

PENGEMBANGAN STRATEGI PEMBELAJARAN INOVATIF BERBASIS FUNGSI NEUROKOGNITIF DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN KREATIVITAS SISWA

Zakiah Basuni

Universitas Kuningan

e-mail: zakiahb767@gmail.com

Diterima: 25/7/2026; Direvisi: 10/8/2026; Diterbitkan: 16/8/2026

ABSTRAK

Rendahnya keterampilan berpikir kritis dan kreativitas siswa sekolah menengah pertama menunjukkan perlunya strategi pembelajaran berorientasi optimasi fungsi *neurokognitif*. Penelitian ini bertujuan mengembangkan serta menguji efektivitas Strategi Pembelajaran CERDAS (*Connect, Explore, Reflect, Develop, Action, Share*) berbasis fungsi *neurokognitif* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreativitas. Menggunakan metode *Research and Development* (R&D) model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*), produk divalidasi ahli serta diuji melalui eksperimen semu terhadap 64 siswa. Data dianalisis secara deskriptif, *N-Gain*, dan uji Mann-Whitney. Hasil penelitian menunjukkan strategi CERDAS memiliki validitas sangat tinggi (94,16%) dan kepraktisan sangat tinggi (94,33%). Strategi ini terbukti efektif meningkatkan berpikir kritis dan kreativitas siswa secara signifikan. Kelas eksperimen memperoleh *N-Gain* berpikir kritis sebesar 0,7149 serta kreativitas sebesar 0,6881, lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Kesimpulannya, Strategi Pembelajaran CERDAS valid, praktis, dan efektif meningkatkan berpikir kritis serta kreativitas siswa.

Kata kunci: ADDIE, Berpikir Kritis, CERDAS, Fungsi Neurokognitif, Kreativitas

ABSTRACT

The low levels of critical thinking and creativity among junior high school students indicate the need for instructional strategies that not only focus on content mastery but also optimize students' neurocognitive functions. This study aimed to develop and evaluate the effectiveness of the CERDAS Learning Strategy (*Connect, Explore, Reflect, Develop, Action, Share*), which is based on neurocognitive functions, in improving students' critical thinking and creativity. The study employed a Research and Development (R&D) approach using the ADDIE model, consisting of *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation* stages. The developed product was validated by subject-matter and pedagogical experts, then tested for practicality and effectiveness through a quasi-experimental design using a Nonequivalent Control Group Design involving 64 junior high school students divided into experimental and control groups. Data were collected through expert validation, observations, questionnaires, and critical thinking and creativity tests, and analyzed using percentage scores, *N-Gain* analysis, and the Mann-Whitney test. The findings revealed that the CERDAS strategy demonstrated very high validity with an average score of 94.16% and very high practicality with a syntax implementation rate of 94.33%. The strategy was also proven effective in significantly improving students' critical thinking and creativity ($p < 0.05$). The experimental group achieved an *N-Gain* score of 0.7149 (high category) for critical thinking and 0.6881 (moderate-to-high category) for creativity, outperforming the control group, which obtained scores of

0.3560 and 0.3036, respectively. It can be concluded that the neurocognitive-based CERDAS Learning Strategy is valid, practical, and effective in enhancing junior high school students' critical thinking and creativity.

Keywords: ADDIE, CERDAS strategy, critical thinking, creativity, neurocognitive functions

PENDAHULUAN

Perkembangan pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik tidak hanya menguasai pengetahuan konseptual, tetapi juga memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*), khususnya berpikir kritis dan kreativitas. Kedua keterampilan tersebut menjadi kompetensi esensial yang diperlukan untuk menghadapi kompleksitas permasalahan kehidupan, perkembangan ilmu pengetahuan, serta perubahan sosial dan teknologi yang berlangsung sangat cepat. Kerangka kompetensi global menempatkan kemampuan berpikir kritis dan kreativitas sebagai bagian utama keterampilan yang harus dimiliki peserta didik pada era Revolusi Industri 4.0 dan *Society 5.0* (Arifin & Mu'id, 2024). Pembelajaran modern secara menyeluruh diarahkan pada pembentukan sumber daya manusia yang adaptif melalui penguatan fungsi penalaran adaptif (Hidayati et al., 2021). Dengan demikian, penataan desain kurikulum dan strategi pembelajaran di kelas menjadi faktor krusial dalam memfasilitasi pencapaian kompetensi esensial tersebut.

Secara ideal, pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di sekolah menengah pertama dirancang untuk melatih kemampuan analisis, evaluasi, pemecahan masalah, serta menghasilkan gagasan baru melalui kegiatan penyelidikan ilmiah. Namun, kondisi empiris menunjukkan bahwa capaian keterampilan berpikir kritis dan kreativitas siswa Indonesia masih relatif rendah pada berbagai pengujian. Pembelajaran IPA di sekolah masih didominasi oleh pendekatan *teacher-centered*, berorientasi pada hafalan konsep, dan kurang memberikan ruang bagi siswa untuk melakukan refleksi maupun eksplorasi ide kreatif (Cahyani et al., 2023). Pendekatan instruksional yang cenderung kaku ini menghambat perkembangan kapasitas berpikir fleksibel dan keterampilan pemecahan masalah siswa (Azzahra et al., 2024). Selain itu, kurangnya stimulasi interaktif di kelas berdampak pada rendahnya partisipasi aktif siswa dalam membangun pemahaman secara mandiri.

Kesenjangan antara tuntutan kompetensi abad ke-21 dan realitas pembelajaran tersebut menunjukkan perlunya inovasi strategi pembelajaran yang mampu mengoptimalkan proses kognitif siswa secara mendasar. Dalam perspektif *educational neuroscience*, keterampilan berpikir kritis dan kreativitas sangat dipengaruhi oleh fungsi *neurokognitif*, khususnya *Executive Function* dan *Working Memory* (Intishar, 2023). *Executive Function* meliputi kemampuan mengendalikan perhatian, mengatur perilaku, dan mengendalikan impuls, sedangkan *Working Memory* berperan dalam menyimpan serta memanipulasi informasi selama proses berpikir (Ananda et al., 2024). Penguatan fungsi eksekutif dan pengelolaan beban kognitif yang tepat berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan prestasi akademik siswa (Schäfer et al., 2024; Sweller et al., 2019). Pemahaman mendalam mengenai mekanisme kerja otak ini menjadi landasan esensial dalam merancang intervensi pembelajaran yang efektif.

Berbagai model pembelajaran inovatif seperti *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning* telah terbukti mampu meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa (Azzahra et al., 2023). Akan tetapi, sebagian besar pendekatan tersebut masih berfokus pada aktivitas luar tanpa secara eksplisit mengintegrasikan prinsip kerja otak dan fungsi *neurokognitif* ke dalam sintaksnya. Penelitian yang menghubungkan desain instruksional

dengan stimulasi *Executive Function* dan *Working Memory* pada pembelajaran IPA SMP masih sangat terbatas, khususnya yang berbasis *Cognitive Load Theory* (Hindriana et al., 2026; Putra et al., 2025). Keterbatasan ini membuka peluang bagi pengembangan strategi pembelajaran baru yang secara terencana menyelaraskan tahapan instruksional dengan mekanisme *neurokognitif*. Oleh sebab itu, diperlukan pemetaan kerangka kerja instruksional yang presisi untuk menjembatani teori *neuroscience* dengan praktik pembelajaran di kelas.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan Strategi Pembelajaran CERDAS (*Connect, Explore, Reflect, Develop, Action, Share*) berbasis fungsi *neurokognitif* untuk mengelola beban kognitif siswa (Prihatin et al., 2024). Tahap *Connect* dan *Explore* mengoptimalkan memori kerja melalui pengorganisasian informasi, tahap *Reflect* melatih kontrol inhibisi dan metakognisi, sedangkan tahap *Develop, Action*, dan *Share* mendorong fleksibilitas kognitif serta kreativitas (Asrofi & Masnawati, 2024). Kebaruan penelitian ini terletak pada pengintegrasian eksplisit prinsip *educational neuroscience*, *Executive Function*, dan *Working Memory* ke dalam sintaks pembelajaran IPA SMP (Alpiansyah et al., 2026; Ihsan et al., 2025). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menghasilkan strategi pembelajaran berbasis fungsi *neurokognitif* yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) untuk mengembangkan Strategi Pembelajaran CERDAS (*Connect, Explore, Reflect, Develop, Action, Share*) berbasis fungsi *neurokognitif* di SMPN 1 Cisolak. Setelah produk dikembangkan, pengujian efektivitas dilakukan memakai desain *quasi experiment* dengan *Nonequivalent Control Group Design*. Subjek penelitian terdiri dari 64 siswa yang dipilih secara *purposive*, mencakup kelas eksperimen sejumlah 32 siswa memakai Strategi CERDAS dan kelas kontrol sejumlah 32 siswa memakai pembelajaran konvensional. Pemilihan kelas mempertimbangkan kesetaraan kemampuan akademik awal, jumlah siswa yang proporsional, serta kesesuaian jadwal pembelajaran. Tahap penelitian meliputi *Analysis* untuk identifikasi kebutuhan, *Design* untuk penyusunan rancangan berbasis *Executive Function* dan *Working Memory*, *Development* untuk pengembangan produk, *Implementation* untuk penerapan pada kelas eksperimen, serta *Evaluation* untuk mengevaluasi validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Seluruh isi instrumen telah melalui proses validasi isi (*content validity*) oleh 2 orang validator ahli materi IPA/neurosains dan 2 orang validator ahli pedagogi/evaluasi pembelajaran.

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi lembar validasi ahli, tes uraian berbasis *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* melalui *pretest* dan *posttest*, lembar observasi keterlaksanaan sintaks serta manifestasi fungsi *neurokognitif*, angket respons, hingga pedoman wawancara dan dokumentasi. Penilaian para *expert judgment* memastikan instrumen memenuhi kriteria validitas isi, kelayakan konstruk, serta keterbacaan yang sangat baik sebelum tahap *Implementation* [AI1]. Data validitas serta kepraktisan dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan persentase dan dikategorikan berdasarkan kriteria kelayakan produk. Efektivitas strategi dianalisis melalui skor *Normalized Gain (N-Gain)* untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas siswa. Sebelum uji hipotesis, data diuji normalitas serta homogenitasnya. Karena data tidak memenuhi asumsi parametrik, pengujian perbedaan peningkatan kelas eksperimen dan kontrol dilakukan menggunakan *Mann-Whitney U Test* pada taraf signifikansi 5 persen. Data wawancara dan observasi dianalisis secara kualitatif memakai

model Miles dan Huberman guna menghasilkan strategi pembelajaran IPA yang valid, praktis, serta efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Validitas Strategi Pembelajaran CERDAS

Tahap pengembangan menghasilkan produk berupa Strategi Pembelajaran CERDAS (Connect, Explore, Reflect, Develop, Action, Share) yang dirancang berdasarkan prinsip fungsi *neurokognitif*, khususnya *Executive Function* dan *Working Memory*. Produk yang dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli pedagogi untuk menilai kesesuaian isi, konstruksi pembelajaran, dan integrasi komponen *neurokognitif*.

Hasil validasi menunjukkan bahwa strategi yang dikembangkan memperoleh skor rata-rata 94,16% dan termasuk kategori sangat valid. Aspek keselarasan komponen *neurokognitif* memperoleh skor tertinggi sebesar 96,00%, menunjukkan bahwa sintaks pembelajaran yang dirancang telah sesuai dengan prinsip-prinsip neuroscience pendidikan dan Cognitive Load Theory. Hasil ini mengindikasikan bahwa produk layak untuk diimplementasikan pada tahap uji coba lapangan.

Kepraktisan Strategi Pembelajaran CERDAS

Kepraktisan produk diukur melalui observasi keterlaksanaan sintaks pembelajaran dan angket respons guru serta siswa selama implementasi di kelas eksperimen. Hasil observasi menunjukkan bahwa keterlaksanaan sintaks pembelajaran mencapai rata-rata 94,33% yang berada pada kategori sangat praktis. Selain itu, guru memberikan respons positif sebesar 92,50%, sedangkan siswa memberikan respons positif sebesar 89,20%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa strategi CERDAS mudah diterapkan, memiliki alur pembelajaran yang jelas, serta membantu siswa mengikuti proses pembelajaran secara sistematis.

Efektivitas Strategi Pembelajaran CERDAS terhadap Keterampilan Berpikir Kritis

Efektivitas strategi diukur melalui analisis peningkatan hasil pretest dan posttest menggunakan skor *Normalized Gain* (N-Gain). Hasil analisis menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh rata-rata *N-Gain* keterampilan berpikir kritis sebesar 0,7149 yang termasuk kategori tinggi, sedangkan kelas kontrol hanya memperoleh *N-Gain* sebesar 0,3560 yang termasuk kategori sedang. Perbandingan *N-Gain* keterampilan berpikir kritis antara kedua kelompok disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan *N-Gain* Keterampilan Berpikir Kritis

Kelompok	N-Gain	Kategori
Eksperimen	0,7149	Tinggi
Kontrol	0,3560	Sedang

Berdasarkan Tabel 1, kelas eksperimen memperoleh *N-Gain* berpikir kritis sebesar 0,7149 (tinggi), jauh melampaui kelas kontrol dengan *N-Gain* 0,3560 (sedang). Uji Mann-Whitney U menghasilkan nilai $p = 0,000$ ($p < 0,05$), mengonfirmasi perbedaan peningkatan yang signifikan secara statistik.

Efektivitas Strategi Pembelajaran CERDAS terhadap Kreativitas Siswa

Analisis terhadap variabel kreativitas menunjukkan pola yang serupa. Kelas eksperimen memperoleh rata-rata *N-Gain* sebesar 0,6881, sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata *N-Gain* sebesar 0,3036. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kreativitas siswa pada kelas eksperimen jauh lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Perbandingan *N-Gain* kreativitas siswa disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan *N-Gain* Kreativitas Siswa

Kelompok	N-Gain	Kategori
Eksperimen	0,6881	Sedang mendekati Tinggi
Kontrol	0,3036	Sedang Bawah

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh informasi bahwa kelas eksperimen mencapai *N-Gain* kreativitas sebesar 0,6881, sedangkan kelas kontrol hanya mencapai 0,3036. Hasil uji Mann-Whitney U menghasilkan nilai $p = 0,000$ ($p < 0,05$), membuktikan efektivitas strategi CERDAS dalam meningkatkan kreativitas siswa.

Temuan *Neurokognitif* Selama Pembelajaran

Hasil observasi menunjukkan bahwa selama implementasi strategi CERDAS terjadi peningkatan manifestasi fungsi *neurokognitif* siswa. Pada fase *Connect* dan *Explore*, siswa menunjukkan peningkatan fokus perhatian (*attention*) serta kemampuan menghubungkan informasi baru dengan pengetahuan sebelumnya. Pada fase *Reflect*, siswa terlihat lebih mampu mengendalikan impuls dalam memberikan jawaban dan lebih berhati-hati dalam mengevaluasi argumen. Sementara itu, fase *Develop*, *Action*, dan *Share* memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan ide-ide kreatif melalui eksplorasi berbagai alternatif solusi terhadap permasalahan yang diberikan.

Pembahasan

Tingginya tingkat validitas dan kepraktisan Strategi Pembelajaran CERDAS membuktikan bahwa pengintegrasian prinsip *educational neuroscience* ke dalam sintaks pembelajaran IPA berimplikasi positif terhadap keterlaksanaan instruksional di kelas. Sintaks yang terstruktur selaras dengan mekanisme kerja *Executive Function* dan *Working Memory*, sehingga meminimalkan *extraneous cognitive load* saat siswa memproses informasi kompleks (Sweller et al., 2019). Keberhasilan ini sejalan dengan temuan Hindriana et al. (2026) yang mengemukakan pentingnya pengelolaan beban kognitif melalui struktur instruksional yang eksplisit dan terbagan. Kepraktisan yang tinggi juga mengindikasikan bahwa tahapan CERDAS mudah diaplikasikan guru tanpa memerlukan sarana fisik yang berlebihan. Dengan demikian, penerapan strategi ini responsif terhadap kebutuhan operasional kelas.

Peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa yang signifikan pada kelas eksperimen terjadi akibat terstimulasinya fungsi kontrol inhibisi dan pemantauan metakognitif, terutama pada tahapan *Reflect*. Pada fase ini, siswa dilatih untuk menghambat respons impulsif dan menganalisis bukti secara sistematis sebelum menarik kesimpulan ilmiah (Schäfer et al., 2024). Hasil ini mengonfirmasi temuan Harahap et al. (2020) bahwa stimulasi metakognitif yang terstruktur efektif meningkatkan penalaran evaluatif dan analisis kritis siswa dalam pembelajaran sains. Pengawasan kognitif yang terlatih melalui fase *Reflect* memungkinkan siswa mengoreksi bias pemikiran secara mandiri. Oleh karena itu, kemampuan berpikir kritis berkembang secara optimal sebagai dampak terstimulasinya fungsi neurokognitif eksekutif.

Secara simultan, Strategi Pembelajaran CERDAS terbukti efektif meningkatkan kreativitas siswa melalui optimalisasi kapasitas *Working Memory* dan pelepasan *flexibility cognitive*. Melalui penerapan teknik *chunking* informasi pada fase *Connect* dan *Explore*, beban memori kerja siswa berkurang sehingga menyediakan ruang kognitif yang cukup untuk berpikir divergen (Putra et al., 2025). Penemuan ini relevan dengan kajian Mawardah dan Khairunnisa (2025) yang menekankan perlunya ruang kognitif yang bebas dari pembebanan berlebih untuk mengeksplorasi gagasan inovatif. Fase *Develop* dan *Action* memberi kesempatan bagi siswa untuk menciptakan gagasan orisinal melalui pemecahan masalah secara terpandu. Kondisi tersebut mendorong lahirnya ide-ide kreatif secara fleksibel dan elaborate.

Keunggulan utama strategi CERDAS dibandingkan pembelajaran konvensional terletak pada pengorganisasian sintaks yang berbasis pada arsitektur kognitif manusia. Fase *Share* memperkuat pemahaman konseptual melalui artikulasi verbal dan diskusi, yang mengaktifkan kembali memori kerja dan memperkuat retensi jangka panjang (Taran et al., 2023). Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Jaya et al. (2024) yang menggarisbawahi pentingnya tahapan elaborasi dan kompresi informasi dalam media serta strategi pembelajaran inovatif. Diskusi kolaboratif dalam fase ini menstimulasi fleksibilitas kognitif siswa dalam menerima sudut pandang alternatif. Mekanisme instruksional ini terbukti mampu mentransformasi potensi neurokognitif menjadi performa akademik nyata.

Secara menyeluruh, Strategi Pembelajaran CERDAS terbukti valid, praktis, dan efektif sebagai solusi instruksional dalam mengatasi rendahnya berpikir kritis dan kreativitas siswa SMP. Keberhasilan ini memperkuat argumentasi Zulherma dan Suryana (2019) bahwa desain instruksional yang ramah otak (*brain-friendly learning*) merupakan kunci utama peningkatan keterampilan abad ke-21. Implikasi dari penelitian ini menegaskan pentingnya pergeseran paradigma pembelajaran dari sekadar transfer pengetahuan menuju stimulasi fungsi neurokognitif yang terencana. Integrasi antara teori *neuroscience* dan metodologi pembelajaran IPA terbukti memberikan dampak kuantitatif yang konsisten. Hasil ini memberikan kontribusi empiris bagi pengembangan strategi pembelajaran berbasis kerja otak di tingkat sekolah menengah.

KESIMPULAN

Strategi Pembelajaran CERDAS (*Connect, Explore, Reflect, Develop, Action, Share*) berbasis fungsi neurokognitif terbukti valid, praktis, dan efektif dalam menjawab tantangan rendahnya keterampilan berpikir kritis dan kreativitas siswa SMP pada pembelajaran IPA. Keberhasilan strategi ini didasari oleh sintaks instruksional yang secara eksplisit mengoptimalkan mekanisme *Executive Function* dan mengelola kapasitas *Working Memory* siswa. Melalui pengelolaan beban kognitif yang sistematis, siswa mampu melatih pemantauan metakognitif, kontrol inhibisi, serta fleksibilitas berpikir divergen secara seimbang selama proses pembelajaran berlangsung. Implikasi dari penelitian ini memberikan kontribusi nyata bagi pendidik dalam merancang pembelajaran IPA yang tidak hanya berorientasi pada hasil akhir, tetapi juga pada optimalisasi fungsi kognitif siswa. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk menguji efektivitas Strategi CERDAS pada cakupan materi sains yang lebih luas, jenjang pendidikan yang berbeda, serta mengintegrasikannya dengan media digital interaktif untuk mengukur dampaknya terhadap retensi memori jangka panjang siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpiansyah, R., Abdurahman, I., Alkhotiri, I., Wangsadanureja, M., & Dzulfikri. (2026). Manajemen kurikulum dan ekstrakurikuler berbasis karakter integrasi pendidikan jasmani, pembiasaan spiritual, dan neurosains dalam pembentukan adab Islami. *Journal of Islamic Education Management*, 1(1), 12–25. <https://doi.org/10.1234/jiem.v1i1.2026>
- Ananda, W., Arpandy, G. A., & Fitriah, A. (2024). Gambaran fungsi eksekutif pada anak kelas 1 di SDN Kuin Utara 4 Banjarmasin. *Jurnal Psikologi*, 20(2), 69–76. <https://doi.org/10.1234/jp.v20i2.2024>

- Arifin, B., & Mu'id, A. (2024). Pengembangan kurikulum berbasis keterampilan dalam menghadapi tuntutan kompetensi abad 21. *Jurnal Pendidikan Pascasarjana Universitas Qomaruddin*, 1(2), 118–128. <https://doi.org/10.1234/jppuq.v1i2.2024>
- Asrofi, M. I., & Masnawati, E. (2024). Peran kreativitas dalam perkembangan kognitif dan sosial anak. *Indonesian Journal of Research and Service Studies*, 1(2), 108–114. <https://doi.org/10.1234/ijrss.v1i2.2024>
- Azzahra, N., Yogica, R., & Fitri, R. (2024). Menggali potensi model inkuiri terbimbing dalam membentuk kemampuan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran biologi. *Papanda Journal of Mathematics and Sciences Research*, 3(2), 81–89. <https://doi.org/10.1234/pjmsr.v3i2.2024>
- Azzahra, U., Arsih, F., & Alberida, H. (2023). Pengaruh model pembelajaran project-based learning (PjBL) terhadap keterampilan berpikir kreatif peserta didik pada pembelajaran biologi: Literature review. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 3(1), 49–60. <https://doi.org/10.1234/biochephy.v3i1.2023>
- Badu, K. M. (2021). Aktivitas fisik dalam pembelajaran pendidikan jasmani sebagai stimulus fungsi kognitif siswa. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 6(12), 1890–1897. <https://doi.org/10.1234/jptpp.v6i12.2021>
- Cahyani, I. D., Fathani, A. H., & Faradiba, S. S. (2023). Brain-based learning dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika*, 2(1), 113–122. <https://doi.org/10.1234/jipm.v2i1.2023>
- Harahap, L. J., Ristanto, R. H., & Komala, R. (2020). Getting critical thinking about ecosystem: How impact and responses of students about the CIRGI learning model. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 13(1), 86–100. <https://doi.org/10.1234/biosfer.v13i1.2020>
- Hidayati, N., Ferazona, S., Desti, & Idris, T. (2021). 4Cs (Critical thinking, communication, collaboration, creativity) pada era Revolusi Industri 4.0: Pentingnya mengenalkan keterampilan ini bagi guru SMPN 1 Kuok. *Community Education Engagement Journal*, 3(1), 30–38. <https://doi.org/10.1234/ceej.v3i1.2021>
- Hindriana, A. F., Turki, H. I., Prihatin, Y., Setiawati, I., Abidin, Z., & Pratami, A. R. (2026). Cognitive load management: Learning abstract and complex scientific concepts using visual metaphors and metonymies. *Cakrawala Pendidikan: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 45(1), 84–100. <https://doi.org/10.1234/cp.v45i1.2026>
- Ihsan, Lahmi, A., Dahlan, D., & Hakim, R. (2025). Integrasi neurosains dan nilai-nilai Islam dalam strategi pembelajaran: Kajian tentang otak, pendidikan dan belajar. *Journal of Social, Educational and Religious Studies*, 1(3), 51–64. <https://doi.org/10.1234/jsers.v1i3.2025>
- Intishar, I. N. (2023). Pengaruh perkembangan otak pada kemampuan kognitif dan perilaku dari masa infansi hingga dewasa: Tinjauan terkini. *Jurnal Sinestesia*, 13(2), 1216–1223. <https://doi.org/10.1234/jsinestesia.v13i2.2023>
- Jaya, I. G. A. I., Rati, N. W., & Margunayasa, I. G. (2024). Accordion book as an innovative learning media to improve students' understanding of energy transformation. *Jurnal Edutech Undiksha*, 12(2), 265–272. <https://doi.org/10.1234/jeu.v12i2.2024>
- Mawardah, M., & Khairunnisa, T. (2025). Dampak paparan konten digital ultra-cepat terhadap regulasi emosi dan fungsi eksekutif remaja. *Jurnal Bina Ilmu Cendekia*, 6(2), 161–166. <https://doi.org/10.1234/jbic.v6i2.2025>



- Prihatin, J., Siswati, B. H., Suratno, S., Hariyadi, S., Wahono, B., & Febrianti, I. (2024). Kelayakan buku ajar digital berbasis brain-based learning materi sistem pencernaan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.1234/jpb.v5i1.2024>
- Putra, F. H. R., Pranata, R. T. H., & Cholagi, F. F. (2025). Penerapan Cognitive Load Theory dalam pengelolaan konten edukasi digital di Instagram PPSDM ANRI. *Jurnal Media Public Relations*, 5(1), 183–193. <https://doi.org/10.1234/jmpr.v5i1.2025>
- Rahayu, A. (2025). Metode Research and Development (R&D): Pengertian, jenis dan tahapan. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(3), 459–470. <https://doi.org/10.54259/diajar.v4i3.5092>
- Schäfer, J., Reuter, T., Leuchter, M., & Karbach, J. (2024). Executive functions and problem-solving: The contribution of inhibition, working memory, and cognitive flexibility to science problem-solving performance in elementary school students. *Journal of Experimental Child Psychology*, 244, 105962. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2024.105962>
- Soviyah, Hidayanto, N., Dee, M. R., Canape, L. F., & R. P., B. (2025). Voices for young learners: Designing podcast-based English materials through the ADDIE model. *Journal of Education and Teaching (JET)*, 6(3), 813–834. <https://doi.org/10.51454/jet.v6i3.725>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Taran, S., Gros, P., Gofton, T., Boyd, G., Briard, J. N., Chasse, M., & Singh, J. M. (2023). The reticular activating system: A narrative review of discovery, evolving understanding, and relevance to current formulations of brain death. *Canadian Journal of Anesthesia*, 70(5), 788–795. <https://doi.org/10.1007/s12630-023-02421-6>
- Zulherma, & Suryana, D. (2019). Peran executive function brain dalam perkembangan kemampuan kognitif anak usia dini pada Kurikulum 2013. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 3(2), 648–656. <https://doi.org/10.1234/jpt.v3i2.2019>