



Pembuatan Media Pembelajaran Melalui Pemanfaatan AI sebagai Optimalisasi Penerapan *Deep Learning* untuk Pendidikan Berkelanjutan

Dina Maulina ^{1)*}, Abdurrahman¹⁾, Gamilla Nuri Utami¹⁾, Ismah Fathimah¹⁾, Fadil Firdian¹⁾,
Mohammad Ahdiat¹⁾

¹Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung,
Lampung, Indonesia.

Diterima: 25 Oktober 2025

Direvisi: 28 Januari 2026

Disetujui: 30 Januari 2026

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi pendidik dalam merancang dan memanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi, khususnya kecerdasan buatan (AI), sebagai upaya optimalisasi strategi *deep learning* dalam mendukung pendidikan berkelanjutan. Sasaran kegiatan adalah guru-guru dari berbagai jenjang pendidikan di wilayah Tanggamus, yang selama ini menghadapi tantangan dalam integrasi teknologi ke dalam proses pembelajaran. Metode pelaksanaan kegiatan meliputi *workshop*, pelatihan praktis, serta pendampingan dalam pembuatan media interaktif berbasis AI, seperti chatGPT, sistem pembelajaran adaptif, dan penggunaan aplikasi berbasis machine learning untuk personalisasi materi ajar. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pemahaman peserta terhadap konsep *deep learning* dan kemampuan mereka dalam menggunakan media berbasis AI secara efektif dalam konteks pembelajaran. Pelatihan pembuatan media pembelajaran dan pemanfaatan AI sebagai optimalisasi *deep learning* bagi guru di Kabupaten Tanggamus memberikan dampak positif terhadap peningkatan pemahaman guru SMPN 1 Gisting. Peningkatan pemahaman materi melalui uji *n-Gain* sebesar 0,96 dan produk perangkat pembelajaran yang dihasilkan. Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian ini berkontribusi dalam mendorong praktik pembelajaran yang adaptif, berkelanjutan, dan relevan dengan keterbatasan akses teknologi, sehingga mendukung penguatan kualitas pendidikan jangka panjang di wilayah sasaran.

Kata kunci: *deep learning*; media; pembelajaran ipa; pendidikan berkelanjutan.

Creating Learning Media Through the Utilizing of AI as an Optimization of the Application of Deep Learning for Sustainable Education

Abstract

This program aims to enhance educators' competencies in designing and utilizing technology-based learning media, particularly artificial intelligence (AI), as an effort to optimize deep learning strategies in supporting sustainable education. The target participants were teachers from various educational levels in the Tanggamus region, who have been facing challenges in integrating technology into the learning process. The implementation methods included workshops, hands-on training, and mentoring in the development of AI-based interactive media, such as ChatGPT, adaptive learning systems, and machine learning applications for personalized learning materials. The results of the program indicated an improvement in participants' understanding of deep learning concepts and their ability to effectively use AI based media in the learning context. The training on developing learning media and utilizing AI as an optimization of deep learning for teachers in Tanggamus District had a positive impact, particularly on teachers at SMPN 1 Gisting, with an increase in material comprehension measured through an n-Gain test of 0.96, along with the production of AI-based learning tools created by the participants. Overall, this community service activity contributes to fostering adaptive and sustainable learning practices that are responsive to limited access to educational technology, thereby supporting the long-term enhancement of educational quality in the target area.

Keywords: *deep learning*; media; science learning; continuing education.

* Korespondensi Penulis. E-mail: dina.maulina@fkip.unila.ac.id

PENDAHULUAN

Transformasi pendidikan di era digital menuntut perubahan signifikan dalam pendekatan pembelajaran, terutama bagi pendidik tingkat sekolah menengah pertama (SMP). Jenjang SMP memiliki karakteristik perkembangan pedagogik terutama pada capaian kognitif yang spesifik, yakni cara belajar siswa akan berpindah dari cara berpikir konkret menuju berpikir abstrak (*operasional formal*) (Jean, 2024; Nurhasnah et al., 2024). Dalam hal ini, peran guru dalam menciptakan pengalaman belajar yang menarik dan bermakna sangat krusial dalam membentuk generasi pembelajar abad ke-21 (Öztürk, 2023; Thornhill-Miller et al., 2023). Guru menjadi ujung tombak dalam upaya mencetak Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkualitas. Penguatan proses pikir menjadi salah satu kunci dalam menciptakan produk manusia unggul melalui pendidikan bermutu sebagai sarannya (Zakso, 2023).

Salah satu tantangan utama adalah bagaimana mengembangkan pembelajaran yang tidak hanya menarik, tetapi juga mampu membangun keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Konsep *deep learning* dalam pendidikan mengarah pada pembelajaran yang bermakna, mendalam, dan mampu membekali peserta didik dengan keterampilan untuk memahami, mengaplikasikan, dan menganalisis informasi secara kritis (Maulina et al., 2023). Pendekatan ini menekankan pentingnya keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar dan integrasi berbagai sumber belajar yang relevan, termasuk teknologi.

Artificial Intelligence (AI) hadir sebagai salah satu terobosan penting yang dapat diintegrasikan dalam pembelajaran (Gao et al., 2021; Limna et al., 2022) untuk mendukung proses *deep learning*. Berbagai platform berbasis AI seperti ChatGPT, Google Gemini, dan Microsoft Copilot dapat membantu guru dalam menyusun materi ajar, merancang soal, membuat ringkasan materi, dan bahkan dalam menyesuaikan metode pembelajaran yang adaptif sesuai kebutuhan siswa. AI juga dapat digunakan untuk melakukan analisis hasil belajar siswa secara otomatis sehingga guru dapat dengan lebih tepat menyesuaikan pendekatan pembelajaran (Luan et al., 2020).

Artificial Intelligence (AI), khususnya *generative artificial intelligence* (GAI), merupakan bentuk implementasi mutakhir dari pendekatan *deep learning* yang bekerja melalui *iterative learning* dan *representation learning* berbasis data berskala besar, sehingga mampu menghasilkan pembelajaran yang adaptif, kontekstual, dan personal. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Lee et al., 2025) menunjukkan bahwa meskipun penerapan GAI belum selalu menghasilkan peningkatan signifikan pada capaian pengetahuan teoretik jangka pendek, pendekatan ini terbukti lebih unggul dalam pengembangan keterampilan praktis, kepuasan belajar, serta efektivitas pembelajaran pada konteks yang bersifat aplikatif dan berjangka waktu lebih panjang. Kondisi ini menegaskan adanya kesenjangan mendasar antara pelatihan IT konvensional—yang umumnya berfokus pada penguasaan perangkat lunak secara prosedural dan bersifat satu arah—dengan kebutuhan aktual masyarakat yang menuntut kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan pembelajaran mandiri berkelanjutan. Oleh karena itu, penerapan pelatihan AI berbasis *deep learning* dalam konteks pengabdian kepada masyarakat menjadi mendesak, tidak hanya sebagai pengenalan teknologi, tetapi sebagai pendekatan pedagogis transformatif yang memungkinkan proses belajar adaptif, interaktif, dan berorientasi pada pemberdayaan kompetensi praktis peserta.

Kenyataannya sebagian besar guru SMP belum memperoleh pelatihan yang memadai dalam penggunaan AI maupun dalam pengembangan media pembelajaran digital interaktif

(Lee et al., 2020). Kurangnya pelatihan ini menjadi penghambat dalam optimalisasi teknologi untuk pendidikan yang berkelanjutan, padahal hal ini sangat erat kaitannya dengan pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) bidang Pendidikan Berkualitas (Ghazali et al., 2024; Nazar et al., 2018; Tomassi et al., 2024; Yuan et al., 2024).

Media pembelajaran yang dikembangkan secara inovatif akan mempermudah peserta didik memahami materi, sekaligus menjadikan proses pembelajaran lebih menyenangkan dan interaktif. Ketika media pembelajaran tersebut didukung dengan pemanfaatan teknologi, maka akan terjadi akselerasi kualitas pendidikan yang signifikan (Pilgrim & Martinez, 2013). Dalam konteks ini, peran guru sangat sentral sebagai perancang dan fasilitator pembelajaran. Oleh karena itu, dibutuhkan upaya penguatan kapasitas guru dalam merancang, mengembangkan, dan menggunakan media pembelajaran berbasis teknologi.

Kegiatan pelatihan ini juga menjadi sarana refleksi dan pengembangan profesional bagi guru. Mereka akan memperoleh wawasan baru mengenai tren dan praktik baik dalam pembelajaran digital serta memiliki kesempatan untuk membangun jejaring antar sesama pendidik. Lebih dari itu, pelatihan ini diharapkan mampu membentuk komunitas belajar yang berkelanjutan dan saling mendukung. Dengan latar belakang tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memberikan pelatihan kepada guru SMP dalam hal pembuatan media pembelajaran inovatif serta pemanfaatan teknologi AI untuk menunjang pembelajaran yang mendalam dan berkelanjutan.

METODE

Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dilaksanakan selama 5 bulan melalui 5 tahapan kegiatan (Rosidin et al., 2020) yaitu (1) persiapan, (2) pelatihan dan *workshop* pemanfaatan AI yang dilakukan secara *offline*, 3) pendampingan proyek kolaborasi pemanfaatan AI; 4) *sharing session* secara *online* mengenai media pembelajaran berbasis AI dalam penerapan *deep learning*, dan (5) Pelaporan. Kegiatan tahap 1 akan dilaksanakan dalam kurun waktu 2 bulan, kegiatan tahap 2 dilaksanakan dalam kurun waktu 1 bulan yang dilakukan di SMPN 1 Gisting, Kabupaten Tanggamus, Lampung. Jumlah peserta kegiatan 19 orang guru IPA yang mewakili seluruh sekolah negeri maupun Kegiatan tahap 3 dilaksanakan pada kurun waktu 2 bulan, kegiatan tahap 4 dan 5 dilaksanakan pada kurun waktu 1 bulan.

Metode yang akan digunakan dalam kegiatan ini adalah dengan menerapkan strategi kontekstual (Maulina et al., 2021), yaitu mengaitkan antara teori dengan praktik yang disampaikan dengan metode praktik terbimbing. Penerapan dilakukan dengan menggunakan *offline* terbatas. Penerapan metode ini berorientasi pada pemecahan masalah (Rosidin et al., 2020) yang dihadapi oleh guru-guru IPA SMP di kabupaten Tanggamus yang dijelaskan pada table 1.

Tabel 1. Matriks Pelaksanaan Kegiatan

Input	Perlakuan	Output
Lemahnya pengetahuan guru-guru SMP di Kabupaten Tanggamus tentang <i>deep learning</i>	Pelatihan pembuatan media Pembelajaran Dan Pemanfaatan Ai Sebagai Optimalisasi <i>Deep</i>	Meningkatnya pengetahuan guru-guru SMP di Kabupaten Tanggamus tentang penerapan <i>deep learning</i>

Input	Perlakuan	Output
	<i>Leraning</i> Untuk Pendidikan Berkelanjutan	
Kurangnya keterampilan guru-guru SMP di Kabupaten Tanggamus dalam membuat media pembelajaran berbasis AI	Pendampingan implementasi oleh guru model	Meningkatnya keterampilan keterampilan guru-guru dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran dan instrumen evaluasi bermuatan penguatan literasi dan numerasi
Minimnya informasi tentang <i>good practices</i> pemanfaatan AI dalam pembuatan media pembelajaran sebagai optimalisasi <i>deep learning</i> untuk pendidikan berkelanjutan	<i>Sharing session</i>	Terkomunikasinya <i>good practices</i> dalam optimalisasi <i>deep learning</i> menggunakan media pembelajaran berbasis AI untuk pendidikan berkelanjutan

Analisis data peningkatan hasil kegiatan pelatihan ini diukur secara kualitatif dengan melalui *N-gain* (Creswell & Poth, 1990) berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest* yang diberikan. Ada 15 pertanyaan kognitif melalui *pretes* dan *posttest* yang diberikan kepada peserta yaitu guru-guru IPA SMP di kabupaten Tanggamus. Selain itu, dilakukan pula penilaian produk kerja media pembelajaran melalui pemanfaatan AI oleh responden sebagai indikator penguasaan aplikasi AI dan *output* yang memberikan kontribusi terhadap keberhasilan pelaksanaan pelatihan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan PKm telah dilaksanakan kepada sasaran guru-guru IPA SMP di Kabupaten Tanggamus. Partisipan berjumlah 19 orang yang berasal dari 19 sekolah SMP Negeri dan Swasta (Gambar 1). Untuk mengetahui efektivitas kegiatan pelatihan pembuatan media pembelajaran dan pemanfaatan *artificial intelligence* (AI) sebagai optimalisasi *deep learning* untuk pendidikan berkelanjutan, dilakukan pengukuran kemampuan peserta melalui *pre-test* dan *post-test*. *Pre-test* dilaksanakan sebelum pelatihan dimulai dengan tujuan memetakan tingkat pemahaman awal peserta terhadap materi yang akan diberikan. Sementara itu, *post-test* diberikan setelah pelatihan selesai sebagai instrumen evaluasi untuk mengukur peningkatan kompetensi peserta. Kedua instrumen ini dipadukan dengan perhitungan *N-Gain* guna mengetahui tingkat efektivitas pelatihan dalam meningkatkan pemahaman peserta secara kuantitatif (Creswell & Poth, 1990; Norman & Jack, 2011).

Hasil evaluasi ini diharapkan mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai keberhasilan pelatihan dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan pendidik terkait pemanfaatan AI dalam pembelajaran (Luan et al., 2020). Selain itu, data ini juga berfungsi sebagai umpan balik bagi penyelenggara untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan program pelatihan, sehingga dapat menjadi dasar perbaikan dan pengembangan pada kegiatan serupa di masa mendatang. Dengan demikian, analisis *pre-test*, *post-test*, dan *N-*

Gain bukan hanya sekadar ukuran pencapaian peserta, melainkan juga indikator keberhasilan pelatihan dalam mendukung pendidikan berkelanjutan melalui pemanfaatan teknologi inovatif. Hasil *Pre-Test*, *Post-Test*, dan *N-Gain* peserta pelatihan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Representasi Data Kegiatan PKm

No	Peserta	<i>Pre-Test</i>	<i>Post-Test</i>	<i>N-Gain</i>
1	Responden 1	100	100	1
2	Responden 2	70	100	1
3	Responden 3	100	100	1
4	Responden 4	30	90	0,86
5	Responden 5	70	100	1
6	Responden 6	30	100	1
7	Responden 7	100	100	1
8	Responden 8	100	100	1
9	Responden 9	30	100	1
10	Responden 10	0	100	1
11	Responden 11	10	100	1
12	Responden 12	100	100	1
13	Responden 13	100	100	1
14	Responden 14	0	90	0,9
15	Responden 15	0	100	1
16	Responden 16	30	90	0,86
17	Responden 17	30	70	0,57
18	Responden 18	0	100	1
19	Responden 19	70	100	1
Rata-rata <i>n-Gain</i>				0,96

Tabel 2 menunjukkan adanya peningkatan signifikan kemampuan peserta setelah mengikuti pelatihan, yang tercermin dari perolehan nilai *post-test* yang lebih tinggi dibandingkan *pre-test*. Sebagian besar peserta mengalami peningkatan nilai dengan *N-Gain* mendekati atau sama dengan 1 (nilai *n-gain* hitung sebesar 0,96), yang mengindikasikan efektivitas pelatihan dalam meningkatkan pemahaman (Sukarelawan et al., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dalam konteks pengembangan media pembelajaran sangat relevan, dan juga mampu memberikan dampak positif terhadap peningkatan kompetensi pendidik dalam mendukung pembelajaran yang lebih adaptif dan berkelanjutan (Hasanova & Mahmudova, 2024; Kioupi & Voulvoulis, 2019; Nazar et al., 2018).

Pelaksanaan kegiatan pelatihan diawali dengan memberikan wawasan tentang *brainstorming* konseptual *deep learning* oleh Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si. melalui pendekatan interaktif.



Gambar 1. Penyampaian Materi tentang *Brainstorming* Konseptual *Deep Learning*

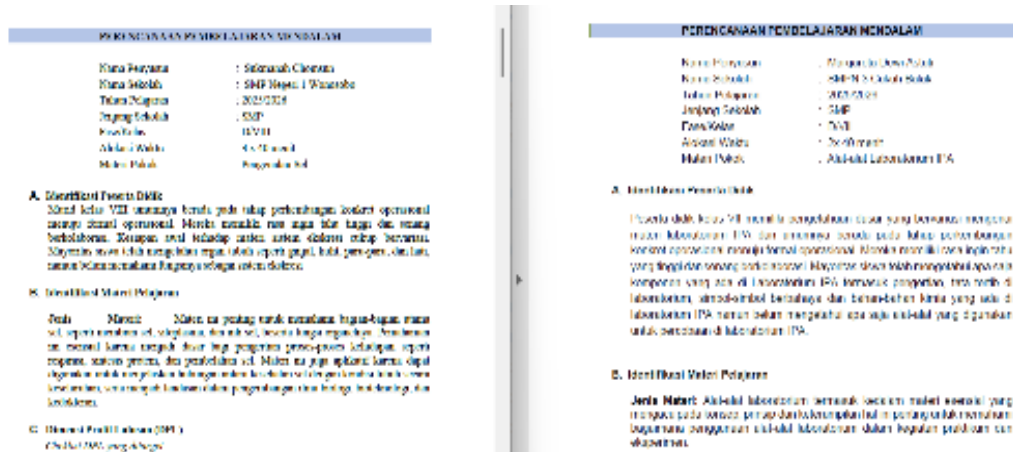
Pada sesi awal, beliau menyampaikan prinsip dasar *deep learning* dalam pembelajaran sains yang menekankan tiga aspek utama, yaitu *mindful learning*, *meaningful learning*, dan *joyful learning*. Peserta diajak memahami bahwa pembelajaran mendalam bukan sekadar transfer informasi, melainkan proses membangun pemahaman konseptual yang kontekstual, integratif, serta relevan dengan kehidupan nyata. Melalui pemaparan tersebut, peserta memperoleh landasan teoritis mengenai bagaimana *deep learning* dapat menjadi strategi penting dalam meningkatkan kualitas pendidikan di era digital. Pada sesi praktik, Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si. memberikan simulasi contoh konkret penerapan *deep learning* dalam implementasinya pendekatan STEM (Abdurrahman et al., 2019, 2023) melalui penggunaan media pembelajaran IPA, berupa konsep terapung, melayang dan tenggelam dengan simulasi model kapal selam. Dimana peserta dilatih dalam merancang aktivitas pembelajaran berbasis proyek yang memadukan observasi, diskusi, eksperimen, hingga pemecahan masalah nyata. Melalui praktik ini, peserta tidak hanya memperoleh pemahaman teoritis, tetapi juga keterampilan aplikatif dalam prinsip *deep learning* yang dapat menciptakan pembelajaran yang lebih adaptif, kreatif, dan berkelanjutan.

Tindak lanjut dari pemberian wawasan *deep learning* adalah memberikan praktik dalam penyusunan perencanaan pembelajaran.



Gambar 2. Pemberian Praktik Dalam Penyusunan Perencanaan Pembelajaran & Praktik Pembelajaran IPA Tentang Koloid

Materi yang disampaikan berfokus pada penyusunan perencanaan pembelajaran mendalam di satuan pendidikan sebagai strategi untuk mewujudkan pendidikan bermutu. Beliau menekankan pentingnya menerapkan pembelajaran mendalam, prinsip dan contoh-contoh penyusunan perencanaan pembelajaran mendalam. Bersamaan dengan ini Ismah Fathimah, M.Pd menyampaikan praktik pembuatan perencanaan pembelajaran mendalam. Dimana guru-guru diminta untuk membuat perencanaan pembelajaran sesuai dengan materi yang dipelajari pada pembelajaran IPA. Guru-guru terlihat sangat antusias dalam membuat perencanaan pembelajaran mendalam tersebut sehingga dapat diterapkan dalam proses pembelajaran. Hasil outputnya terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Contoh hasil output perencanaan pembelajaran guru

(<https://bit.ly/outputguruipa>)

Praktik konkret terkait pembelajaran IPA tentang koloid dapat diajarkan dengan mengaitkannya pada kehidupan sehari-hari seperti susu, kosmetik, atau polusi air sungai. Peserta didik tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mengaplikasikan pengetahuan melalui proyek pembuatan produk koloid seperti yoghurt atau mayones. Dengan pendekatan tersebut, pembelajaran menjadi lebih kontekstual, kolaboratif, serta menumbuhkan kepedulian peserta didik terhadap masalah nyata di sekitarnya. Selain itu juga menampilkan beberapa implementasi penerapan pembelajaran mendalam di sekolah-sekolah seperti pada tingkat SMP. Sejumlah *tools* sederhana yang dapat dimanfaatkan guru IPA untuk menghasilkan media pembelajaran yang berkualitas adalah Chatgpt, Canva AI, dan Visual Studio Code. Pendekatan praktik dan simulasi yang disampaikan sangat membantu para guru IPA dalam menghasilkan media.

KESIMPULAN

Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kompetensi dan pemahaman praktis guru IPA SMP di Tanggamus dalam pembuatan media pembelajaran interaktif berbasis teknologi. Pengintegrasian prinsip *deep learning* dan konsep pendidikan berkelanjutan dalam desain pembelajaran telah diimplementasikan oleh guru IPA SMP di dalam proses pembelajaran. Lebih lanjut, integrasi kecerdasan buatan (AI) dalam kegiatan pengabdian ini tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu teknis, tetapi berperan sebagai katalisator strategis dalam mendorong penerapan pendekatan *deep learning* yang adaptif dan kontekstual, sehingga berpotensi mendukung

keberlanjutan praktik pendidikan, khususnya di wilayah dengan keterbatasan akses terhadap teknologi pembelajaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada DIPA BLU FKIP Unila TA 2025 atas *funding* dana yang diberikan serta menhaturkan rasa terimakasih kepada MGMP IPA Kabupaten Tanggamus yang telah berkontribusibearr atas terlaksananya kegiatan pelatihan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, A., Maulina, H., Nurulsari, N., Sukamto, I., Umam, A. N., & Mulyana, K. M. (2023). Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills. *Heliyon*, 9(4), e15100. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15100>
- Abdurrahman, Ariyani, F., Maulina, H., & Nurulsari, N. (2019). Design and validation of inquiry-based STEM learning strategy as a powerful alternative solution to facilitate gifted students facing 21st century challenging. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(1), 33–56. <https://doi.org/10.17478/jegys.513308>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (1990). John W. *In Mycological Research* (Vol. 94, Issue 4, p. 522).
- Gao, P., Li, J., & Liu, S. (2021). An Introduction to Key Technology in Artificial Intelligence and big Data Driven e-Learning and e-Education. *Mobile Networks and Applications*, 26(5), 2123–2126. <https://doi.org/10.1007/s11036-021-01777-7>
- Ghazali, M., Musa, M., Yakob, N., Hamzah, N. S., Shaari, M. Z., Rashid, R. A. A., Dewa, A., & Basharudin, M. H. (2024). Promoting Sustainable Development Goals (SDGs) in an undergraduate preservice teachers' mathematics course using DeCoRe+ methodology and assessing students' SDG understanding through concept mapping. *Asian Journal for Mathematics Education*, 3(1), 124–140. <https://doi.org/10.1177/27527263241231997>
- Hasanova, G. I., & Mahmudova, Z. I. (2024). Green schools: A brief review. *Green economics*, 2(2), 178-183.
- Jean Piaget. (2024). *Implementation of Jean Piaget's theory of cognitive development in education*. *International Journal of Education and Development*. 5(3), 394–401. <https://ojs.mahadewa.ac.id/index.php/ijed/article/view/4148>
- Kioupi, V., & Voulvoulis, N. (2019). Education for sustainable development: A systemic framework for connecting the SDGs to educational outcomes. *Sustainability (Switzerland)*, 11(21). <https://doi.org/10.3390/su11216104>
- Lee, S.-S., Yoo, I., & Kim, J. (2020). An Analysis of Public Perception on Artificial Intelligence (AI) education using Big Data: Based on News articles and Twitter. *Journal of Digital Convergence*, 18(6), 9–16. <https://doi.org/10.14400/JDC.2020.18.6.009>
- Limna, P., Jakwatanatham, S., Siripipattanakul, S., Kaewpuang, P., & Sriboonruang, P. (2022). A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education during the Digital Era. *Advance Knowledge For Executives*, 1 (No.3), 1–9. <https://ssrn.com/abstract=4160798>

- Luan, H., Geczy, P., Lai, H., Gobert, J., Yang, S. J. H., Ogata, H., Baltes, J., Guerra, R., Li, P., & Tsai, C. C. (2020). Challenges and Future Directions of Big Data and Artificial Intelligence in Education. *Frontiers in Psychology*, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.580820>
- Maulina, D., Hikmawati, A., & Marpaung, R. R. T. (2023). The Effect of Implementing ESD in the PBL Model on Critical Thinking Ability in Environmental Pollution Material. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 8(2), 253. <https://doi.org/10.24042/tadris.v8i2.18444>
- Maulina, D., Pramudiyan, P., Rakhmawati, I., & Meriza, N. (2021). Program Pendampingan Kegiatan Kompetisi Sains Nasional Bidang Biologi Siswa SMAN 5 Bandar Lampung. *Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 73–79. <https://doi.org/10.30656/jpmwp.v5i1.2818>
- Nazar, R., Chaudhry, I. S., Ali, S., & Faheem, M. (2018). Role of Quality Education for Sustainable Development Goals (Sdgs). *PEOPLE: International Journal of Social Sciences*, 4(2), 486–501. <https://doi.org/10.20319/pijss.2018.42.486501>
- Norman E, W., & Jack R, F. (2011). *Educational Reserch: A Guide To The Process* (Second Edi, Vol. 17). Taylor & Francis e-Library.
- Nurhasnah, N., Sepriyanti, N., & Kustati, M. (2024). Learning Theories According to Constructivism Theory. *Journal International Inspire Education Technology*, 3(1), 19–30. <https://doi.org/10.55849/jiiet.v3i1.577>
- Öztürk, Ö. T. (2023). Examination of 21st Century Skills and Technological Competences of Students of Fine Arts Faculty. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 11(1), 115–132. <https://doi.org/10.46328/ijemst.2931>
- Pilgrim, J., & Martinez, E. (2013). Defining Literacy in the 21 st Century: A Guide to Terminology and Skills 21st Century Literacies Information Literacy. *Texas Journal of Literacy Education*, 1(1), 60–69.
- Rosidin, U., Maulina, D., & Kadaritna, N. (2020). Peningkatan Kompetensi Pedagogik Melalui Kegiatan Penyusunan Soal berbasis High Order Thingking Skills dan Analisisnya bagi Dosen Poltekkes Negeri Tanjung Karang. *Aksiologi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 44. <https://doi.org/10.30651/aks.v4i2.3665>
- Rosidin, U., Maulina, D., & Suane, W. (2020). *Pelatihan Pengelolaan Laboratorium Dan Penggunaan Alat Peraga IPA Bagi Guru-Guru IPA Di SMP/MTS Se-Kota Bandar Lampung Training of Laboratory Management And use of Natural Science Teaching Aids For Junior High School Science Teachers in Bandar Lampung*. 2020(1), 52–60. <http://journal.uny.ac.id/index.php/jpmmp>
- Sukarelawan, M. I., Indratno, T. K., & Ayu, S. M. (2024). N-Gain vs Stacking. Yogyakarta: Suryacahya. In *Surya Cahya*.
- Thornhill-Miller, B., Camarda, A., Mercier, M., Burkhardt, J. M., Morisseau, T., Bourgeois-Bougrine, S., Vinchon, F., El Hayek, S., Augereau-Landais, M., Mourey, F., Feybesse, C., Sundquist, D., & Lubart, T. (2023). Creativity, Critical Thinking, Communication, and Collaboration: Assessment, Certification, and Promotion of 21st Century Skills for the Future of Work and Education. *Journal of Intelligence*, 11(3).

<https://doi.org/10.3390/jintelligence11030054>

- Tomassi, A., Caforio, A., Romano, E., Lamponi, E., & Pollini, A. (2024). The development of a Competence Framework for Environmental Education complying with the European Qualifications Framework and the European Green Deal. *Journal of Environmental Education*, 55(2), 153–179. <https://doi.org/10.1080/00958964.2023.2259846>
- Yuan, X., Yu, L., Li, X., Luo, J., She, H., Yang, J., Lin, Z., Zhao, J., Zhao, F., Meng, R., Zhang, Y., & Zhao, Y. (2024). Promoting education for sustainable development through the green school program to achieve SDGs: Insights from a case study of Beijing's primary and secondary schools. *International Journal of Chinese Education*, 13(2), 1–30. <https://doi.org/10.1177/2212585X241259192>
- Zakso, A. (2023). Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar Di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Sosiologi Dan Humaniora*, 13(2), 916. <https://doi.org/10.26418/j-psh.v13i2.65142>