



**Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi**  
ISSN 2580-0922 (*online*), ISSN 2460-2612 (*print*)  
Volume 12, Nomor 01, (2026), hlm 146-153  
Available online at:  
<https://online-journal.unja.ac.id/biodik>



Research Article



## Inovasi Proses Pembelajaran Melalui Integrasi *Myfitnesspal* berbasis Data Analitik untuk Meningkatkan *Critical Thinking* Siswa SMA

*(Innovating Learning Processes Through Myfitnesspal Integration Using Data Analytics to Enhance High School Students' Critical Thinking Skills)*

Frinsma Liszia, Shynta Ayinda Puspa\*, Bambang Supriatno, Yanti Hamdiyati

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Pendidikan Indonesia

Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Cidadap, Isola, Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40154-Indonesia

\*Corresponding Authors: [frinsmaliszia@upi.edu](mailto:frinsmaliszia@upi.edu)

Article Information	ABSTRAK
Submitted: 12 – 12 – 2025 Accepted: 24 – 02 – 2026 Published: 04 – 03 – 2026	<p>Students' critical thinking skills on the digestive system topic remain low, indicating the need for learning experiences that utilize authentic data. This study examined the effectiveness of integrating the MyFitnessPal application into a Problem Based Learning (PBL) model to improve senior high school students' critical thinking skills. Using a One Group Pretest–Posttest Design with 35 participants, data were collected through a critical thinking test based on Facione's indicators and analyzed using the Shapiro–Wilk test, Wilcoxon Signed Rank Test, Effect size, and N-Gain. The findings show a significant improvement in critical thinking (<math>p = 0.000</math>) with a large Effect size (<math>r = 0.76</math>). The N-Gain score of 0.43 indicates a moderate improvement following the MyFitnessPal-integrated PBL intervention. These results highlight that incorporating nutrition-tracking applications as authentic data sources within PBL can enhance data literacy and support the development of critical thinking in biology learning.</p> <p><b>Keywords:</b> Problem Based Learning, MyFitnessPal, Critical Thinking, and Digestive System.</p>
Publisher	ABSTRACT
Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jambi, Jambi- Indonesia	<p>Kemampuan berpikir kritis pada materi Sistem Pencernaan masih rendah, sehingga diperlukan pembelajaran yang memberikan pengalaman autentik dan berorientasi data. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas integrasi aplikasi <i>MyFitnessPal</i> dalam model <i>Problem Based Learning</i> (PBL) terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa SMA. Penelitian menggunakan desain <i>One Group Pretest–Posttest</i> dengan sampel 35 siswa. Instrumen berupa tes berpikir kritis berdasarkan indikator Facione, dianalisis menggunakan uji <i>Shapiro–Wilk</i>, <i>Wilcoxon Signed Rank Test</i>, <i>Effect size</i>, dan <i>N-Gain</i>. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan kemampuan berpikir kritis (<math>p = 0,000</math>) dengan <i>Effect size</i> besar (<math>r = 0,76</math>). Nilai <i>N-Gain</i> sebesar 0,43 berada pada kategori sedang, menunjukkan peningkatan yang konsisten setelah penerapan PBL terintegrasi <i>MyFitnessPal</i>. Temuan ini menegaskan bahwa penggunaan aplikasi pelacakan gizi sebagai sumber data autentik dalam PBL dapat memperkuat literasi data dan mendukung berkembangnya kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran Biologi.</p> <p><b>Kata Kunci:</b> <i>Problem Based Learning</i>, <i>MyFitnessPal</i>, <i>Critical Thinking</i>, dan Sistem Pencernaan.</p>



This Biodik : Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi is licensed under a [CC BY-NC-SA \(Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## PENDAHULUAN

Pembelajaran Biologi pada masa kini dihadapkan pada tuntutan yang semakin kompleks, terutama dalam menyiapkan peserta didik agar mampu berpikir kritis dan mengambil keputusan berbasis bukti. Pada materi Sistem Pencernaan, kemampuan ini sangat dibutuhkan karena peserta didik perlu memahami hubungan antara pola konsumsi harian, proses fisiologis, serta risiko gangguan kesehatan yang dapat muncul. Namun, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa masih belum berkembang secara optimal. Hasil asesmen awal dalam dokumen implementasi pembelajaran memperlihatkan bahwa sebagian besar siswa berada pada kategori kemampuan rendah, sehingga proses pembelajaran belum sepenuhnya mendorong analisis dan penalaran yang mendalam terhadap konsep pencernaan (Azzahra et al., 2025).

Rendahnya kemampuan ini tidak terlepas dari pendekatan pembelajaran yang masih didominasi aktivitas menghafal dan penyampaian informasi secara satu arah. Ketika siswa tidak diberi kesempatan untuk berinteraksi dengan masalah nyata atau data autentik, perkembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi menjadi terhambat. Sejumlah penelitian mendukung hal ini.) Nainggolan et al., (2021) menunjukkan bahwa penerapan *Problem Based Learning* (PBL) dalam pembelajaran Biologi mampu meningkatkan literasi ilmiah siswa melalui aktivitas investigatif dan analitis. Penelitian Amaringga et al., (2021) juga mengungkap bahwa modul PBL yang melibatkan interpretasi data dapat memperkuat kemampuan siswa dalam mengevaluasi informasi dan menyusun argumen ilmiah. Selain itu, temuan Ramadhan & Mardin (2023), menegaskan bahwa pendekatan berbasis masalah yang memberi ruang bagi pengalaman belajar autentik berperan penting dalam meningkatkan literasi sains dan kemampuan pemecahan masalah. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran yang dirancang berbasis masalah dan didukung penggunaan teknologi memiliki potensi besar dalam mengembangkan kompetensi analitis siswa.

Dalam konteks tersebut, penggunaan aplikasi *MyFitnessPal* menawarkan peluang baru bagi pembelajaran Biologi. Aplikasi ini menyediakan data konsumsi harian yang dapat digunakan siswa untuk menelusuri keterkaitan antara pola makan, fungsi organ pencernaan, serta potensi gangguan sistem pencernaan. Integrasinya ke dalam model PBL memungkinkan siswa tidak hanya mempelajari konsep dari sumber teks, tetapi juga membaca, mengevaluasi, dan menarik simpulan dari data yang mereka kumpulkan sendiri. Berdasarkan tahapan pelaksanaan pembelajaran dalam dokumen, penggunaan *MyFitnessPal* mendorong siswa melakukan analisis data gizi, memahami faktor risiko, serta merumuskan rekomendasi berbasis bukti, sehingga proses berpikir kritis dapat terbangun secara lebih bermakna (Astuti & Jufri, 2025)

Berdasarkan kebutuhan tersebut, penelitian ini difokuskan untuk menguji efektivitas integrasi aplikasi *MyFitnessPal* dalam model *Problem Based Learning* terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi Sistem Pencernaan. Secara teoretis, penelitian ini diharapkan memperkaya kajian mengenai pemanfaatan teknologi dan data autentik dalam pembelajaran Biologi. Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan alternatif strategi pembelajaran yang lebih relevan, kontekstual, dan sesuai dengan karakteristik peserta didik di era *Society 5.0*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen dengan desain *One Group Pretest–Posttest*, yang digunakan untuk menentukan efektivitas penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) yang

diintegrasikan dengan aplikasi *MyFitnessPal* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi Sistem Pencernaan. Desain ini dipilih karena mampu mengukur perubahan kemampuan sebelum dan sesudah perlakuan dalam satu kelompok (Silitonga et al., 2025). Populasi penelitian meliputi peserta didik di salah satu sekolah SMA Swasta di Bandung tahun ajaran 2025/2026, sedangkan sampel sejumlah 35 siswa dipilih melalui teknik *convenience sampling* berdasarkan ketersediaan kelas dan kesiapannya mengikuti pembelajaran berbasis aplikasi digital. Instrumen penelitian terdiri atas tes kemampuan berpikir kritis yang disusun merujuk pada indikator Facione, mencakup aspek *interpretation, analysis, evaluation, inference, dan explanation* (Facione, 2013). Instrumen pendukung berupa lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis PBL digunakan untuk memfasilitasi proses investigasi dan analisis data gizi menggunakan *MyFitnessPal*. Pengumpulan data dilakukan melalui pemberian *pretest* untuk mengukur kemampuan awal dan *posttest* untuk mengevaluasi perubahan kemampuan setelah perlakuan.

Data dianalisis secara bertahap melalui uji normalitas *Shapiro–Wilk* untuk menentukan karakteristik distribusi skor. Berdasarkan hasil uji yang menunjukkan distribusi tidak normal, perbedaan skor *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan *Wilcoxon Signed Rank Test*. Selain itu, perhitungan *Effect size* ( $r$ ) dilakukan untuk mengetahui besaran pengaruh perlakuan, sedangkan *N-Gain* digunakan untuk mengevaluasi tingkat efektivitas peningkatan hasil belajar. Prosedur penelitian meliputi persiapan instrumen dan media pembelajaran, pelaksanaan *pretest*, implementasi sintaks PBL yang meliputi orientasi masalah, pengorganisasian kegiatan belajar, penyelidikan berbasis data gizi melalui *MyFitnessPal*, penyusunan dan penyajian hasil, serta refleksi, dan diakhiri dengan pelaksanaan *posttest*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Normalitas Data

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data kemampuan berpikir kritis siswa berdistribusi normal sebagai dasar pemilihan teknik analisis statistik. Dalam pembelajaran berbasis *MyFitnessPal*, siswa terlibat dalam aktivitas interpretasi data, analisis, evaluasi, penarikan kesimpulan, penjelasan, serta refleksi diri, sehingga respons kognitif yang muncul sangat bervariasi. Kondisi ini berpotensi memengaruhi pola sebaran data kemampuan berpikir kritis.

Tabel 1 Uji Normalitas *Shapiro wilk*

	Statistic	df	Sig.
PRETEST	.904	35	.005
POSTTEST	.812	35	.000

Hasil uji *Shapiro–Wilk* menunjukkan bahwa data *pretest* ( $p = 0,005$ ), *posttest* ( $p = 0,000$ ), dan *gain* ( $p = 0,002$ ) memiliki nilai signifikansi  $< 0,05$ , sehingga seluruhnya tidak berdistribusi normal. Ketidaknormalan ini mencerminkan variasi perkembangan kemampuan berpikir kritis antarindividu yang merupakan karakter kompleks kemampuan berpikir tingkat tinggi (Tohir et al., 2025). Kondisi tersebut sejalan dengan temuan bahwa integrasi teknologi pembelajaran berbasis AI atau data sering menghasilkan variasi distribusi kemampuan peserta didik (Yan et al., 2024).

### Uji Wilcoxon Signed Ranks Test

Karena data kemampuan berpikir kritis tidak berdistribusi normal, analisis perbedaan antara skor pretest dan posttest dilakukan menggunakan Uji *Wilcoxon Signed Ranks Test*. Uji ini sesuai untuk data berpasangan yang berskala ordinal atau interval dan tidak memenuhi asumsi normalitas. Menurut Field (2018), uji Wilcoxon efektif digunakan untuk menilai perubahan kemampuan kognitif kompleks yang berkembang secara bertahap.

Tabel 2 Uji *Wilcoxon Signed Ranks Test*

PRETEST-POSTTEST	
Z	-4.497 <sup>b</sup>
Asymp. Sig (2-tailed)	.000

Hasil uji Wilcoxon menunjukkan nilai Z sebesar  $-4,497$  dengan nilai signifikansi  $0,000$  yang lebih kecil dari  $0,05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah perlakuan. Nilai Z yang bernilai negatif menunjukkan bahwa skor posttest lebih tinggi dibandingkan skor pretest, yang mengindikasikan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis setelah integrasi aplikasi *MyFitnessPal* dalam pembelajaran. Peningkatan ini terlihat pada berbagai indikator berpikir kritis seperti interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan refleksi. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa aktivitas pembelajaran autentik yang melibatkan konteks nyata dan refleksi siswa dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis karena siswa terlibat dalam penyelesaian masalah yang kompleks (Elvianasti et al., 2021). Selain itu, strategi pembelajaran yang mempertimbangkan kolaborasi komunitas pendidik, refleksi, dan interaksi peserta didik terbukti meningkatkan kemampuan berpikir kritis secara signifikan (Upayogi et al., 2024). Integrasi teknologi atau media digital dalam pembelajaran juga dilaporkan memperkuat pemikiran kritis dengan menyediakan data dan sumber belajar yang dinamis, sehingga siswa dapat mengevaluasi, membandingkan, dan menarik kesimpulan secara lebih efektif (Sari et al., 2022).

### Effect size (r)

*Effect size* dihitung untuk mengetahui kekuatan pengaruh pembelajaran berbasis *MyFitnessPal* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Perhitungan *Effect size* diperlukan karena signifikansi statistik saja belum cukup untuk menunjukkan kebermaknaan pendidikan suatu intervensi. Oleh karena itu, nilai *Effect size* memberikan informasi tentang besarnya dampak kependidikan dari perlakuan yang diterapkan.

- $Z = -4.497$  → ambil nilai absolut jadi  $4.497$
- $N = 35$

$$r = \frac{4.497}{\sqrt{35}} = \frac{4.497}{5.916} = 0.76$$

Hasil perhitungan menunjukkan nilai *Effect size* sebesar  $r = 0,76$ , yang termasuk dalam kategori pengaruh besar (large effect). Nilai ini menunjukkan bahwa integrasi aplikasi *MyFitnessPal* berbasis data analitik memberikan dampak kuat terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa secara menyeluruh. Peningkatan tersebut tampak pada kemampuan siswa dalam menginterpretasi persoalan, menganalisis data nyata, mengevaluasi informasi ilmiah, menarik inferensi logis,

menjelaskan hasil penalaran, serta merefleksi proses berpikirnya sendiri. Peningkatan tersebut tampak pada kemampuan siswa dalam menginterpretasi persoalan, menganalisis data nyata, mengevaluasi informasi ilmiah, menarik inferensi logis, menjelaskan hasil penalaran, serta merefleksi proses berpikirnya sendiri. Temuan ini sejalan dengan penelitian Chumdari et al (2023) yang menunjukkan bahwa kesadaran metakognitif berkaitan erat dengan kemampuan berpikir kritis, di mana peningkatan awareness strategi belajar mendukung refleksi dan evaluasi berpikir siswa. Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa strategi pembelajaran ilmiah yang terstruktur secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, termasuk dalam kegiatan evaluasi dan penalaran (Suparya et al., 2023). Dengan demikian, nilai *Effect size* yang besar dalam penelitian ini tidak hanya mengindikasikan signifikansi statistik, tetapi juga dampak pendidikan yang substansial melalui apresiasi terhadap data autentik dan refleksi kognitif dalam pembelajaran.

### Statistik Deskriptif *N-Gain*

Statistik deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran umum mengenai peningkatan hasil belajar peserta didik setelah diberikan perlakuan. Salah satu indikator yang digunakan adalah *N-Gain*, yang menunjukkan tingkat peningkatan kemampuan dari pretest ke posttest secara terstandar. Analisis ini penting untuk mengetahui seberapa besar perubahan yang terjadi pada peserta didik secara kuantitatif.

Tabel 3 Statistik Deskriptif *N-Gain*

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Ngain	35	-.299	.71	.4277	.33119
Valid N (listwise)	.35				

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rata-rata *N-Gain* sebesar 0,4277, yang berada pada kategori sedang. Nilai ini mengindikasikan bahwa pembelajaran berbasis *MyFitnessPal* cukup efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, meskipun peningkatannya tidak terjadi secara merata pada seluruh peserta didik. Perbedaan tingkat peningkatan tersebut mencerminkan variasi kemampuan siswa dalam mengelola informasi, menyusun penalaran, serta merefleksi proses berpikirnya secara mandiri. Hal ini sejalan dengan penelitian menunjukkan bahwa penggunaan alat pembelajaran digital yang mengintegrasikan strategi berpikir reflektif dapat meningkatkan pemahaman kognitif sekaligus mendorong perbedaan respons kognitif antarindividu (Mulyawati et al., 2024). Efektivitas penggunaan teknologi digital sebagai sarana penguatan berpikir kritis juga ditegaskan dalam penelitian yang menemukan bahwa penggunaan mobile learning berpengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis mahasiswa, terutama ketika siswa terlibat aktif dalam proses pembelajaran berbasis teknologi (Panggabean et al., 2024).

Hasil penelitian secara keseluruhan menunjukkan bahwa integrasi aplikasi *MyFitnessPal* berbasis data analitik memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi sistem pencernaan. Ketidaknormalan sebaran data menunjukkan bahwa perkembangan berpikir kritis tidak terjadi secara seragam karena keterampilan ini mencakup proses kognitif dan metakognitif yang kompleks. Penelitian di pendidikan sains juga menunjukkan bahwa pengembangan berpikir kritis dan metakognisi secara simultan berkontribusi pada pemahaman konsep yang lebih mendalam dalam konteks pembelajaran fisika modern (Dessie et al., 2023). Perbedaan signifikan antara kemampuan berpikir kritis sebelum dan sesudah pembelajaran menunjukkan bahwa

aktivitas berbasis data nyata mampu mendorong siswa terlibat aktif dalam proses penalaran. Penelitian meta-analisis pendidikan menemukan bahwa strategi *blended learning* yang menggabungkan pembelajaran digital dan tatap muka efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui interaksi yang terstruktur dan refleksi belajar (Martiana et al., 2025).

Nilai *Effect size* yang besar menunjukkan bahwa intervensi pembelajaran tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga bermakna secara pedagogis. Dampak tersebut tercermin pada kemampuan siswa dalam menarik inferensi, menyusun penjelasan ilmiah, dan melakukan refleksi terhadap proses berpikirnya sendiri. Pola hubungan ini konsisten dengan penelitian yang menunjukkan bahwa pengembangan kemampuan berpikir kritis melalui konteks pembelajaran yang relevan dengan kehidupan nyata memperkuat keterampilan penalaran dan refleksi (Rachmayani et al., 2023).

Hasil N-Gain yang berada dalam kategori sedang menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis belum merata pada seluruh siswa. Variasi ini mengindikasikan adanya perbedaan dalam kemampuan regulasi diri, pengelolaan informasi, dan strategi belajar yang digunakan siswa. Temuan ini relevan dengan penelitian yang menyatakan bahwa aktivitas pembelajaran digital perlu didukung oleh strategi metakognitif yang eksplisit agar siswa dapat mengatur proses berpikir mereka secara efektif (Ruzgar, 2021).

Dalam perspektif pendidikan abad ke-21, berpikir kritis menjadi kompetensi inti yang harus dikembangkan melalui pembelajaran bermakna dan berbasis teknologi. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa keterampilan abad ke-21, termasuk berpikir kritis, kreativitas, dan pemecahan masalah, berkembang secara optimal ketika siswa terlibat dalam proses belajar yang mengintegrasikan teknologi dengan aktivitas reflektif dan kontekstual. Temuan tersebut menegaskan bahwa pembelajaran yang memanfaatkan teknologi dapat memperkuat kemampuan siswa dalam menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, dan mengambil keputusan secara rasional, kompetensi yang sangat dibutuhkan dalam lanskap pendidikan abad ke-21 (Mailis & Mansor, 2025).

Pembelajaran biologi yang mengaitkan konsep dengan kehidupan sehari-hari terbukti meningkatkan keterlibatan kognitif siswa. Penggunaan data personal mendorong siswa untuk memahami keterkaitan antara pola makan dan sistem pencernaan secara lebih mendalam. Jonassen (2011) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis konteks nyata efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Pembelajaran biologi yang mengaitkan konsep dengan konteks kehidupan nyata terbukti meningkatkan keterlibatan kognitif siswa. Penggunaan data personal mendorong siswa memahami keterkaitan antara pola makan dan sistem pencernaan secara lebih mendalam, sesuai dengan temuan bahwa pembelajaran konteks nyata meningkatkan keterampilan berpikir analitis dan reflektif ketika siswa terlibat secara aktif (Mulyawati et al., 2024). Selaras dengan kerangka *Society 5.0*, pemanfaatan teknologi dalam penelitian ini menempatkan teknologi sebagai sarana untuk menguatkan kapasitas berpikir manusia. Integrasi *MyFitnessPal* membantu siswa mengembangkan kesadaran dan kendali atas proses berpikirnya sendiri melalui refleksi berbasis data, yang selaras dengan temuan bahwa penggunaan alat digital dapat memperkuat pembangunan kompetensi berpikir tinggi dan metakognitif dalam pembelajaran modern (Panggabean et al., 2024).

## SIMPULAN

Integrasi aplikasi *MyFitnessPal* berbasis data analitik dalam pembelajaran sistem pencernaan terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA secara signifikan. Peningkatan

tersebut mencakup seluruh indikator berpikir kritis, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan, dan regulasi diri. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran memberikan pengaruh yang kuat, meskipun tingkat peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa berada pada kategori sedang dan bervariasi antarindividu. Secara keseluruhan, pembelajaran ini efektif dan relevan dengan tuntutan *Society 5.0*, karena menguatkan pemanfaatan teknologi digital untuk mendukung pengembangan kapasitas berpikir siswa.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Bambang Supriatno, M.Si. dan Dr. Yanti Hamdiyati, M.Si. atas bimbingan, arahan, serta kontribusi keilmuan yang diberikan selama proses penyusunan dan pelaksanaan penelitian ini. Masukan dan pendampingan yang diberikan sangat membantu penulis dalam merancang penelitian, menganalisis data, dan menyempurnakan penulisan artikel ilmiah ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah melalui Program Beasiswa Unggulan Tahun 2025 atas dukungan pendanaan dan kesempatan akademik yang diberikan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

## RUJUKAN

- Amaringga, N. G., Amin, M., & Irawati, M. H. (2021). *Kelayakan dan Kepraktisan Modul Bioteknologi Berbasis Problem Based Learning Bermuatan Literasi Sains*. 386–392.
- Anugrah, V., Pramana, R., & Pudji, S. (2021). *JPBI ( Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia ) Learning Bryophyta : Improving students ' scientific literacy through problem-based learning*. 7(1), 71–82.
- Astuti, T., & Jufri, A. W. (2025). *The Effectiveness of Implementing Problem-Based Learning Models in Improving Biology Literacy and Scientific Attitudes*. 20(6), 1080–1086.
- Azzahra, F. G., Nurhanifa, F., Cahayani, K. P., & Akbar, M. I. (2025). *Effectiveness of problem-based learning strategies in improving critical thinking skills of students in biology learning : A literature review*. 2(2), 107–116.
- Chumdari, C., Atmojo, I. R. W., Ardiansyah, R., & Shintawati, A. (2023). The Effect of Metacognition Awareness on the Critical Thinking Skills of Elementary School Teacher Elementary School Prospective Teachers. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 15(4), 5893–5903. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v15i4.4527>
- Dessie, E., Gebeyehu, D., & Eshetu, F. (2023). Enhancing critical thinking, metacognition, and conceptual understanding in introductory physics: The impact of direct and experiential instructional models. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7). <https://doi.org/10.29333/ejmste/13273>
- Elvianasti, M., Meitayani, M., Maesaroh, M., Irdalisa, I., & Yarza, H. N. (2021). Building Students' Critical Thinking Skills through Authentic Learning by Designing Eco-brick Social Campaigns. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 13(3), 1841–1847. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v13i3.389>
- Facione, P. A. (2013). *Critical Thinking : What It Is and Why It Counts*. 1–28.
- Mailis, M. I., & Mansor, R. (2025). Enhancing Students' 21st Century Thinking Skills: A Collective Case Study of Teachers' Knowledge and Practices. *PEDAGOGIA Jurnal Ilmu Pendidikan*, 23(2), 243–256. <https://ejournal.upi.edu/index.php/pedagogia/article/view/89213>
- Martiana, A., Dwiningrum, S. I. A., & Aw, S. (2025). Is Blended Learning Effective in Developing Critical

- Thinking Skills?: A Meta-Analysis. *Journal of Social Studies (JSS)*, 21(1), 51–64. <https://doi.org/10.21831/jss.v20i1.71019>
- Mulyawati, Y., Sukmanasa, E., Rostikawati, R. T., Maharani, N. D., & Azizah, A. N. (2024). Pendekatan Baru Dalam Pembelajaran Sd: Modul Digital Interaktif Untuk Berfikir Kritis Dengan Articulate Storyline. *PEDAGOGIA: JURNAL ILMIAH PENDIDIKAN*, 16(02), 97–102.
- Panggabean, T. E., Rizki, S., Walid, A., Yanti, D., Agustina, I., Wariunsora, M., Mas'ud, A., & Santosa, T. A. (2024). The Effect of Mobile Learning on Critical Thinking Skills of Early Childhood Education Teacher Prospective Students: Meta-Analysis 2021-2024. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 8(6), 1836–1846. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v8i6.6684>
- Rachmayani, A., Jumadi, & Supahar. (2023). Effectiveness of E-Module in Improving Critical Thinking Skills of High School Students in Learning Physics. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 10287–10292. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.3859>
- Ramadhan, A., & Mardin, S. (2023). *Problem-based learning : Improving critical thinking abilities , science literacy and students ' independence in biology*.
- Ruzgar, M. E. (2021). A Descriptive Analysis of Good Teaching and Good Teachers from the Perspective of Preservice Teachers. *I.E.: Inquiry in Education.*, 13(2), 14. <https://digitalcommons.nl.edu/ie/vol13/iss2/14>
- Sari, C. K., Dwiyani, E., Machromah, I. U., Toyib, M., & Sari, D. N. V. (2022). Enhancing Students' Critical Thinking by Integrating Contextual Problems Worksheets on Problem Based Learning. *Journal of Education Action Research*, 6(1), 109. <https://doi.org/10.23887/jear.v6i1.43392>
- Silitonga, L. M., Dharmawan, B., & Murti, A. T. (2025). *Entrepreneurial Mindset and Neuroscience : The Role of Electroencephalography in Measuring Risk-taking , Creativity , and*. 9(1), 108–116.
- Suparya, I. K., Wartayasa, I. K., & Ariyana, K. S. (2023). Improving Critical Thinking Skill of Elementary School Students through Children Learning In Science Learning Model on Science. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 9(2), 220–229. <https://doi.org/10.4108/eai.22-7-2023.2335146>
- Tohir, A., Muslim, S., & Situmorang, R. (2025). Integration of Technology in Learning: Enhancing Higher Order Thinking Skills (HOTS) in Secondary School Students. *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, 11(3), 5473–5482. <https://doi.org/10.22399/ijcesen.3474>
- Upayogi, I. N. T., Riandi, H., Hendayana, S., & Kaniawati, I. (2024). Students' Critical Thinking Skills Improvement through Community of Lecturer, Teacher, and Colleger (CLTC). *Paedagogia*, 27(2), 170. <https://doi.org/10.20961/paedagogia.v27i2.85181>
- Yan, Q. S., Zhang, Z. Q., Er, C. X., & Wang, W. Q. (2024). The mechanism of internal and external efficacy influences residents' proenvironmental behavior through environmental willingness. *PLoS ONE*, 19(3 March), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0298378>