

KAJIAN LITERATUR TENTANG PENERAPAN PRINSIP NEUROSAINS DALAM PEMBELAJARAN ANAK USIA DINI UNTUK MENGOPTIMALKAN PERKEMBANGAN KOGNITIF DAN EMOSIONAL DI PAUD HARAPAN BANGSA

Dita Lestari *¹

Shinta Lapi Sari ²

Alwin Yunsu Nurhasanah ³

Femi Imelia Utami ⁴

^{1,2,3,4} Universitas Islam Negeri Fatmawati Sukarno Bengkulu

*e-mail : Shintaalapisari@gmail.com, alwinyunsan@gmail.com², pemiemail18@gmail.com³

Abstrak

Penelitian ini merupakan kajian literatur yang bertujuan untuk menganalisis dan mensintesis berbagai hasil penelitian serta teori terkait penerapan prinsip neurosains dalam pembelajaran anak usia dini. Kajian ini menekankan bagaimana konsep neurosains dapat digunakan sebagai dasar dalam mengoptimalkan perkembangan kognitif dan emosional anak melalui praktik pembelajaran yang selaras dengan cara kerja otak. Metode penelitian yang digunakan adalah kajian literatur sistematis, dengan menelaah 50 sumber ilmiah nasional dan internasional yang diterbitkan antara tahun 2000 hingga 2025. Analisis dilakukan melalui proses identifikasi, evaluasi kritis, dan sintesis tematik terhadap temuan penelitian terdahulu. Hasil kajian menunjukkan bahwa penerapan prinsip neurosains dalam pembelajaran anak usia dini berkontribusi positif terhadap penguatan fungsi kognitif, pengendalian emosi, dan peningkatan motivasi belajar anak. Pembelajaran yang berorientasi pada cara kerja otak, lingkungan emosional yang aman, dan stimulasi multisensori terbukti efektif dalam membentuk fondasi perkembangan anak secara holistik. Kajian ini diharapkan menjadi referensi konseptual bagi pendidik dan peneliti dalam mengembangkan strategi pembelajaran berbasis neurosains di lembaga PAUD di Indonesia.

Kata kunci: kajian literatur, neurosains, anak usia dini, perkembangan kognitif, perkembangan emosional

Abstract

This study is a literature review aimed at analyzing and synthesizing various research findings and theories related to the application of neuroscience principles in early childhood education. The review emphasizes how neuroscience concepts can serve as a foundation for optimizing children's cognitive and emotional development through learning practices aligned with brain function. The research method employed is a systematic literature review, examining 50 national and international scholarly sources published between 2000 and 2025. The analysis involved a process of identification, critical evaluation, and thematic synthesis of previous studies. The findings indicate that the application of neuroscience principles in early childhood education contributes positively to strengthening cognitive functions, emotional regulation, and children's learning motivation. Brain-based, emotionally safe, and multisensory learning approaches have been shown to effectively foster holistic child development. This study is expected to serve as a conceptual reference for educators and researchers in developing neuroscience-based learning strategies in early childhood education institutions in Indonesia.

Keywords: literature review, neuroscience, early childhood education, cognitive development, emotional development.

PENDAHULUAN

Pendidikan anak usia dini (PAUD) merupakan tahap paling krusial dalam pembentukan dasar kepribadian, kemampuan kognitif, dan regulasi emosi anak. Pada periode usia 0–6 tahun, otak anak berkembang sangat cepat, membentuk hingga 80% jaringan dan koneksi sinaptik yang akan berfungsi sepanjang hidup (Shonkoff & Phillips, 2000). Masa ini dikenal sebagai masa keemasan (golden age), di mana setiap pengalaman belajar memiliki dampak yang signifikan terhadap pembentukan struktur dan fungsi otak. Oleh karena itu, pendekatan pendidikan yang

memahami cara kerja otak anak menjadi kunci dalam menciptakan proses pembelajaran yang efektif dan menyenangkan.

Perkembangan ilmu neurosains dalam dua dekade terakhir telah memberikan kontribusi besar terhadap pemahaman tentang bagaimana otak belajar, beradaptasi, dan merespons lingkungan. Neurosains tidak hanya menjelaskan mekanisme biologis otak, tetapi juga menyoroti hubungan kompleks antara emosi, perhatian, motivasi, dan memori dalam proses belajar (Damasio, 2021; Goleman, 2023). Integrasi antara neurosains dan pendidikan kemudian melahirkan disiplin neurosains pendidikan (*educational neuroscience*), yang berupaya menjembatani pengetahuan ilmiah tentang otak dengan praktik pembelajaran di ruang kelas (Tokuhamu-Espinosa, 2020).

Dalam konteks anak usia dini, pendekatan berbasis neurosains menjadi sangat relevan karena proses belajar anak tidak terpisahkan dari kondisi emosional dan pengalaman multisensorinya. Aktivitas bermain, bergerak, bernyanyi, dan berinteraksi sosial terbukti dapat menstimulasi berbagai area otak secara simultan, memperkuat koneksi saraf, serta mendukung perkembangan kognitif dan emosional anak (Caine & Caine, 2002; Jensen, 2020). Konsep neuroplastisitas, yaitu kemampuan otak untuk berubah dan beradaptasi berdasarkan pengalaman, menjadi dasar ilmiah bagi pendidik untuk merancang kegiatan belajar yang memfasilitasi pertumbuhan jaringan otak baru melalui pengalaman positif dan berulang.

Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa pemahaman guru PAUD tentang penerapan prinsip neurosains masih terbatas (Hidayah, 2021; Rahayu, 2022). Banyak guru yang masih berorientasi pada hasil akademik seperti membaca, menulis, dan berhitung (*calistung*), tanpa memperhatikan kesiapan otak anak dan pentingnya keseimbangan antara aspek kognitif dan emosional. Selain itu, tantangan lain mencakup minimnya pelatihan berbasis neurosains, keterbatasan sarana pembelajaran multisensori, serta kurangnya dukungan kebijakan pendidikan yang menekankan pendekatan berbasis otak (Zubaidah, 2022; UNESCO, 2021).

Kajian literatur ini menjadi penting untuk memberikan landasan teoritis dan konseptual mengenai bagaimana prinsip neurosains dapat diintegrasikan dalam pembelajaran anak usia dini guna mengoptimalkan perkembangan kognitif dan emosional. Melalui telaah terhadap 50 sumber ilmiah nasional dan internasional yang diterbitkan antara tahun 2000 hingga 2025, penelitian ini berupaya:

1. Mengidentifikasi prinsip-prinsip utama neurosains yang relevan bagi pendidikan anak usia dini;
2. Mendeskripsikan temuan-temuan penelitian terkait dampak penerapan neurosains terhadap perkembangan anak;
3. Menyintesis berbagai strategi pembelajaran berbasis otak yang dapat diterapkan di lembaga PAUD; dan
4. Merumuskan rekomendasi konseptual bagi guru, lembaga pendidikan, dan pembuat kebijakan dalam mengembangkan praktik pembelajaran yang berorientasi pada cara kerja otak.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfungsi sebagai kompilasi pengetahuan, tetapi juga sebagai peta konseptual (*conceptual mapping*) yang menggambarkan keterkaitan antara teori neurosains, praktik pembelajaran, dan perkembangan anak usia dini. Kajian ini diharapkan mampu memperkuat dasar ilmiah bagi peningkatan mutu pembelajaran PAUD di Indonesia, sekaligus mendorong lahirnya generasi yang cerdas secara intelektual, matang secara emosional, dan adaptif terhadap perubahan zaman.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kajian literasi (*literature review method*), yaitu pendekatan penelitian yang berorientasi pada analisis teoretis dan sintesis hasil-hasil penelitian terdahulu. Kajian literatur bertujuan untuk mengumpulkan, menelaah, dan mengintegrasikan berbagai temuan ilmiah yang relevan guna membangun pemahaman komprehensif mengenai penerapan prinsip neurosains dalam pembelajaran anak usia dini untuk mengoptimalkan perkembangan kognitif dan emosional.

Metode kajian literasi berbeda dari penelitian empiris karena tidak melakukan pengumpulan data lapangan melalui wawancara, observasi, atau eksperimen. Sebaliknya, metode ini berfokus pada pengumpulan data sekunder, yaitu informasi ilmiah yang telah dipublikasikan dalam bentuk jurnal, buku, prosiding, dan laporan penelitian. Menurut Snyder (2019), kajian literatur berfungsi untuk mengidentifikasi pengetahuan yang telah ada, menemukan kesenjangan riset (*research gap*), serta menawarkan kerangka konseptual baru yang dapat dijadikan acuan bagi penelitian dan praktik di masa depan.

1. Prosedur Kajian

Proses kajian literatur dilakukan secara sistematis melalui empat tahapan utama, yakni (a) identifikasi dan seleksi sumber, (b) evaluasi kritis literatur, (c) klasifikasi dan sintesis tematik, serta (d) penarikan kesimpulan dan implikasi konseptual.

a. Identifikasi dan Seleksi Sumber

Tahap pertama adalah identifikasi dan pemilihan sumber literatur yang relevan dengan topik penelitian. Peneliti menelusuri publikasi ilmiah dari berbagai basis data nasional dan internasional, meliputi SINTA, Garuda, Neliti, Scopus, ERIC, Google Scholar, dan ResearchGate. Sumber yang dipilih mencakup artikel jurnal, buku akademik, disertasi, laporan riset lembaga internasional (UNESCO, OECD, UNICEF, WHO), serta hasil penelitian terbaru yang berkaitan dengan neurosains, perkembangan anak usia dini, dan strategi pembelajaran berbasis otak.

Kriteria inklusi literatur meliputi:

1. Publikasi ilmiah terbit antara tahun 2000–2025, dengan prioritas pada sumber yang terbaru dan terakreditasi.
2. Sumber yang secara langsung membahas hubungan antara neurosains dan pendidikan anak usia dini, perkembangan kognitif, atau regulasi emosi.
3. Artikel yang ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris dari penerbit akademik bereputasi.
4. Tersedia secara lengkap (full text) untuk dianalisis secara menyeluruh.

Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi publikasi yang bersifat populer (non-akademik), artikel yang tidak memiliki metodologi jelas, atau penelitian yang konteksnya tidak relevan dengan fokus PAUD.

Setelah proses seleksi awal, sebanyak 50 sumber ilmiah yang memenuhi kriteria kemudian digunakan sebagai dasar utama dalam analisis literatur ini.

b. Evaluasi Kritis Literatur

Pada tahap kedua, setiap sumber literatur dievaluasi secara kritis untuk menilai validitas, reliabilitas, dan kontribusinya terhadap bidang neurosains pendidikan. Penilaian dilakukan berdasarkan kriteria metodologis (pendekatan, instrumen, teknik analisis), konteks penelitian, serta relevansi hasil terhadap pendidikan anak usia dini.

Pendekatan yang digunakan dalam evaluasi adalah critical appraisal, di mana setiap temuan penelitian dibandingkan secara sistematis untuk mengidentifikasi konsistensi, perbedaan, dan potensi bias. Proses ini membantu peneliti memastikan bahwa literatur yang digunakan memiliki kualitas ilmiah yang tinggi dan dapat dipercaya.

Selain itu, peneliti melakukan analisis keterkaitan antar sumber untuk menemukan pola hubungan antar konsep, misalnya antara teori *neuroplasticity* dengan penerapan pembelajaran multisensori, atau antara fungsi sistem limbik dengan pengembangan regulasi emosi anak. Pendekatan analitis ini memungkinkan peneliti untuk membangun pemahaman sintetik yang lebih luas, bukan sekadar menyajikan rangkuman deskriptif.

c. Klasifikasi dan Sintesis Tematik

Tahap ketiga melibatkan pengelompokan dan penyusunan tema (*thematic synthesis*) dari seluruh literatur yang telah dievaluasi. Setiap sumber

dianalisis menggunakan teknik *content analysis* untuk mengidentifikasi ide-ide utama dan pola konseptual yang muncul berulang.

Berdasarkan proses tersebut, literatur diklasifikasikan ke dalam empat tema besar:

1. Prinsip dasar neurosains dalam pendidikan anak usia dini, meliputi konsep neuroplastisitas, peran emosi, dan keterlibatan multisensori.
2. Pengaruh stimulasi otak terhadap perkembangan kognitif dan emosional anak, termasuk hubungan antara aktivitas bermain, musik, dan eksplorasi terhadap fungsi otak.
3. Peran guru dan lingkungan belajar berbasis neurosains, yang menekankan pentingnya interaksi positif, dukungan emosional, dan desain pembelajaran yang sesuai dengan cara kerja otak.
4. Tantangan dan peluang implementasi neurosains dalam konteks pendidikan Indonesia, mencakup keterbatasan literasi guru, kebijakan pendidikan, serta sumber daya lembaga PAUD.

Hasil klasifikasi tersebut kemudian disintesis menggunakan pendekatan naratif dan konseptual untuk menyoroti kesamaan dan perbedaan hasil penelitian sebelumnya, sekaligus merumuskan model konseptual baru tentang pembelajaran berbasis otak di PAUD.

d. Penarikan Kesimpulan dan Implikasi

Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan dan perumusan implikasi konseptual. Berdasarkan hasil sintesis tematik, peneliti merumuskan temuan kunci mengenai bagaimana prinsip-prinsip neurosains dapat diintegrasikan ke dalam strategi pembelajaran anak usia dini. Kesimpulan juga mencakup rekomendasi ilmiah terkait:

- a. Pengembangan model pembelajaran berbasis otak yang adaptif terhadap karakteristik anak usia dini;
- b. Strategi pelatihan guru untuk meningkatkan literasi neurosains pendidikan; dan
- c. Arah penelitian lanjutan yang perlu dilakukan untuk memperdalam pemahaman empiris tentang efektivitas pendekatan ini.

Dengan demikian, kajian literatur ini tidak hanya menghasilkan deskripsi teoretis, tetapi juga memberikan kontribusi praktis bagi dunia pendidikan anak usia dini di Indonesia.

2. Keabsahan Kajian

Keabsahan (*trustworthiness*) hasil kajian dijaga melalui penerapan empat prinsip utama, yaitu kredibilitas, transferabilitas, dependabilitas, dan konfirmabilitas (Lincoln & Guba, 1985).

1. Kredibilitas (Credibility) dijamin melalui triangulasi sumber, yaitu membandingkan temuan dari berbagai publikasi dengan latar belakang dan metodologi berbeda untuk memastikan konsistensi hasil.
2. Transferabilitas (Transferability) dicapai dengan mendeskripsikan konteks literatur dan kriteria seleksi secara rinci, sehingga hasil kajian dapat diaplikasikan pada penelitian dan praktik serupa.
3. Dependabilitas (Dependability) dijaga melalui audit trail, yaitu dokumentasi rinci setiap tahapan proses seleksi, evaluasi, dan analisis literatur.
4. Konfirmabilitas (Confirmability) dilakukan dengan menjaga objektivitas peneliti melalui penggunaan catatan reflektif dan perbandingan silang antar sumber agar interpretasi tidak bersifat subjektif.

Selain itu, keabsahan diperkuat melalui peer review akademik, yaitu diskusi dan validasi temuan dengan dosen pembimbing dan sejawat peneliti di bidang pendidikan anak usia dini.

3. Luaran Kajian

Luaran utama dari kajian literatur ini adalah pemetaan konseptual (conceptual mapping) tentang penerapan prinsip neurosains dalam pembelajaran anak usia dini. Hasil pemetaan ini menggambarkan keterkaitan antara teori otak, strategi pedagogis, dan hasil perkembangan anak, serta menghasilkan model konseptual tentang pembelajaran berbasis otak (brain-based learning) yang aplikatif untuk konteks PAUD di Indonesia.

Selain itu, luaran kajian ini juga mencakup:

- a. Model sintesis teoretis, yang merangkum hubungan antara faktor kognitif, emosional, dan sosial dalam proses belajar anak usia dini;
- b. Rekomendasi kebijakan pendidikan, terutama dalam perumusan pelatihan guru dan desain kurikulum berbasis neurosains; dan
- c. Arah penelitian lanjutan, yang mendorong kajian empiris untuk menguji efektivitas strategi pembelajaran berbasis otak di lapangan.

Dengan demikian, metode kajian literasi ini tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga bersifat analitis dan reflektif, menghasilkan kerangka teoretis yang kuat sebagai landasan bagi inovasi dalam pendidikan anak usia dini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL KAJIAN

Berdasarkan telaah sistematis terhadap 50 sumber ilmiah yang dianalisis dalam kajian literatur ini, diperoleh lima temuan utama terkait penerapan prinsip neurosains dalam pendidikan anak usia dini untuk mengoptimalkan perkembangan kognitif dan emosional.

1. Prinsip-Prinsip Neurosains yang Relevan dalam Pembelajaran PAUD

Kajian menunjukkan bahwa sejumlah prinsip neurosains memiliki implikasi langsung dan terukur terhadap praktik pembelajaran anak usia dini:

A. Neuroplastisitas (Plastisitas Otak)

Neuroplastisitas merupakan kemampuan otak untuk mengorganisir ulang dirinya dengan membentuk koneksi saraf yang baru sepanjang hidup. Dalam konteks anak usia dini, prinsip ini sangat signifikan karena:

- Otak anak usia 0-6 tahun mengalami pembentukan sinaps yang paling intensif, mencapai 80% dari koneksi saraf yang akan digunakan seumur hidup
- Masa ini merupakan periode kritis di mana otak sangat responsif terhadap stimulasi lingkungan
- Pengalaman positif yang berulang membantu memperkuat koneksi neural yang menjadi dasar perkembangan kemampuan berpikir, bahasa, dan sosial-emosional
- Sebaliknya, pengalaman negatif atau deprivasi dapat menghambat perkembangan neural yang optimal
- Lingkungan belajar yang kaya akan stimulasi memfasilitasi pembentukan jaringan saraf yang lebih kompleks dan efisien

Implikasi pedagogis dari neuroplastisitas adalah bahwa guru PAUD harus merancang pengalaman belajar yang bermakna, beragam, dan konsisten untuk memaksimalkan potensi pembentukan koneksi saraf anak.

B. Kaitan Emosi dan Belajar (Integrasi Emosi-Kognisi)

Sistem limbik, khususnya amigdala dan hippocampus, memainkan peran krusial dalam menentukan apakah anak mampu menyerap dan mempertahankan informasi baru:

- Anak belajar optimal dalam lingkungan yang aman, hangat, dan bebas dari stres berlebihan
- Emosi positif memfasilitasi aktivasi area otak prefrontal yang berkaitan dengan perhatian, memori kerja, dan pengambilan keputusan
- Ketakutan, kecemasan, atau stres dapat memicu respons pertahanan diri yang menghambat pembelajaran kognitif

- Hubungan yang hangat antara guru dan anak menciptakan rasa aman yang memungkinkan otak anak berada dalam keadaan optimal untuk belajar
- Emosi tidak hanya merupakan produk sampingan dari pembelajaran, tetapi merupakan bagian integral dari proses pembelajaran itu sendiri

Konsep dukungan emosional (emotional scaffolding), yaitu dukungan emosional yang diberikan guru, telah terbukti secara neuroscientific meningkatkan aktivasi area reward di otak yang memperkuat motivasi intrinsik anak.

C. Pembelajaran Multisensori (Pembelajaran Melibatkan Berbagai Indera)

Stimulasi yang melibatkan berbagai indera secara simultan terbukti meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui mekanisme neural yang kompleks:

- Melibatkan indera visual, auditorik, kinestetik, taktil, dan olfaktori secara bersamaan mengaktifkan berbagai area otak secara simultan
- Aktivasi multimoda ini memperkuat koneksi antar area otak yang berbeda, menciptakan representasi mental yang lebih kaya dan fleksibel
- Pembelajaran multisensori meningkatkan retensi memori karena informasi disimpan melalui beberapa jalur encoding
- Anak dengan kebutuhan belajar yang beragam dapat mengakses materi pembelajaran melalui modalitas yang paling sesuai dengan gaya belajar mereka
- Proses encoding yang lebih dalam menghasilkan memori jangka panjang yang lebih stabil dan dapat diterapkan dalam konteks yang berbeda

Penelitian neuroscience menunjukkan bahwa pembelajaran yang hanya melibatkan satu modalitas sensori menghasilkan aktivasi otak yang lebih terbatas dan memori yang lebih rentan lupa dibandingkan pembelajaran multisensori.

D. Pentingnya Interaksi Sosial (Interaksi Sosial dan Perkembangan Neural)

Interaksi sosial bukan hanya aspek emosional dari pembelajaran, tetapi juga merupakan pendorong fundamental dari perkembangan neural:

- Interaksi dengan guru dan teman sebaya memicu aktivasi area sosial pada otak, terutama di area temporal medial dan precuneus
- Sistem neuron cermin (mirror neuron system), jaringan neuron khusus yang aktif ketika individu melakukan suatu tindakan atau mengamati individu lain melakukannya, memfasilitasi pembelajaran melalui observasi dan imitasi
- Interaksi sosial yang responsif meningkatkan kemampuan bahasa ekspresif dan reseptif melalui stimulasi area Broca dan Wernicke
- Kolaborasi dengan teman sebaya mendorong perkembangan teori pikiran (theory of mind), yaitu kemampuan untuk memahami bahwa orang lain memiliki pikiran, keinginan, dan kepercayaan yang berbeda
- Interaksi positif yang konsisten memperkuat pola attachment yang aman, yang merupakan fondasi bagi eksplorasi dan pembelajaran mandiri di masa depan

E. Neurogenesis dan Lingkungan yang Kaya Stimulasi (Penciptaan Lingkungan Kaya Stimulasi)

Temuan terbaru dalam neuroscience mengungkapkan bahwa pembentukan neuron baru (neurogenesis) terus terjadi bahkan di luar periode prenatal dan awal kehidupan, khususnya di hippocampus:

- Lingkungan yang kaya akan stimulasi mendorong neurogenesis dan meningkatkan tingkat kelangsungan hidup dari neuron-neuron yang baru dibentuk
- Kompleksitas dan kebaruan dalam lingkungan belajar merangsang eksplorasi kognitif yang meningkatkan plastisitas otak
- Keseimbangan antara struktur (prediktabilitas) dan fleksibilitas (kebaruan) menciptakan kondisi optimal untuk pembelajaran
- Sarana bermain yang kaya, variasi aktivitas, dan akses ke berbagai jenis stimuli sensorik mendukung perkembangan yang optimal

2. Integrasi antara Stimulasi Otak dan Pembelajaran Bermain

Pembelajaran berbasis bermain terbukti menjadi strategi paling efektif dan sesuai dengan perkembangan untuk early childhood karena kemampuannya untuk secara simultan mengaktifkan multiple brain systems dan mengatasi multiple developmental domains.

Bermain adalah bahasa alami dari childhood, dan neuroscience mengungkapkan mengapa ini begitu powerful. Keuntungan neurobiologis dari pembelajaran berbasis bermain:

1. Aktivasi otak ganda secara simultan
Bermain mengaktifkan tidak hanya korteks yang bertanggung jawab untuk keterampilan kognitif spesifik, tetapi juga korteks motor, korteks sensori, sistem limbik, dan korteks prefrontal dalam cara yang terintegrasi. Ini menciptakan jaringan neural yang kaya dan saling terhubung yang mendukung pembelajaran yang fleksibel dan dapat ditransfer.
 2. Motivasi intrinsik
Bermain adalah aktivitas yang secara intrinsik memotivasi anak-anak usia dini karena mengaktifkan sistem reward dan menghasilkan afeksi positif. Ini berhubungan dengan pelepasan dopamin yang ditingkatkan yang memfasilitasi pembelajaran dan konsolidasi memori.
 3. Tingkat tantangan yang optimal
Bermain yang baik secara alami memberikan tingkat tantangan yang optimal di mana anak dapat berhasil melakukan tanpa frustrasi yang membanjiri. Ini membuat anak tetap berada dalam zona perkembangan proksimal di mana pembelajaran paling mungkin terjadi.
 4. Eksperimen yang aman
Bermain menyediakan konteks yang aman untuk pembelajaran trial-and-error dan eksperimen tanpa takut akan konsekuensi negatif. Ini memungkinkan anak untuk terlibat dalam pengambilan risiko yang sehat dan mengeksplorasi kemungkinan, yang penting untuk perkembangan pemecahan masalah dan kreativitas.
 5. Aktivasi neural sosial
Terutama dalam bermain sosial, multiple brain systems terintegrasi untuk memfasilitasi perspective-taking, pembacaan emosi, negosiasi, dan kolaborasi. Ini mendukung perkembangan kemampuan sosial-kognitif dan regulasi emosional.
 6. Pembelajaran yang embodied
Bermain yang melibatkan tindakan fisik mengaktifkan sistem motor yang terhubung dengan sistem kognitif melalui jalur cerebellar-prefrontal. Ini mendukung embodied cognition, di mana pemahaman didasarkan pada pengalaman fisik dan body sensing.
- Proses pembelajaran melalui bermain Ketika anak bermain, mereka secara alami:
- Menggunakan imajinasi dan kreativitas, mengaktifkan jaringan yang mendukung pemikiran divergen
 - Membuat keputusan, melatih fungsi eksekutif dan korteks prefrontal dorsolateral
 - Bernegosiasi, melatih sirkuit mentalisasi dan kemampuan pemecahan masalah sosial
 - Mengelola emosi, mengembangkan regulasi emosional dalam konteks yang playful dan low-stakes
 - Memecahkan masalah, melibatkan jaringan untuk penalaran logis dan pemecahan masalah kreatif
 - Menerapkan pengetahuan sebelumnya dalam situasi baru, mendukung transfer dari pembelajaran

Ini semua selaras dengan bagaimana otak seharusnya dikembangkan selama early childhood. Dengan demikian, pembelajaran berbasis bermain bukan hanya secara pedagogis sound, tetapi juga secara neuroscientifically optimal untuk mengembangkan struktur neural fundamental dan fungsi yang mendukung pembelajaran seumur hidup dan well-being.

3. Emosi sebagai Fondasi Pembelajaran, Bukan Sekadar Aksesori

Temuan kajian dengan compelling menunjukkan bahwa pembelajaran tidak dapat dipisahkan dari kondisi emosional anak, dan emosi seharusnya tidak dipertimbangkan sebagai separate dari cognition, tetapi sebagai komponen integral darinya.

Bukti neuroscientific untuk integrasi emosi-cognition:

1. Keterlibatan sistem limbik dalam pembentukan memori
Hippocampus, yang penting untuk konsolidasi memori, menerima input substantial dari amigdala dan struktur limbik lainnya. Memori yang diberi tag emosional dikodekan lebih kuat dan lebih mudah diambil dibandingkan memori yang netral. Ini menjelaskan mengapa pembelajaran yang disertai emosi positif menghasilkan pembelajaran yang lebih kuat dan lebih tahan lama.
2. Konektivitas prefrontal-limbik sebagai basis untuk pembelajaran adaptif
Korteks prefrontal dorsolateral (untuk pengambilan keputusan rasional) dan korteks prefrontal ventromedial (yang mengintegrasikan informasi emosional) harus bekerja bersama untuk pengambilan keputusan dan pembelajaran yang optimal. Ketika anak dalam keadaan takut atau stres berlebihan, fungsi prefrontal dapat diambil alih oleh reaktivitas limbik, mengganggu kinerja kognitif.
3. Keamanan emosional sebagai prasyarat untuk optimalisasi kognitif
Anak yang merasa aman secara emosional memiliki sistem saraf parasimpatis yang lebih teraktivasi, yang berhubungan dengan keadaan yang kondusif untuk pembelajaran, kreativitas, dan engagement sosial. Sebaliknya, anak yang merasa cemas atau terancam memiliki sistem saraf simpatik yang teraktivasi, yang berhubungan dengan perhatian yang sempit, memori kerja yang terganggu, dan akses terbatas ke fungsi kognitif tingkat tinggi.
4. Pengasuhan yang responsif dan perkembangan neural
Guru yang memberikan perawatan yang responsif secara emosional membantu anak mengembangkan pola attachment yang aman dan aksis HPA yang teratur dengan baik, yang melindungi otak dari efek stres berlebihan dan mempromosikan perkembangan neural yang optimal.

Implikasi untuk praktik kelas:

1. Iklim emosional adalah fundamental untuk kesuksesan pembelajaran
Guru yang mampu menciptakan lingkungan yang aman secara emosional melalui sikap yang hangat, empatik, dan tidak menghakimi akan memfasilitasi aktivasi otak yang optimal dan pembelajaran di antara siswa mereka.
2. Regulasi emosi adalah prasyarat untuk pembelajaran akademik
Anak yang dapat mengatur emosi mereka memiliki akses yang lebih baik ke fungsi eksekutif dan dapat berpartisipasi dalam aktivitas pembelajaran dengan efektivitas yang lebih besar. Oleh karena itu, pengajaran eksplisit strategi regulasi emosi adalah komponen penting dari early childhood education.
3. Engagement emosional positif meningkatkan motivasi dan persistensi
Ketika anak mengasosiasikan pembelajaran dengan emosi positif, mereka mengembangkan motivasi intrinsik untuk terlibat dalam aktivitas pembelajaran. Ini menghasilkan persistensi yang lebih besar, pemrosesan informasi yang lebih dalam, dan hasil pembelajaran yang lebih sukses.
4. Validasi dan pemahaman dari pengalaman emosional adalah penting
Guru yang mengakui dan memvalidasi pengalaman emosional anak, daripada menolak atau meremehkan mereka, membantu anak mengembangkan kesadaran emosional yang sehat dan ekspresi, yang penting untuk kesehatan mental dan kesuksesan akademik.

Dengan demikian, fokus pada keamanan emosional, validasi emosional, dan literasi emosional seharusnya menjadi central dalam early childhood education, bukan marginal atau optional add-on.

5. Urgensi Pelatihan Neurosains bagi Guru PAUD

Rendahnya pemahaman guru mengenai prinsip-prinsip otak dan cara kerja neurobiologi merupakan hambatan signifikan bagi implementasi pembelajaran berbasis neurosains di PAUD Indonesia. Penelitian menunjukkan bahwa meskipun guru PAUD seringkali memiliki intentions yang baik dan dedikasi, banyak yang masih menerapkan praktik pembelajaran yang tidak selaras dengan pemahaman neuroscientific tentang bagaimana otak anak belajar. Manifestasi dari knowledge gap ini meliputi:

1. **Penekanan pada keterampilan akademik di usia dini (budaya calistung)**
Banyak guru dan institusi PAUD yang masih memprioritaskan pengajaran membaca, menulis, dan aritmatika di early childhood, sebelum otak anak cukup matang untuk mendapat manfaat dari explicit academic instruction. Ini didasarkan pada miskonsepsi bahwa intervensi yang lebih awal selalu menghasilkan hasil yang lebih baik, ketika pada kenyataannya tekanan akademik prematur dapat backfire dengan menghasilkan sikap negatif terhadap pembelajaran dan menghambat perkembangan keterampilan fundamental.
2. **Penggunaan terbatas dari pendekatan multisensory**
Pembelajaran masih sering teacher-centered dan terutama visual atau auditori, mengorbankan kesempatan untuk engagement multisensori yang kaya yang optimal untuk perkembangan neural.
3. **Perhatian yang tidak memadai terhadap iklim emosional**
Beberapa guru belum sepenuhnya menghargai pentingnya keamanan emosional dan hubungan yang responsif sebagai prasyarat untuk pembelajaran yang optimal.
4. **Pemanfaatan bermain yang terbatas sebagai vehicle pembelajaran**
Meskipun pendekatan berbasis bermain diakui secara teoritis, praktik di lapangan seringkali menunjukkan bahwa bermain dipandang sebagai leisure time daripada strategi pembelajaran integral.
5. **Pendekatan reaktif daripada proaktif terhadap perilaku**
Guru yang kurang memahami neurobiologi yang mendasar dari perilaku seringkali mengadopsi pendekatan berbasis hukuman yang reaktif daripada strategi yang developmentally-informed dan proaktif yang mengatasi akar penyebab perilaku yang menantang.

Mengapa literasi neuroscience guru adalah kritis:

1. **Guru adalah arsitek dari lingkungan pembelajaran**
Guru membuat countless decisions sehari-hari yang mempengaruhi aktivasi neural dan perkembangan anak. Pengambilan keputusan yang diinformasikan oleh neuroscience akan menghasilkan lingkungan pembelajaran yang lebih optimal.
2. **Neuroscience memberikan rationale yang compelling untuk best practices**
Ketika guru memahami "why" di balik praktik yang direkomendasikan, mereka lebih mungkin untuk mengimplementasikan praktik dengan fidelity dan konsistensi.
3. **Neuroscience membantu guru mempersonalisasi instruksi**
Memahami bahwa otak anak berkembang dengan kecepatan yang berbeda dan memiliki profil pembelajaran yang berbeda membantu guru mengadaptasi instruksi untuk mengakomodasi perbedaan individual.
4. **Neuroscience mendukung self-compassion guru dan pertumbuhan profesional**
Memahami bahwa tantangan perilaku seringkali hasil dari sistem neural yang immature, bukan defiance yang disengaja atau kegagalan guru, membantu mengurangi guru burnout dan frustrasi.

5. Model Pembelajaran Berbasis Otak untuk PAUD yang Komprehensif

Dari sintesis literatur yang ekstensif, kajian ini menghasilkan model pembelajaran berbasis otak yang komprehensif yang dirancang khusus untuk konteks PAUD di Indonesia:

Pilar 1: Pembelajaran Harus Menyenangkan, Aman, dan Bermakna

Menyenangkan (Engaging dan Joy-Filled):

- Aktivitas pembelajaran seharusnya inherently engaging dan menghasilkan emosi positif

- Novelty dan playfulness seharusnya terintegrasi ke dalam rutinitas harian
- Motivasi intrinsik seharusnya prioritas dibandingkan reward eksternal
- Aktivitas yang membangkitkan tawa, keajaiban, dan antusiasme mendorong pelepasan dopamin dan memperkuat pembelajaran

Aman (Safe dan Secure):

- Keamanan emosional: Lingkungan di mana anak merasa diterima, dihargai, dan tidak takut membuat kesalahan
- Keamanan fisik: Lingkungan yang aman dari bahaya fisik dan diorganisir dengan cara yang suportif
- Prediktabilitas: Rutinitas dan ekspektasi yang jelas mengurangi kecemasan dan ketidakpastian
- Attachment yang aman: Hubungan dengan guru yang ditandai dengan kehangatan, konsistensi, dan responsiveness

Bermakna (Meaningful dan Purposeful):

- Pembelajaran seharusnya terhubung ke kehidupan dan minat anak
- Aktivitas seharusnya purposeful daripada arbitrary exercises
- Kesempatan bagi anak untuk menerapkan pembelajaran ke konteks dunia nyata
- Konten yang relevan secara kultural yang mencerminkan nilai dan pengalaman komunitas

Pilar 2: Anak Belajar Optimal Ketika Seluruh Indera Terlibat

Integrasi multisensori:

- Pengalaman pembelajaran seharusnya secara simultan melibatkan modalitas visual, auditori, taktil, kinestetik, dan olfaktori ketika memungkinkan
- Anak yang berbeda memiliki preferensi sensorial yang berbeda, jadi menyediakan multiple modalities memastikan akses untuk semua learners
- Encoding multisensori menghasilkan representasi neural yang lebih kaya dan memori yang lebih kuat

Lingkungan yang kaya sensorial:

- Kelas seharusnya secara purposeful dirancang untuk menyediakan stimulasi sensorial yang bervariasi
- Bahan alami dengan tekstur, suhu, dan properti yang berbeda
- Suara, warna, dan aroma yang bervariasi dan menyenangkan
- Kesempatan untuk gerak dan engagement fisik

Dukungan integrasi sensorial:

- Anak yang memiliki perbedaan pemrosesan sensorial seharusnya menerima dukungan tambahan
- Penyeimbangan antara stimulasi dan potensi overstimulation
- Menggabungkan pengalaman sensorial yang menenangkan yang membantu anak mengatur tingkat arousal

Pilar 3: Emosi Positif dan Hubungan Hangat Sebagai Pintu Masuk Pembelajaran

Hubungan sebagai fondasi:

- Hubungan yang aman dan penuh kepercayaan antara guru dan anak adalah prasyarat untuk pembelajaran yang optimal
- Kualitas dari hubungan mempengaruhi segalanya dari regulasi emosional hingga kemauan untuk terlibat dalam aktivitas pembelajaran
- Koneksi personal dan perawatan genuine mengkomunikasikan bahwa anak dihargai dan didukung

Emotional attunement:

- Guru seharusnya sensitif terhadap keadaan emosional anak
- Validasi dan penamaan emosi membantu anak mengembangkan kesadaran emosional dan literasi
- Emotional scaffolding—memberikan dukungan yang sesuai untuk anak mengelola emosi—memfasilitasi perkembangan regulasi emosional

Iklim kelas yang positif:

- Cultivasi yang intentional dari komunitas kelas yang hangat, suportif, dan inklusif
- Penekanan pada kebaikan, respect, dan saling mendukung di antara peers
- Guru modeling dari regulasi emosi, empati, dan hubungan positif

Pilar 4: Aktivitas Bermain Sebagai Bentuk Stimulasi Otak Paling Efektif

Bermain sebagai core pembelajaran:

- Bermain seharusnya bukan hanya recess atau free time, tetapi intentional learning vehicle
- Berbagai jenis bermain—bermain pura-pura, bermain konstruktif, bermain fisik, permainan—melibatkan sistem neural yang berbeda dan mendukung hasil pembelajaran yang berbeda

Peran guru dalam bermain:

- Guru seharusnya memfasilitasi dan enrich bermain daripada direct atau control itu
- Memperkenalkan bahan, props, dan ide yang memperluas kompleksitas bermain
- Memasuki bermain dengan respect terhadap kepemimpinan dan arah anak

Integrasi dari learning goals:

- Bermain dapat secara simultan mengatasi multiple developmental domains
- Learning outcomes dapat muncul dari minat bermain anak daripada hanya predetermined objectives
- Dokumentasi dan refleksi upon bermain dapat mengungkapkan pembelajaran yang terjadi

Pilar 5: Guru Sebagai Fasilitator yang Memahami Cara Kerja Otak Anak

Guru sebagai fasilitator:

- Peran guru berubah dari deliverer dari pengetahuan menuju fasilitator dari pengalaman pembelajaran
- Menciptakan konteks dan kondisi di mana pembelajaran secara alami terjadi
- Mengikuti leads anak dan membangun di atas minat mereka

Pengambilan keputusan yang diinformasikan neuroscience:

- Guru yang memahami perkembangan otak membuat keputusan yang lebih baik mendukung perkembangan yang optimal
- Memahami perbedaan individual dalam profil pembelajaran dan timeline perkembangan
- Menggunakan penilaian formatif dan observasi untuk menginformasikan instruksi

Pengajaran yang responsif:

- Secara berkelanjutan membaca dan merespons cues dari anak
- Menyesuaikan aktivitas berdasarkan tingkat engagement, minat, dan pemahaman
- Scaffolding yang sesuai untuk tingkat tantangan yang optimal

Stance pembelajaran profesional:

- Guru sebagai praktisi reflektif yang terus-menerus belajar
- Mencari peluang pengembangan profesional dalam praktik berbasis neuroscience
- Berkolaborasi dengan kolega untuk berbagi pembelajaran dan best practices

6. Integrasi Aspek Kultural dan Kontekstual dalam Pembelajaran Berbasis Neurosains

Penting untuk mengakui bahwa meskipun prinsip neuroscience universal dan dapat diterapkan di seluruh budaya, implementasi harus sensitif terhadap nilai-nilai kultural, konteks lokal, dan kebutuhan komunitas spesifik.

Pembelajaran berbasis neuroscience yang responsif secara kultural:

1. Menghormati nilai-nilai kultural tentang pengasuhan anak dan pendidikan

Budaya yang berbeda memiliki filosofi yang berbeda tentang cara-cara optimal untuk mendidik anak. Pendekatan berbasis neuroscience seharusnya diintegrasikan dengan nilai-nilai kultural daripada menggantikannya.

2. Menggunakan materi dan konteks yang relevan secara kultural: Aktivitas pembelajaran seharusnya mencerminkan latar belakang budaya dan pengalaman hidup dari anak, membuat konten lebih bermakna dan relevan.
 3. Melibatkan keluarga dalam pembelajaran
Menggabungkan orang tua dan anggota keluarga diperluas dalam memahami perkembangan otak dan praktik pembelajaran yang optimal, dan mengundang mereka menjadi partner dalam mendukung perkembangan anak.
 4. Beradaptasi dengan realitas sumber daya
Banyak PAUD di Indonesia memiliki sumber daya terbatas. Model pembelajaran berbasis neuroscience seharusnya dapat disesuaikan ke konteks dengan budget terbatas, di mana pengalaman pembelajaran yang kaya dapat diciptakan menggunakan bahan alami dan creative utilization dari available resources.
- 7. Sustainability dan Scalability dari Implementasi Neurosains**
- Untuk memastikan bahwa pendekatan ini bukan hanya passing trend, penting untuk mempertimbangkan sustainability dan scalability. Dukungan sistemik yang diperlukan:
1. Komitmen pada level kebijakan
Pemerintah seharusnya memberikan direktif yang jelas bahwa pembelajaran berbasis neuroscience adalah expected practice di PAUD, bukan optional.
 2. Alignment kurikulum
Kurikulum PAUD nasional seharusnya secara eksplisit mengintegrasikan prinsip neuroscience sebagai foundation.
 3. Infrastruktur pelatihan guru
Kesempatan pengembangan profesional yang sistematis dan berkelanjutan perlu tersedia untuk semua guru PAUD.
 4. Alokasi sumber daya
Pendanaan yang memadai untuk bahan, fasilitas, dan pengembangan profesional perlu dialokasikan.
 5. Quality assurance dan monitoring: Sistem untuk monitoring implementasi dan memastikan kualitas perlu diestablish.

Tantangan scaling dan solusi:

1. Tantangan
Banyaknya PAUD dengan varying capacity untuk implement Solusi: Differentiated support models, train-the-trainer approaches, mentoring networks
2. Tantangan
Sumber daya terbatas di banyak setting Solusi: Focus pada low-cost, high-impact practices; utilizing natural materials; community partnerships
3. Tantangan
Mengubah praktik established dan mindsets Solusi: Compelling evidence presentation; involving key stakeholders; gradual, supported implementation

B. SINTESIS PEMBAHASAN KOMPREHENSIF

Integrasi Empiris dari Temuan-Temuan Utama

Secara keseluruhan, penerapan prinsip neurosains dalam pembelajaran PAUD terbukti berkontribusi signifikan terhadap:

1. Peningkatan Fungsi Kognitif Secara Terukur
Pembelajaran berbasis otak meningkatkan functioning dari multiple cognitive systems:
 - Memori kerja berkembang melalui purposeful activities yang memerlukan sustained attention dan active information manipulation

- Kemampuan bahasa berkembang melalui linguistic input yang kaya, interaksi yang responsif, dan multisensory word learning
 - Penalaran dan logika berkembang melalui problem-solving activities, cause-and-effect exploration, dan guided discovery
 - Kreativitas dan divergent thinking berkembang melalui open-ended exploration, imaginative play, dan reduced pressure untuk single "correct answers"
 - Fungsi eksekutif berkembang melalui praktik dalam planning, organizing, monitoring, dan evaluating
2. Penguatan Perkembangan Emosional dan Sosial
- Pembelajaran berbasis neuroscience menciptakan kondisi untuk perkembangan emosional dan sosial yang optimal:
- Regulasi emosional berkembang melalui secure attachments, emotional coaching, dan kesempatan untuk practice dalam safe contexts
 - Self-concept dan confidence berkembang melalui success experiences, unconditional positive regard, dan kesempatan untuk autonomy dan mastery
 - Empati dan social skills berkembang melalui social play, perspective-taking opportunities, dan modeling dari prosocial behaviors
 - Resiliensi berkembang melalui experience dalam managing challenges, experiencing support, dan developing agency
3. Alignment dengan Cara Kerja Otak Menciptakan Efisiensi Pembelajaran
- Ketika pendekatan pembelajaran selaras dengan realities neurobiologis:
- Pembelajaran terasa natural daripada forced, mengurangi resistansi dan meningkatkan engagement
 - Transfer dari pembelajaran lebih mungkin karena knowledge dikodekan dalam jaringan yang kaya dan terhubung
 - Retensi jangka panjang meningkat karena multiple encoding mechanisms terserlibat
 - Motivasi lebih intrinsik karena aktivitas pembelajaran secara natural engaging dan rewarding
4. Penyediaan Lingkungan Belajar yang Holistik
- Model brain-based learning secara inherent mengatasi multiple aspek dari perkembangan secara simultan:
- Perkembangan kognitif, emosional, sosial, dan fisik semuanya didukung dalam cara yang terintegrasi
 - Whole child dipertimbangkan daripada compartmentalized "academics"
 - Perkembangan berjalan dalam cara yang coordinated dan mutually-supporting
5. Memberikan Arah Baru bagi Perbaikan Kualitas Pendidikan Anak Usia Dini
- Adopsi pendekatan berbasis neuroscience mendorong:
- Pergeseran paradigma dari test-driven, academically-focused early childhood education menuju developmentally-appropriate, play-based, joy-filled learning
 - Pertumbuhan profesional dari guru yang engaged dengan pemahaman scientific tentang child development
 - Investasi dalam lingkungan pembelajaran dan praktik yang optimal
 - Advokasi untuk menghargai early childhood education sebagai foundation kritis untuk lifelong learning dan well-being

Catatan Kritis tentang Aplikasi Neurosains dalam Pendidikan

Sementara neuroscience memberikan valuable insights, penting untuk mengakui beberapa caveats dan considerations:

1. Neuroscience bukan panacea: Memahami neurobiologi penting, tetapi implementasi masih memerlukan teacher judgment, sensitivity terhadap

individual children, dan recognition dari complexity dari human learning dan development.

2. Menerjemahkan neuroscience ke education adalah complex: Temuan research dari neuroscience laboratorium seringkali difficult untuk directly apply ke konteks classroom. Diperlukan thoughtful translation dan adaptation.
3. Perbedaan individual penting: Meskipun neuroscience mengungkapkan universal principles tentang how brains learn, individual children tetap memiliki unique profiles, preferences, dan needs yang harus dihormati.
4. Konteks kultural membentuk pembelajaran: Bagaimana anak terbaik belajar dipengaruhi tidak hanya oleh neurobiologi tetapi juga oleh konteks kultural, family practices, dan community values.
5. Seni dan sains: Pengajaran yang efektif tetap both art (creativity, responsiveness, relationship-building) dan science (understanding neural mechanisms, evidence-based practices).

KESIMPULAN

Kajian literatur ini menegaskan bahwa penerapan prinsip neurosains dalam pembelajaran anak usia dini merupakan pendekatan yang sangat penting dan relevan untuk mengoptimalkan perkembangan kognitif dan emosional anak. Berdasarkan analisis terhadap 50 sumber ilmiah, ditemukan bahwa:

1. Perkembangan otak anak usia dini sangat bergantung pada kualitas pengalaman belajar yang diberikan, terutama pengalaman yang aman, menyenangkan, kaya stimulasi multisensori, dan penuh interaksi sosial. Konsep neuroplastisitas menunjukkan bahwa otak anak berkembang pesat dan mudah dibentuk melalui pengalaman positif yang konsisten.
2. Pembelajaran berbasis neurosains terbukti meningkatkan kemampuan kognitif, seperti memori, bahasa, fokus, kreativitas, dan kemampuan berpikir kritis. Aktivitas bermain, eksplorasi, musik, serta kegiatan yang memanfaatkan berbagai indera memiliki kontribusi besar dalam memperkuat jaringan sinaptik yang berperan dalam fungsi kognitif.
3. Perkembangan emosional anak juga sangat dipengaruhi oleh pendekatan berbasis otak. Lingkungan yang aman secara emosional, relasi guru-anak yang positif, serta strategi pengajaran yang mengakomodasi kebutuhan emosi anak terbukti efektif dalam meningkatkan regulasi emosi, rasa percaya diri, motivasi belajar, dan empati anak.
4. Guru memiliki peran sentral dalam keberhasilan penerapan neurosains, namun fakta menunjukkan bahwa literasi neurosains di kalangan guru PAUD masih rendah. Oleh karena itu, peningkatan kapasitas guru melalui pelatihan, workshop, dan integrasi teori otak dalam kurikulum pelatihan guru menjadi sangat mendesak.
5. Implementasi neurosains di PAUD menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan sarana prasarana, dominasi pembelajaran akademik dini (calistung), kurangnya dukungan kebijakan, serta minimnya bahan ajar berbasis otak. Hal ini menunjukkan perlunya perubahan paradigma pendidikan yang lebih mengutamakan perkembangan otak anak secara holistik.

Secara keseluruhan, kajian ini menyimpulkan bahwa penerapan prinsip neurosains sangat efektif dan memiliki dampak signifikan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di PAUD. Pendekatan ini memberikan landasan ilmiah yang kuat untuk merancang kegiatan belajar yang sesuai dengan cara kerja otak, sehingga mampu membentuk fondasi perkembangan anak yang optimal baik dari aspek kognitif maupun emosional.

Kajian ini diharapkan menjadi dasar konseptual bagi pendidik, peneliti, dan pembuat kebijakan dalam mengembangkan model pembelajaran PAUD yang lebih humanis, ilmiah, dan sesuai dengan perkembangan otak anak.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J. R. (2021). *Cognitive psychology and its implications* (9th ed.). New York, NY: Worth Publishers.
- Aprillia, N., & Suparno, S. (2022). Peran lingkungan dalam pembelajaran berbasis neurosains di PAUD. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini Nusantara*, SINTA 4.
- Astuti, R. (2023). Hubungan stimulasi otak dan perkembangan emosi anak. *Jurnal Ilmiah PAUD*, SINTA 4.
- Bruer, J. T. (1999). *The myth of the first three years: A new understanding of early brain development and lifelong learning*. New York, NY: Free Press.
- Caine, R. N., & Caine, G. (2002). *Making connections: Teaching and the human brain*. Alexandria, VA: ASCD.
- Caine, G., Caine, R. N., & McClintic, C. (2020). *12 Brain/Mind Learning Principles in Action*. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*. New York, NY: Putnam.
- Damasio, A. (2021). *Feeling & Knowing: Making minds conscious*. New York, NY: Pantheon Books.
- Fatmawati, N. (2021). Pembelajaran holistik integratif berbasis neurosains. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, SINTA 2.
- Goleman, D. (1995). *Emotional intelligence: Why it can matter more than IQ*. New York, NY: Bantam Books.
- Goleman, D. (2023). *Optimal: How to sustain personal and professional excellence*. New York, NY: Penguin.
- Goswami, U. (2008). *Cognitive development: The learning brain*. New York, NY: Psychology Press.
- Hidayah, R. (2021). Penerapan prinsip neurosains dalam pembelajaran anak usia dini. *Jurnal Obsesi*, SINTA 2.
- Immordino-Yang, M. H., & Damasio, A. (2007). We feel, therefore we learn. *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 3–10.
- Immordino-Yang, M. H. (2015). *Emotions, learning, and the brain: Exploring the educational implications of affective neuroscience*. New York, NY: W. W. Norton.
- Jensen, E. (2008). *Brain-based learning: The new paradigm of teaching* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Jensen, E. (2020). *Teaching with the brain in mind* (3rd ed.). Alexandria, VA: ASCD.
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2015). *An introduction to brain and behavior* (5th ed.). New York, NY: Worth.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- Lestari, D., Sari, S. L., Nurhasanah, A. Y., & Utami, F. I. (2022). Penerapan prinsip neurosains dalam pembelajaran anak usia dini. *Jurnal Obsesi*, 6(1), 513–525.
- Lestari, E., & Nurhidayati, N. (2022). Pendekatan neurosains dalam pembelajaran di PAUD. *Jurnal Golden Age*, SINTA 3.
- Lieberman, M. D. (2013). *Social: Why our brains are wired to connect*. New York, NY: Crown.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- National Scientific Council on the Developing Child. (2020). *Connecting brain science and early childhood education*. Harvard University.
- Nuraini, F. (2022). Konsep neuroedukasi dalam PAUD. *Jurnal Cakrawala Dini*, SINTA 3.
- OECD. (2021). *Starting Strong VI: Supporting meaning-making in early childhood education*. Paris: OECD Publishing.
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2007). *Educating the human brain*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Pritchard, A. (2021). *Ways of learning: Learning theories and learning styles in the classroom* (4th ed.). London: Routledge.

- Putri, D. (2020). Stimulasi otak anak usia dini melalui bermain. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, SINTA 2.
- Rahayu, I. (2022). Peran guru dalam pembelajaran berbasis otak. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini Indonesia*, SINTA 2.
- Ratey, J. J. (2001). *A user's guide to the brain: Perception, attention, and the four theaters of the brain*. New York, NY: Vintage Books.
- Rilling, J. K., & Young, L. J. (2014). The biology of mammalian parenting and its effect on offspring social development. *Science*, 345(6198), 771–776.
- Sari, M., & Yuliani, N. (2023). Integrasi neurosains dalam kurikulum PAUD. *Jurnal AUDI*, SINTA 3.
- Shonkoff, J. P., & Phillips, D. A. (Eds.). (2000). *From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development*. Washington, DC: National Academy Press.
- Sousa, D. A. (2011). *How the brain learns* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Sousa, D. A. (2022). *Engaging the rewired brain*. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology. *Journal of Business Research*, 104, 333–339.
- Sylwester, R. (2003). *A biological brain in a cultural classroom*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Tokuhamas-Espinosa, T. (2011). *Mind, brain, and education science*. New York, NY: W. W. Norton.
- Tokuhamas-Espinosa, T. (2020). *The scientifically substantiated art of teaching*. New York, NY: Teachers College Press.
- UNICEF. (2022). *Early Childhood Development: The Foundation of a Sustainable Society*. New York, NY: UNICEF.
- UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. Paris: UNESCO.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Widyastuti, S. (2021). Pembelajaran berbasis otak di PAUD. *Jurnal Obsesi*, SINTA 2.
- WHO. (2020). *Nurturing care framework for early childhood development*. Geneva: World Health Organization.
- Yulianti, D. (2020). Strategi pembelajaran yang mengaktifkan otak anak. *Jurnal Golden Age*, SINTA 3.
- Zull, J. E. (2011). *The brain, learning, and teaching*. Sterling, VA: Stylus.
- Zubaidah, S. (2022). Neurosains dalam pendidikan: Konsep dan implementasi. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 28(2), 115–130.
- Zimmerman, B. J. (2020). *Motivating self-regulated learners: Beyond competence to motivation*. New York, NY: Routledge.