

## DAFTAR PUSTAKA

- Afelia, Y. D., Utomo, A. P., & Sulistyaningsih, H. (2023). Implementasi Model Problem Based learning (PBL) Berbasis Pembelajaran Berdiferensiasi untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi pada Mata Pelajaran Biologi di Kelas X SMA. *Jurnal Biologi*, 1(2), 1–11. <https://doi.org/10.47134/biology.v1i2.1963>
- Af'idah, E. N., Wardianti, Y., & Lestari, F. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Berbasis Lingkungan Sekitar Cekdam di Desa Tugu Sempurna untuk Siswa SMA. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 7(1), 270–283. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v7i1.9427>
- Afiqah Binti Ahmad, P., & Irwan Padli Nasution, M. (2025). Analisis Penggunaan Google Gemini terhadap Proses Pembelajaran Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Penelitian Mahasiswa*, 3(1), 500–505. <https://doi.org/10.61722/jipmv3i1.744>
- Agustini, R. P., & Irvani, A. I. (2023). Analisis Keterampilan Kolaboratif Siswa dalam Kegiatan Praktikum Pesawat Sederhana. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika (JPIF)*, 3(2), 215–222. <https://doi.org/10.52434/jpif.v3i2.2570>
- Ainun Nuha, A., Subagiyo, L., & Zulkarnaen. (2020). Pengaruh Kreativitas Menggunakan Mind Mapping Berbantu Software Mindomo 3.16 terhadap Hasil Belajar Fisika di SMA pada Materi Momentum dan Impuls. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*, (1), 27–34. <http://jurnal.fkip.unmul.ac.id/index.php/jpfp/index>
- Ali, M. K., Ali, A. M., Ali, F. F., & Ali, R. I. (2025). Peningkatan Kualitas Pembelajaran Siswa SMA Sederajat Menggunakan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Kecerdasan Buatan. *Cognoscere: Jurnal Komunikasi Dan Media Pendidikan*, 3(1). <https://doi.org/10.61292/cognoscere.252>
- Allen, M. (2004). *Smart Thinking: Skills for Critical Understanding and Writing*. Oxford University Pers.
- Ardhana, D., Fajrina, S., Fitri, R., Biologi, D., Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, F., & Negeri Padang, U. (2025). *Implementasi Problem Based Learning Berbasis Deep Learning untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Ekskresi di SMA*.
- Ardianti, R., Sujarwanto, E., & Surahman, E. (2021). Problem-based Learning: Apa dan Bagaimana. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 3(1). <http://jurnal.unsil.ac.id/index.php/Diffraction>
- Arends. (2012). *connect-learn-succeed-richard-arends-learning-to-teach-mcgraw-hill-2012*.
- Arends, Richard. (2014). *Learning to teach*. McGraw-Hill.
- Arifah, S., & Nuswowati, M. (2024). *Upaya Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Melalui Pendekatan Teaching At The Right Level dalam Pembelajaran IPA Kelas VII*.
- Arikunto, P. D. S. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. PT. Rineka Cipta.

- Asril, M., Simarmata, M. M., Sari, S. P., Indarwati, Setiawan, R. B., Arsi, Afriansyah, & Junairiah. (2022). *Keanekaragaman Hayati*. Yayasan Kita Menulis.
- Ayu, D., Alberida, H., & Rahmi, F. O. (2025). Pengaruh Model Discovery Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Pembelajaran Biologi: Literatur Review. *PESHUM: Jurnal Pendidikan, Sosial Dan Humaniora*, 4.
- Ayu, T. L., Munasik, Trianto, A., & Munru, M. (2025). Perbandingan Kondisi Terumbu Karang dan Hubungannya dengan Ikan Karang di Perairan Karimunjawa dan Bali. *Jurnal Kelautan Tropis*, 28.
- Budianto, S., & Sukendah. (2023). Teknologi Pengendalian Serangga Penyerbuk dan Konservasi sebagai Salah Satu Indikator Keseimbangan Alam. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perkebunan*, 5.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2010). *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 3*. Erlangga. <http://www.erlangga.co.id>
- Crockett, C. D., Lucky, A., Liburd, O. E., & Kester, K. M. (2021). A Parasitoid Wasp *Cotesia congregata* (Say) (Insecta: Hymenoptera: Braconidae). *UF/IFAS Extension, University of Florida*. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN1042>
- Dewey, J. (1933). *How we think: A Restatement of The Relation of Reflective Thinking to The Educative Process*. D.C Heath and Company.
- Eka Rahaeni Putri, F., Kunti Setiowati, F., & Muntholib. (2026). Pengembangan E-module Berbasis Project Based Learning (PjBL) Berbantuan Artificial Intelligence (AI) untuk Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kolaborasi Siswa SMA. *ORYZA: Jurnal Pendidikan Biologi*, 15(1). <https://doi.org/10.33627/oz.v15i1.4317>
- Ennis, R. H. (2011). The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities. *University of Illinois*.
- Ersoy, E., & Baser, N. (2014). The Effects of Problem-based Learning Method in Higher Education on Creative Thinking. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 3494–3498. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.790>
- Facione, P. (1990). Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction. *The California Academic Press*. [www.insightassessment.com](http://www.insightassessment.com)
- Fani Rahmasari, Kasmah, & Arisal A. (2026). Pengaruh Penggunaan Artificial Intelligence (AI) dan Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa pada Mata Kuliah Fikih di IAIN Bone. *PEDAGOGIC: Indonesian Journal of Science Education and Technology*, 6(3), 496–512. <https://doi.org/10.54373/ijset.v6i3.5674>
- Faradiba, N. (2022, June 15). *Predasi, Pengertian, Contoh, dan Adaptasinya*. Kompas.Com.
- Farokha Faradiba, D., & Rachmadiarti, F. (2020). Kelayakan Teoritis E-Book Interaktif Materi Ekosistem untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA. *BioEdu Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 9(2), 179–185. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu>

- Fathir, A., & Ibana, L. (2025). Pengaruh Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Kolaborasi dan Pemecahan Masalah Siswa XI Sumber Bungur Pakong. *Jurnal Nahnuinisiatif*, 7(4). <https://doi.org/10.61227>
- Fauziah, E., Widiantie, R., & Widiarsih, W. (2023). Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) dengan LKPD Liveworksheet dalam Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Abad 21 Siswa pada Materi Perubahan Lingkungan. *JGURUKU: Jurnal Penelitian Guru*, 1.
- Fauziah, W. I., Maspupah, M., & Yuliawati, A. (2023). Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa melalui Media Pembelajaran Mobile Augmented Reality (MAR). *Gunung Djati Conference Series*, 30.
- Firman, Nur, S., & Taim, Moh. A. SL. (2023). Analisis Keterampilan Kolaborasi Siswa SMA pada Pembelajaran Biologi. *Diklabio: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Biologi*, 82–89. <https://doi.org/10.33369/diklabio.7.1.82-89>
- Firman, Syamsiara Nur, & Moh. Aldi SL.Taim. (2023). Analisis Keterampilan Kolaborasi Siswa SMA pada Pembelajaran Biologi. *Diklabio: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Biologi*, 7(1), 82–89. <https://doi.org/10.33369/diklabio.7.1.82-89>
- Ghazali, I., & Aprilia, K. (2024). *Konsep, Teknik, dan Aplikasi menggunakan Program smartPLS 4.0 untuk Penelitian Empiris*.
- Greenstein, L. (2012). *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning*. Corwin.
- Guilford, J. P. B. R. R. (1942). *Fundamental Statistics in Psychology and Education*. *Journal of the American Statistical Association*, 51(276), 661. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2281499>
- Handayani, N., Muizz, A., Wahidin, W., & Nur, S. (2022). Implementation of A Problem-Based Learning (PBL) Model Assisted by Zoom Cloud Meeting in Improving High School Students' Critical Thinking Skills and Learning Motivation on The Concept Of Enviromental Pollution. *Jurnal Edunity: Kajian Ilmu Sosial Dan Pendidikan*, 1(04). <https://edunity.publikasikupublisher.com>
- Haniah, S. (2022, June 9). *Kompetisi Intraspesifik dan Interspesifik pada Hewan & Tumbuhan*.
- Hanifah, A. Z., Suhada, I., & Mas'ud, A. (2024). Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Ekosistem menggunakan Model Problem Based Learning Berbantuan Virtual Field Trip. *Genintelektual Conference Series*.
- Hapsari, A. M., Sumarno, & Sulistyowati, S. (2023). Peningkatan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik melalui Model Problem Based Learning pada Pembelajaran Biologi. *Seminar Nasional Pendidikan Profesi Guru*, 3897–3902.
- Hasanah, U., Sarjono, S., & Hariyadi, A. (2021). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Prestasi Belajar IPS SMP Taruna Kedung Adem. *Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal*, 7(1), 43. <https://doi.org/10.37905/aksara.7.1.43-52.2021>
- Hendrawan, H., Sulisetijono, S., & Rakhmawati, Y. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Role Playing terhadap Motivasi, Hasil Belajar, dan Keterampilan Kolaboratif Siswa Kelas XI IPS pada Pembelajaran Biologi.

- Journal of Innovation and Teacher Professionalism*, 3(2), 363–373.  
<https://doi.org/10.17977/um084v3i22025p363-373>
- Herzegovani, N. H., & Pramana, D. (2025). Pengaruh Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis ChatGPT Terhadap Hasil Belajar Melalui Minat Belajar di SMKS Budi Agung Medan T.A 2025/2026. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 2477–2143.
- Hulu, T. D. N., Zega, N. A., Gulo, H., & Harefa, A. R. (2024). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Konteks Pembelajaran Biologi SMA Negeri 1 Lahewa Timur. *Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4.
- Ihsan, H., Festiyed, Emiliannur, & Riyasni, S. (2025). The Validation of Artificial Intelligence Integrated E-Module with Problem Based Learning Model on Renewable Energy to High School Students' Critical Thinking Skills. *Physics Learning and Education*, 3(4).
- Imran, M., & Almusharraf, N. (2024). Google Gemini as a next generation AI educational tool: a review of emerging educational technology. In *Smart Learning Environments* (Vol. 11, Number 1). Springer.  
<https://doi.org/10.1186/s40561-024-00310-z>
- Indahsari, N. D., & Habiddin, H. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Siswa SMP. *Jurnal Pembelajaran, Bimbingan, Dan Pengelolaan Pendidikan*, 4(7), 5. <https://doi.org/10.17977/um065.v4.i7.2024.5>
- Indrašienė, V., Jegelevičienė, V., Merfeldaitė, O., Penkauskienė, D., Pivorienė, J., Railienė, A., Sadauskas, J., & Valavičienė, N. (2021). The Value of Critical Thinking in Higher Education and the Labour Market: The Voice of Stakeholders. *Social Sciences*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/socsci10080286>
- Irawati, I. (2020). Application of The Problem Based Learning (PBL) Learning Model Improves Students' Cooperation Attitude. *SHEs: Conference Series*, 3(3), 2209–2215. <https://jurnal.uns.ac.id/shes>
- Ismail, R., Riswandha Imawan, O., Inayah, S., Trisnawati, Nirfayanti, Kau, M., & Ernawati. (2024). *Pembelajaran dengan Problem Based Learning*. CV. Edupedia Publisher. <https://www.researchgate.net/publication/386800132>
- Istikomah, Puji Astutik, A., & Jannah, M. (2021). The Website-based Information Literacy system and Application in Education Facing the Age of Industrial Revolution 4.0. *Journal of Physics: Conference Series*, 1779(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1779/1/012055>
- Jamila, Y. M., & Sonia, S. (2024). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis pada Materi Ekosistem Kelas X Madrasah Aliyah (MA) Salafiyah Kerek. *Jurnal Inkredibel*, 1(2), 112–115.
- Julianti, Rahayu, H. M., & Qurbaniah, M. (2023). Validitas Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Kearifan Lokal di Kawasan Hutan Adat Tawang Panyai Kabupaten Sekadau pada Materi Ekosistem. *Jurnal BIOMA*, 5(2), 82–96.
- Junaidi, Pu'adi, Rohaniyah, J., Isminingsih, E., & Zainal, R. (2025). Penerapan Model Pembelajaran Problem-Based Learning (PBL) dalam Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Siswa Kelas X-3 SMAN 1 Padenmawu. *Pubmedia*

- Jurnal Penelitian Tindakan Kelas Indonesia*, 2(4), 1.  
<https://doi.org/10.47134/ptk.v2i4.1751>
- Junedi, H., & Antony, D. (2025). Dampak Alih Fungsi Lahan Hutan Menjadi Lahan Perkebunan Terhadap Kualitas Fisik Tanah. *Jurnal Silva Tropika*, 9(1).
- Juwita, U., Idrus, A. Al, & Mahrus, M. (2022). Components of Rice Field Ecosystems as a Source of Biology in High School in Dompu District in 2020. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(2), 331–338.  
<https://doi.org/10.29303/jbt.v22i2.3380>
- Karmaham, A. D., & Mediatati, N. (2026). Penerapan Metode Pembelajaran PBL untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Karakter Demokrasi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Teknologi Informasi (JIPTI)*, 7(1), 41–50.  
<https://doi.org/10.52060/jipti.v7i1.4010>
- Khasanah, L. N., Nur, M., Maksum, R., & Nashuha Binti Zahid, N. (2025). The Implementation of Project-Based Learning to Enhance Collaborative Skills in Senior High School. *SUHUF*, 35(1), 2025.  
<https://doi.org/10.23917/suhuf.v35i1.10189>
- Latifah, A., & Kartika, I. (2023). Collaborative Learning in the Digital Era: Strategies to Prepare Primary School Students to Face the Challenges of the 21st Century. *Sunan Kalijaga International Journal on Islamic Educational Research (SKIJIER)*, 7(1), 67–76. <https://doi.org/10.14421/skijier.2023.71.07>
- Lawasi, M. C., Rohman, V. A., & Shoreamanis, M. (2024). The Use of AI in Improving Student's Critical Thinking Skills. *Proceedings Series on Social Sciences & Humanities*, 18, 366–370. <https://doi.org/10.30595/pssh.v18i.1279>
- Listari, J., Sudira, P., Ananda, R., Saputra, R. F., & Fatmawati, F. (2024). Efek Kebakaran Hutan terhadap Lingkungan Hidup dan Sumber Daya Alam di Pekanbaru. *Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi*, 3(1), 658–671.
- Litsios, G., Sims, C. A., Wüest, R. O., Pearman, P. B., Zimmermann, N. E., & Salamin, N. (2012). Mutualism with sea anemones triggered the adaptive radiation of clownfishes. *BMC Evolutionary Biology*, 12(1).  
<https://doi.org/10.1186/1471-2148-12-212>
- Magvira, & Nensilanti. (2025). Pengaruh Penggunaan Media Berbasis Artificial Intelligence (AI) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Keterampilan Menulis Teks Eksposisi Siswa Kelas X UPT SMA Negeri 4 Luwu. *Jurnal Onoma*, 11(2), 2715–4564. <https://e-journal.my.id/onoma>
- Majuita, S., & Hakim, L. El. (2025). Pengembangan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Artificial Intelligence Untuk Meningkatkan Literasi Sains. *Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Humaniom*, 1(4), 567–579.
- Maknun, D. (2017). *Populasi, Komunitas, Ekosistem*. Nurjati Press.
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura, Jurnal Pendidikan*, 12(1).
- Maulani, B. I. G., Hardiana, H., & Jamaluddin, J. (2023). Upaya Peningkatan Hasil Belajar Biologi Melalui Penerapan Model Pembelajaran Problem-Based Learning dengan Pendekatan Pembelajaran Berdiferensiasi di Kelas X IPA 2

- SMA Negeri 7 Mataram Tahun Ajaran 2022/2023. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(4), 2632–2637. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i4.1728>
- Montessori, V. E., Murwaningsih, T., & Susilowati, T. (2023). Implementasi keterampilan Abad 21 (6c) dalam Pembelajaran Daring pada Mata Kuliah Simulasi Bisnis. *JIKAP (Jurnal Informasi Dan Komunikasi Administrasi Perkantoran)*, 7(1), 65. <https://doi.org/10.20961/jikap.v7i1.61415>
- Mu'arifah, H., Citraning, R., & Mukaromah, S. (2023). Peningkatan Keterampilan Kolaborasi Siswa dengan Metode TTS (Tutor Teman Sebaya) pada Mata Pelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan Guru Profesional*, 1(1), 69–72.
- Mubin, N., Dewanthi, S. A., & Audia, B. H. (2025). Evaluasi Toksisitas Insektisida Sintetik terhadap Lebah *Tetragonula laeviceps* Smith: Ancaman bagi Penyerbuk di Pertanian. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 22(2), 92–104. <https://doi.org/10.5994/jei.22.2.92>
- Mulianingsih, F., Anwar, K., Shintasiwi, F. A., & Rahma, A. J. (2020). Artificial Intelligence dengan Pembentukan Nilai dan Karakter di Bidang Pendidikan. *Ijtimaia: Journal of Social Science Teaching*, 4(2), 148–154. <http://journal.stainkudus.ac.id/index.php/Ijtimaia>
- Naatonis, R. N., Rusijono, Jannah, M., & Malahina, E. A. U. (2024). Evaluation of Problem Based Gamification Learning (PBGL) Model on Critical Thinking Ability with Artificial Intelligence Approach Integrated with ChatGPT API: An Experimental Study. *QUBAHAN ACADEMIC JOURNAL*, 4(3). <https://doi.org/10.58429/qaj.v4n3a919>
- Nasution, J. N., Putri, A. E., Lubis, Y., Siagian, R. T., & Umar, A. T. (2024). Membangun Pendidikan 4.0: Peran Vital Teknologi dalam Meningkatkan Kualitas Pembelajaran. *NUSRA: Jurnal Penelitian Dan Ilmu Pendidikan*, 5(3), 985–997. <https://doi.org/10.55681/nusra.v5i3.2936>
- Nefilinda, Swandi, & Irwan. (2025). *Lingkungan yang Terancam*. AKIOPEDIA PRESS.
- Ningrum, T. L., Wahidin, W., & Diella, D. (2024). Improving Problem-Solving Ability and Collaboration Skills of Ecosystem Material Through STEM Integrated Project-Based Learning. *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 9(1), 11–20. <https://doi.org/10.31932/jpbio.v9i1.2962>
- Ningtyas, R. R., Muhlisin, & Khobir, A. (2025). Optimalisasi Pembelajaran Kolaboratif dalam Meningkatkan Keterampilan Sosial dan Prestasi Akademik Siswa. *Jurnal Inovasi, Evaluasi, Dan Pengembangan Pembelajaran (JIEPP)*, 5(2), 204–210. <http://journal.ainarapress.org/index.php/jiepp>
- Nugroho, A. (2025, December 1). *Bencana Banjir Bandang Sumatra, Pakar UGM Sebut Akibat Kerusakan Ekosistem Hutan di Hulu DAS*. <https://Ugm.Ac.Id/Id/Berita/Bencana-Banjir-Bandang-Sumatra-Pakar-Ugm-Sebut-Akibat-Kerusakan-Ekosistem-Hutan-Di-Hulu-Das/>.
- Nurmayasari, K. V., Utomo, A. P., & Sulistyaningsih, H. (2023). Implementasi Pembelajaran Problem Based Learning Materi Perubahan Lingkungan untuk Meningkatkan Kemampuan Kolaborasi Siswa SMA Negeri 1 Bangorejo. *Jurnal Biologi*, 1(2), 1–10. <https://doi.org/10.47134/biology.v1i2.1964>

- Nurwahidah, N., Samsuri, T., Mirawati, B., & Indriati, I. (2021). Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Siswa menggunakan Lembar Kerja Siswa Berbasis Saintifik. *Reflection Journal*, 1(2), 70–76. <https://doi.org/10.36312/rj.v1i2.556>
- Odum, E. P., & Barrett, G. W. (2005). *Fundamentals of Ecology*. Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Ofstedal, K., & Dahlberg, K. (2009). Collaboration in Student Teaching: Introducing the Collaboration Self-Assessment Tool. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 30(1), 37–48. <https://doi.org/10.1080/10901020802668043>
- Oktaviana, A. F. E., & Noviani, L. (2025). Pengaruh Penggunaan Artificial Intelligence (AI) dalam Model Pembelajaran Problem Based Learning terhadap Kemampuan Critical Thinking Peserta Didik SMA Negeri 1 Karanganyar. *J-KIP (Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan)*, 6(3), 906. <https://doi.org/10.25157/j-kip.v6i3.20210>
- Pakaya, P., Baderan, D. W., & Hamidun, M. S. (2025). Efektivitas Sistem Agroforestri dalam Meningkatkan Kesehatan Tanah dan Produktivitas Pertanian. *Hidroponik : Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(2), 12–27. <https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i2.329>
- Papaneophytou, C., & Nicolaou, S. A. (2025). Promoting Critical Thinking in Biological Sciences in the Era of Artificial Intelligence: The Role of Higher Education. In *Trends in Higher Education* (Vol. 4, Number 2). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/higheredu4020024>
- Perdana, A. I., Sutiarto, S., & Triana, M. (2025). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa. *Mandalika Mathematics and Educations Journal*, 7(2), 660–673. <https://doi.org/10.29303/jm.v7i2.7447>
- Plummer, K. J., Kebritchi, M., Leary, H. M., & Halverson, D. M. (2022). Enhancing Critical Thinking Skills through Decision-Based Learning. *Innovative Higher Education*, 47(4), 711–734. <https://doi.org/10.1007/s10755-022-09595-9>
- Pohan, A. H., Tanjung, S., & Restu, R. (2025). Development of problem-based learning based on multimedia to improve learning outcomes. *Inovasi Kurikulum*, 22(2), 1083–1098. <https://doi.org/10.17509/jik.v22i2.82815>
- Priani, N. K., Hutagaol, J., Khofifa, R., & Siregar, J. (2025). Pengaruh Media Pembelajaran Interaktif Terintegrasi PBL terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis pada Materi Sistem Ekskresi (The Effect of Integrated PBL Interactive Learning Media on Improving Critical Thinking Skills in Excretory System Material). *Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 11(4). <https://doi.org/10.22437/biodik.v11i04.49831>
- Purba, F. J., Tarigan, P. S., & Aritonang, A. Y. (2026). Efektivitas Problem-Based Learning Berbasis AI dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Literasi Digital Siswa SMA: Studi Kuasi-Eksperimen. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)*, 6(1), 239–250. <https://doi.org/10.53299/jppi.v6i1.3553>
- Purwanto. (2018). Teknik Penyusunan Instrumen Uji Validitas dan Reliabilitas Penelitian Ekonomi Syariah. *Staia Press*.

- Puspa, C. I. S., Rahayu, D. N. O., & Parhan, M. (2023). Transformasi Pendidikan Abad 21 dalam Merealisasikan Sumber Daya Manusia Unggul Menuju Indonesia Emas 2045. *Jurnal Basicedu*, 7(5), 3309–3321. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i5.5030>
- Puspaningsih, A. R., Tjahjadamawan, E., & Krisdianti, N. R. (2021). *Ilmu Pengetahuan Alam SMA KELAS X*. Pusat Kurikulum dan Perbukuan.
- Putra Herdiansyah, G., Utami, N. S., & Lestari, S. (2025). Peningkatan keterampilan kolaborasi dalam pembelajaran matematika melalui problem based learning pada siswa SMA. *Jurnal Ilmiah WUNY*, 7(1). <https://doi.org/10.21831/jwuny.v6i1>
- Putri Ardelia, A., Kinanti, A., Hasna Sabita, A., Putri Fauziah, A., Reinita, R., & Syofyan, S. (2025). The Integration of Technology and Collaborative Learning to Improve Digital Literacy among Elementary Students. *The Future of Education Journal*, 4, Page. <https://journal.tofedu.or.id/index.php/journal/index>
- Putri, D. M., & Rosmiati. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning dan Problem Based Learning menggunakan Artificial Intelligence dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik SMKN 8 Muaro Jambi. *Jurnal Literasi Dan Teknologi Pendidikan*, 6(2). <https://ejournals.com/ojs/index.php/jltp>
- Putri, R. I. P., Sari, R. P., & Maulina, D. (2025). Upaya Meningkatkan Kemampuan Kolaborasi Peserta Didik Melalui Model PBL Pada Materi Ekosistem Fase E.5 SMA Negeri 1 Metro. *Jurnal Inovatif Ilmu Pendidikan*, 7(1). <https://jurnal.fkip.unila.ac.id/index.php/JIIP/index>15|15
- Ramdani, D., Latifah, H. N., & Triyanto, S. A. (2024). Profil Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Negeri 4 Tasikmalaya Pada Pembelajaran Biologi. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(2), 2846–2856. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i2.13041>
- Ramos, B., & Condotta, R. (2024). Enhancing Learning and Collaboration in a Unit Operations Course: Using AI as a Catalyst to Create Engaging Problem-Based Learning Scenarios. *Journal of Chemical Education*, 101(8), 3246–3254. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00244>
- Rheinata Rhamadani Putri Supriadi, Salsabila, & Minan Chusni. (2022). *Inovasi pembelajaran berbasis teknologi Artificial Intelligence dalam Pendidikan di era industry 4.0 dan society 5.0*. <https://e-journal.iain-palangkaraya.ac.id/index.php/mipa/>
- Ridwan, S. L. (2021). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Peserta Didik Melalui Model Pembelajaran Discovery Learning. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 5(3), 637–656. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v5i3.201>
- Robin, R., & Supendi, A. (2019). Analisis Dampak Limbah Cair Industri Tahu terhadap Penurunan Kualitas Air dan Keragaman Ikan Air Tawar di Sungai Cipelang Kota Sukabumi. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Sains Dan Teknologi*, 10(2).

- Rofiudin, A., Prasetya, L. A., & Dwi Prasetya, D. (2024). Pembelajaran Kolaboratif di SMK: Peran Kerja Sama Siswa dalam Meningkatkan Keterampilan Soft skills. *Journal of Education Research*, 5(4), 4444–4455.
- Rosi Ramadhani, Relsas Yogica, Zulyusri, & Fitri Olvia Rahmi. (2025). Pengaruh Penggunaan Gemini AI pada Perencanaan Proyek Biologi terhadap Kreativitas Peserta Didik di SMA. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 4(1). <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i1.1762>
- Sahla Nasution, J., Maulina Siregar, A., Hasibuan, E. S., Difla, F., & Azizah, T. N. (2025). Dampak Negatif Penggunaan AI Terhadap Mahasiswa Dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Dan Riset*, 3(1), 35–42. <http://jurnaltarbiyah.uinsu.ac.id/index.php/ami>
- Sandika, B. (2021). *Buku Ajar Ekologi (Integrasi dalam Sains)*. Yayasan Citra Dharma Cindekia.
- Santoso, G. S., Ghofur, A., & Akbar, I. R. (2023). Penerapan Problem Based Learning pada Pembelajaran Pendidikan Agama Islam dan Budi Pekerti Kelas XII SMK Muhammadiyah Parung. *JORAPI: Journal of Research and Publication Innovation*, 1(1), 51–69.
- Sarifah, N., & Hanif, M. (2025). Efektivitas Pembelajaran Kolaboratif dalam Meningkatkan Interaksi Sosial Siswa di Kelas. *JIPSOS: Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 3(1).
- Scott, L. C. (2019). Do Black Walnut Trees Have Allelopathic Effects on Other Plants? *Washington State University Extension*.
- Septiana, W., Nur, R. A., & Riyanti, R. (2025). Dampak Penggunaan Artificial Intelligence Gemini sebagai Media Pembelajaran Terhadap Pemikiran Kritis Siswa Kelas X di SMAN 6 Maros 1. *Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10, 2025. <https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v10i4.7259>
- Setiawan, A., Surya, R. A., & Yasin, A. (2025). *Pengelolaan Hutan Agroforestri* (A. F. Qohar & A. F. Rohman, Eds.). PT Penerbit Qriset Indonesia.
- Setyawan, J., & Patonah, S. (2022). Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Pokok Bahasan Senyawa Karbon Kelas XI SMA Negeri 2 Mranggen. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Di Sekolah*, 3(2), 166–180. <https://doi.org/10.51874/jips.v3i2.53>
- Shocheb, A., Ibrohim, I., & Muntholib, M. (2025). The Effect of The Problem-Oriented Project-Based Learning Model Assisted by Artificial Intelligence on Students' Problem-Solving and Communication Skills. *Edubiotik: Jurnal Pendidikan, Biologi Dan Terapan*, 10(02), 424–441. <https://doi.org/10.33503/ebio.v10i02.1551>
- Sihite, M. S. R., Sormin, D. F., Panggabean, N. E., & Simorangkir, M. S. (2025). Efektivitas Pembelajaran Berkolaborasi dalam Meningkatkan Rasa Percaya Diri dan Motivasi Belajar Siswa. *Communnity Development Journal*, 6(2), 2098–2101.
- Sitepu, A. P., & Nasution, A. R. (2026). Peran Artificial Intelligence dalam Mendukung Problem-Based Learning pada Pembelajaran IPA: Systematic Literature Review. *JCRD: Journal of Citizen Research and Development*, 3(1).
- Soelistiono, S., & Wahidin. (2023). Educational Technology Innovation: AI-Integrated Learning System Design in AILS-Based Education. *International*

- Journal Publishing INFLUENCE: International Journal of Science Review*, 5(2). <https://influence-journal.com/index.php/influence/index>
- Sugiyono. (2023). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. ALFABETA CV. [www.cvalfabeta.com](http://www.cvalfabeta.com)
- Suharyani, L. A., Nugroho, A. S., & Dewi, E. R. S. (2023). Profil Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Perubahan Lingkungan berbasis Strategi Metakognitif. *Practice of The Science of Teaching Journal: Jurnal Praktisi Pendidikan*, 2(1), 37–44. <https://doi.org/10.58362/hafecspost.v2i1.30>
- Suhri, A. G. M. I., Hashifah, F. N., & Hasan, P. A. (2024). *Ekologi Hewan*. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Sukarelawan, Moh. I. , I. T. K. , & A. S. M. (2024). *N-Gain Vs Stacking*.
- Sukiman, Hendry, Zuhanda, M. K., Fenny, & Sjukun. (2024). Pelatihan Pemanfaatan Gemini AI untuk Mendukung Pembelajaran pada SMA di Sumatera Utara. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1).
- Sulastry, T., Rais, A., & Herawati, N. (2023). Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning pada Materi Asam Basa Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 11(1), 142–151. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i4.28787>
- Suliyem, M., Hanafi, I., & Trianung Djoko Susanto, T. (2024). Integrasi AI dalam collaborative learning untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran. In *Academy of Education Journal* (Vol. 15, Number 1). Online.
- Supriyanto Manurung, A., Utomo, E., & Gumelar, G. (2023). Implementasi Berpikir Kritis dalam Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif Mahasiswa. *Jurnal Papeda*, 5(2).
- Supriyati, E., Ika Setyawati, O., Yuli Purwanti, D., Sirfa Salsabila, L., & Adi Prayitno, B. (2018). *Profil Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Swasta di Sragen pada Materi Sistem Reproduksi Profile of Private High Schools Students' Critical Thinking Skills in Sragen on Reproductive System*. <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v11i2.21792>
- Taisir, M., & Mauzifa, M. (2025). Model Problem Based Learning Berbantuan Artifisial Intelegence (AI): Strategi Pengembangan Berpikir Kritis Mahasiswa PAI UIN Mataram. *Al-Ahnaf: Journal of Islamic Education, Learning and Religious Studies*, 2(2), 242–256. <https://doi.org/10.61166/ahnaf.v2i2.27>
- Taluke, D., Lakat, R. S. M., & Sembel, A. (2019). Analisis Preferensi Masyarakat dalam Pengelolaan Ekosistem Mangrove di Pesisir Pantai Kecamatan Loloda Kabupaten Halmahera Barat. *Jurnal Spasial*, 6(2).
- Tambunan, R. M., & Raihandhany, R. (2020). Jenis-Jenis Tumbuhan Parasit dan Persebarannya di Institut Teknologi Bandung (ITB) Kampus Ganesha. *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 6(2), 47–55. <https://doi.org/https://doi.org/10.29244/jsdh.6.2.47-55>
- Taufiqurrahman, T., Fathonah, S., Ahmadi, F., Arsyad, A. A., & Rahman, S. (2025). Problem-Based Learning Model Assisted by Interactive Media to Improve Students Higher Order Thinking Skills (HOTS). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(1), 1234–1243. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i1.6649>

- Urry, L., Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P., & Orr, R. (2021). *Campbell Biology (12thed.)*. NY: Pearson Education, Inc.
- Utami, H. B., Salsabila, E., & Wiraningsih, E. D. (2022). Pentingnya Kemampuan Berpikir Kritis dalam Dunia Pendidikan Matematika. *J-PiMat*, 4(2).
- Virliana, A. I., & Fauziah, L. S. N. (2025). Pengaruh Pembelajaran Kolaboratif untuk Meningkatkan Cara Berpikir Kritis. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 5(1), 1–7.
- Vu, D. M., Le, H. H., Tan, P. X., & Tu, N. T. T. (2026). Personalized and Scalable Problem-Based Learning in Soft Skills Education: The Role of AI Agents in Multidisciplinary Contexts. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 16(1), 24–43. <https://doi.org/10.3991/ijep.v16i1.57581>
- Wahab, A., Junaedi, J., & Azhar, Muh. (2021). Efektivitas Pembelajaran Statistika Pendidikan Menggunakan Uji Peningkatan N-Gain di PGMI. *Jurnal Basicedu*, 5(2), 1039–1045. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i2.845>
- Wandari, W., Nursamsu, N., & Wahyuni, A. (2024). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Biologi Dengan Menggunakan Model PjBL Berbasis STEM ( Science,Technology, Engineering, Mathematics). *BIODIK*, 10(4), 743–754. <https://doi.org/10.22437/biodik.v10i4.38431>
- Widodo, D., Kristianto, S., Susilawaty, A., Armus, R., Sari, M., Chaerul, M., Ahmad, S. N., Damanik, D., Mohamad, E., Junaedi, A. S., & Mastutie, F. (2021). *Ekologi dan Ilmu Lingkungan*. Yayasan Kita Menulis.
- Wijaya, A. R., Nurmala, D., Hutapea, M. C. L., Sudirman, K., & Arifin, M. B. (2025). Peranan Budaya dalam Mengurangi Dampak Penggunaan Pestisida Berlebihan terhadap Kualitas Sumberdaya Alam pada Wilayah Perairan. *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, 2(1), 23–39. <https://doi.org/https://doi.org/10.59837/jpnmb.v2i1.433>
- Wulandari, C. A., Rahmaniati, R., & Kartini, N. H. (2021). Peningkatan Keterampilan Kolaborasi dan Hasil Belajar dengan Menggunakan Model Pembelajaran Teams Games Tournament. *Pedagogik Jurnal Pendidikan*, 16(1), 1–11.
- Yuna, J., Minho, K., Jiwon, H., Jiwon, L., & Suyitno, S. (2025). The Role of The Teacher as A Facilitator in Project-Based Learning With AI Support. *Al-Hijr: Journal of Adulearn World*, 4(1), 36–46. <https://doi.org/10.55849/alhijr.v4i1.855>
- Zadeh, M. M., Isaee, H., & Barjesteh, H. (2025). Artificial Intelligence in Project-Based Learning: A Systematic Review of Its Role in English Language Acquisition and Pedagogical Innovation. *Indonesian Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 3(3), 81–91. <https://doi.org/10.58723/ijopate.v3i3.502>
- Zahra, F., Putri, D. A., & Muttaqiin, A. (2024). Literatur Review: Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learing (PBL) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran Sains. *Jurnal Biofiskim: Penelitian Dan Pengembangan IPA*, 6(1), 2024.