Popularized Neurosciences. *Science & Education, 29*(5), 1139–1176. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00154-2>
- Merigó, J. M., & Yang, J. B. (2017). A bibliometric analysis of operations research and management science. *Omega (United Kingdom), 73*, 37–48. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.12.004>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). *Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge*.
- Ng, B. (2018). The Neuroscience of Growth Mindset and Intrinsic Motivation. *Brain Sciences, 8*(2), 20. <https://doi.org/10.3390/brainsci8020020>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., & Moher, D. (2021). Updating guidance for reporting systematic reviews: Development of the PRISMA 2020 statement. *Journal of Clinical Epidemiology, 134*, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.02.003>
- Pearson, J. (2019). The human imagination: The cognitive neuroscience of visual mental imagery. *Nature Reviews Neuroscience, 20*(10), 624–634. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0202-9>
- Pinti, P. (2020). The present and future use of functional near-infrared spectroscopy (Fnirs) for cognitive

- neuroscience. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1464(1), 5–29. <https://doi.org/10.1111/nyas.13948>
- Redcay, E., & Schilbach, L. (2019). Using second-person neuroscience to elucidate the mechanisms of social interaction. *Nature Reviews Neuroscience*, 20(8), 495–505. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0179-4>
- Reis, M. A. F., Favretto, J., Favretto, N. M., Favretto, L. M. H., & dos Santos, R. P. (2022). Knowledge management in the classroom using Mendeley technology. *Journal of Academic Librarianship*, 48(4), 102486. <https://doi.org/10.1016/j.acalib.2021.102486>
- Rey-Martí, A., Ribeiro-Soriano, D., & Palacios-Marqués, D. (2016). A bibliometric analysis of social entrepreneurship. *Journal of Business Research*, 69(5), 1651–1655. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.10.033>
- Richards, B. A., Lillicrap, T. P., Beaudoin, P., Bengio, Y., Bogacz, R., Christensen, A., Clopath, C., Costa, R. P., de Berker, A., Ganguli, S., Gillon, C. J., Hafner, D., Kepecs, A., Kriegeskorte, N., Latham, P., Lindsay, G. W., Miller, K. D., Naud, R., Pack, C. C., ... Kording, K. P. (2019). A deep learning framework for neuroscience. *Nature Neuroscience*, 22(11), 1761–1770. <https://doi.org/10.1038/s41593-019-0520-2>
- Scheidt, R. J. (2015). Marian Diamond: The “Mitochondrial Eve” of Successful Aging. *The Gerontologist*, 55(1), 171–172. <https://doi.org/10.1093/geront/gnu124>
- Schwartz, M. S., Hinesley, V., Chang, Z., & Dubinsky, J. M. (2019). Neuroscience knowledge enriches pedagogical choices. *Teaching and Teacher Education*, 83, 87–98. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.04.002>
- Selcuk, A. A. (2019). A Guide for Systematic Reviews: PRISMA. *Turkish Archives of Otorhinolaryngology*, 57(1), 57–58. <https://doi.org/10.5152/tao.2019.4058>
- Singh, S., Singh, U. S., & Nermend, M. (2022). Decision analysis of e-learning in bridging digital divide for education dissemination. *Procedia Computer Science*, 207, 1970–1980. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.256>
- The Campbell Collaboration. (2020). *Campbell systematic reviews: Policies and guidelines Table of contents Conflict of Interest*. December, 1–48.
- Vaughn, A. R., Brown, R. D., & Johnson, M. L. (2020). Understanding Conceptual Change and Science Learning through Educational Neuroscience. *Mind, Brain, and Education*, 14(2), 82–93. <https://doi.org/10.1111/mbe.12237>
- Yu, D., & Shi, S. (2015). Researching the development of Atanassov intuitionistic fuzzy set: Using a citation network analysis. *Applied Soft Computing Journal*, 32, 189–198. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.03.027>