

Memberdayakan Guru Melalui Google Sites dan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, Mathematics Deep Learning*

Rilia Iriani¹, Ayu Tri Khodziah², Yogo Dwi Prasetyo³, Arif Sholahuddin⁴,
Leny⁵, Misna Yulianti⁶

Universitas Lambung Mangkurat^{1,2,3,4,5,6}

rilia_kimia@ulm.ac.id¹, ayutrikhodizah@ulm.ac.id², yogo.prasetyo@ulm.ac.id³,
arif.science.edu@ulm.ac.id⁴, leny_kimia@ulm.ac.id⁵, misnayulianti294@gmail.com⁶

Abstract

There is a rising interest in the Deep Learning approach, which has been recognized as an effective teaching model, especially when combined with STEM and digital learning for innovation. Discussions with Chemistry Teachers' Working Group (MGMP) in the Banjar Regency highlighted some difficulties, namely the lack of teachers' competency in the creation of digital learning materials; the application within the local wetland environment; and the implementation of STEM-Deep Learning. In an effort to overcome the challenges, this community service initiative aimed to upgrade teachers' competency in a training activity on the creation of digital learning materials employing Google Sites combined with STEM-Deep Learning implementation. A three-day community service involving 26 active teachers recommended by the MGMP program included activities like training/learning, practice, and the presentation of digital learning designs in the form of websites. This program provided a clear indication that the teachers succeeded in adapting the learning website with contextual chemistry content. Moreover, the teachers' competency in digital literacy, creativity, and the teachers' concern were upgraded. Teachers responded positively despite some limitations regarding the time constraint and teachers' digital literacy. This initiative has contributed directly to the improvement of the quality of education.

Keywords: *STEM; Deep learning; Google sites; Digital learning; Pendidikan kimia.*

Abstrak

Terdapat peningkatan minat terhadap pendekatan *Deep Learning*, yang telah diakui sebagai model pengajaran yang efektif, terutama bila dikombinasikan dengan STEM dan pembelajaran digital untuk inovasi. Diskusi dengan MGMP Kimia di Kabupaten Banjar menyoroti beberapa kesulitan, yaitu kurangnya kompetensi guru dalam pembuatan materi pembelajaran digital; penerapannya dalam lingkungan lahan basah setempat; dan implementasi STEM-Deep Learning. Dalam upaya mengatasi tantangan tersebut, inisiatif pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru dalam kegiatan pelatihan pembuatan materi pembelajaran digital dengan menggunakan Google Sites yang dikombinasikan dengan implementasi STEM-Deep Learning. Pengabdian masyarakat selama tiga hari yang melibatkan 26 guru aktif yang direkomendasikan oleh program MGMP mencakup kegiatan seperti pelatihan/pembelajaran, praktik, dan presentasi desain pembelajaran digital dalam bentuk website. Program ini memberikan indikasi yang jelas bahwa guru berhasil mengadaptasi website pembelajaran dengan konten kimia kontekstual. Selain



itu, kompetensi guru dalam literasi digital, kreativitas, dan kepedulian guru juga meningkat. Para guru memberikan respons positif meskipun terdapat beberapa keterbatasan terkait kendala waktu dan literasi digital guru. Inisiatif ini telah berkontribusi langsung pada peningkatan kualitas pendidikan.

Kata Kunci: *STEM; Deep learning; Google sites; Pembelajaran digital; Pendidikan kimia.*

A. PENDAHULUAN

Keterpaduan antara *Deep Learning*, pendekatan berbasis STEM, dan teknologi digital telah menjadi fokus utama dalam model pendidikan modern, khususnya dalam pembelajaran kimia. Tren ini mencerminkan kesadaran terhadap dinamika perkembangan *Sustainable Development Goals (SDGs)* yang menekankan pentingnya pendidikan (Verawati and Prayogi, 2016), serta perubahan dalam ekonomi global dan pasar kerja, di mana keterampilan tradisional saja tidak lagi memadai untuk meraih kesuksesan (Hsu and Wu, 2023). Melalui penekanan pada inovasi, kreativitas, dan literasi digital, sistem pendidikan berupaya membekali peserta didik dengan kemampuan adaptasi dan pemecahan masalah yang dibutuhkan untuk berhasil di dunia yang semakin maju secara teknologi. Kemampuan tersebut memungkinkan peserta didik untuk meninjau permasalahan dari berbagai sudut pandang, mengembangkan solusi baru, serta memanfaatkan berbagai platform dan alat digital secara efektif (Almulla, 2020; Vodā *et al.*, 2022; Wang and Li, 2022). Meskipun perkembangan dalam pembelajaran ini memberikan manfaat yang besar, penerapannya di lapangan tidak terlepas dari berbagai kompleksitas dan tantangan implementasi.

Keterbatasan sumber daya dan pengembangan kapasitas guru yang belum memadai dapat menjadi faktor penghambat utama. Tantangan semacam ini berpotensi

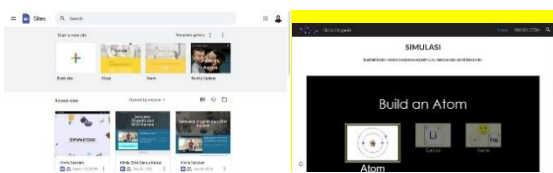
menimbulkan kesenjangan dalam kualitas dan hasil pendidikan antar kelompok sosial ekonomi (Chand, 2024; Rana, 2024). Oleh karena itu, diperlukan solusi yang bersifat holistic (menyeluruh) melalui peningkatan investasi dalam pengembangan kapasitas guru serta penyediaan infrastruktur yang memadai untuk mendukung teknologi pembelajaran. Contoh yang terjadi di Kabupaten Banjar dapat dikatakan sebagai gambaran nyata dari tantangan tersebut, yakni adanya kebutuhan akan intervensi yang terarah untuk mengatasi kesenjangan antara ambisi pendidikan dan realita di lapangan. Berdasarkan hasil diskusi dengan MGMP Kimia (Musyawarah Guru Mata Pelajaran) Kabupaten Banjar, teridentifikasi beberapa permasalahan penting, di antaranya keterbatasan kemampuan guru dalam mengembangkan bahan ajar digital, kesulitan dalam memanfaatkan potensi sumber daya lahan basah lokal sebagai media pembelajaran kontekstual, serta kurangnya pemahaman dalam penerapan metodologi *STEM-Deep Learning*. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan yang nyata antara harapan terhadap peningkatan kualitas pendidikan dan kenyataan praktis yang dihadapi para guru di lapangan.

Kesenjangan kompetensi tersebut menunjukkan adanya jarak yang nyata antara tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan literasi digital dengan kemampuan pedagogik digital guru di lapangan. Keterbatasan pengembangan



kapasitas guru dan minimnya pendampingan dalam pemanfaatan teknologi pembelajaran berpotensi menghambat upaya peningkatan kualitas pembelajaran kimia secara berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan intervensi yang terarah melalui program pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada peningkatan kompetensi guru secara praktis dan aplikatif.

Program ini mencakup kegiatan lokakarya berbasis pengalaman, pendampingan, serta proyek kolaboratif yang memungkinkan para guru menerapkan pengetahuan yang telah diperoleh. Dengan memanfaatkan Google Sites sebagai platform, para pendidik dapat menciptakan bahan ajar interaktif dan menarik yang mendorong keterlibatan peserta didik serta meningkatkan efektivitas proses pembelajaran. Inti dari program ini adalah pemanfaatan Google Sites sebagai platform multifungsi dalam pembuatan perangkat pembelajaran digital (Akpen *et al.*, 2024), karena platform ini menawarkan fleksibilitas dan kemudahan penggunaan bagi para guru dalam merancang ruang belajar interaktif seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Platform Google Sites untuk Pembuatan Laman Web Berbasis *STEM-Deep Learning*

Dengan berbagai fitur yang dimilikinya, guru dapat merancang halaman web interaktif yang memuat konten multimedia seperti video, gambar, dan dokumen terlampir. Desain multimedia ini mampu mengakomodasi berbagai gaya belajar peserta didik serta menjaga keterlibatan mereka selama proses pembelajaran. Google Sites juga mendorong

kolaborasi karena peserta didik dapat bekerja sama dalam tugas kelompok. Penggunaan Google Sites tidak hanya meningkatkan literasi digital, tetapi juga membuka peluang baru untuk penerapan metode pembelajaran yang inovatif (Nam, 2017; Akpen *et al.*, 2024; Huda, 2024). Dengan mengimplementasikan Google Sites, pendidik dapat membangun pusat sumber belajar (*central hub*) yang terstruktur dan mudah diakses, sehingga menciptakan ruang pembelajaran yang melampaui batas ruang kelas (Van Nuland, Hall and Langley, 2020; Kapici and Akcay, 2023; Ingram *et al.*, 2024).

Selain itu, Google Sites juga berperan penting sebagai pendorong utama penerapan pedagogi inovatif yang mendukung pendekatan *STEM* dan *Deep Learning*. Melalui platform ini, guru dapat mengembangkan bahan ajar berbasis proyek (*project-based learning*) yang menantang peserta didik untuk menerapkan pengetahuan lintas bidang studi serta membangun kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Dengan penerapan Google Sites secara optimal, pendidik dapat menciptakan ruang belajar interaktif dan menarik yang melampaui batas ruang kelas, sekaligus membekali peserta didik dengan kemampuan untuk berkembang di dunia yang semakin berorientasi pada teknologi (Kumbo, Mero and Hayuma, 2023; Dissanayake, Lewis and Swindells, 2024).

B. PELAKSANAAN DAN METODE

Proyek pengabdian berbasis pembelajaran layanan masyarakat (*service-learning*) ini menggunakan metode *Participatory Action Research* (PAR) (Morales, 2015) untuk mendukung guru dalam mengimplementasikan pembelajaran *STEM-Deep Learning* ke dalam kurikulum mereka melalui

pemanfaatan Google Sites. Kegiatan ini berjudul “*Perancangan Website Pembelajaran Kimia SMA Berbasis STEM–Deep Learning Menggunakan Google Sites*”, yang dilaksanakan melalui tiga tahapan utama, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap evaluasi.

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan diawali dengan kegiatan analisis kebutuhan melalui diskusi dan konsultasi bersama MGMP Kimia Kota Banjarmasin. Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kendala yang dihadapi guru dalam pembelajaran kimia, khususnya terkait pengembangan bahan ajar digital, pemanfaatan website pembelajaran, serta pemahaman terhadap pendekatan *STEM–Deep Learning*. Berdasarkan hasil analisis tersebut, tim pengabdian menyusun rancangan program pelatihan yang mencakup materi konseptual dan praktik, serta menyepakati alur kegiatan, jadwal, dan bentuk luaran bersama mitra MGMP.

2. Tahap Pelaksanaan

Tahap ini meliputi dua kegiatan utama, yaitu:

- Perancangan Pembelajaran *STEM Deep Learning* yang Terintegrasi dengan Etnosains

Tim Pengabdian Masyarakat melakukan analisis terhadap berbagai permasalahan pendidikan yang dihadapi sekolah. Hasil kajian menunjukkan bahwa kendala utama terletak pada metode pembelajaran dan media yang digunakan dalam proses pengajaran. Sebagai solusi, disusunlah program perbaikan dalam bentuk kegiatan pendidikan berbasis *STEM–Deep Learning* yang kemudian dirancang ke dalam bentuk media pembelajaran yang kontekstual dan aplikatif.

- Pembuatan Website Pembelajaran *STEM–Deep Learning* Fungsional Menggunakan Platform Google Sites
Setelah sesi konseptual, para guru diberikan pelatihan praktik secara langsung. Dalam kegiatan ini, mereka berpartisipasi dalam pembuatan website pembelajaran berbasis *STEM–Deep Learning* menggunakan platform Google Sites. Tujuan utama dari kegiatan ini adalah untuk mendukung pendidik dalam mengembangkan alat pembelajaran digital interaktif yang terintegrasi dengan model *STEM–Deep Learning*.

3. Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas pelaksanaan program serta peningkatan kompetensi guru setelah mengikuti kegiatan pengabdian. Evaluasi dilakukan menggunakan beberapa instrumen, yaitu angket respon peserta berbentuk skala Likert lima tingkat (sangat tidak setuju; tidak setuju; cukup/netral; setuju; sangat setuju) untuk mengukur persepsi guru terhadap kejelasan materi, relevansi pelatihan, kemudahan penggunaan Google Sites, serta manfaat kegiatan bagi pembelajaran kimia.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan pelatihan pengembangan website pembelajaran kimia berbasis *STEM–Deep Learning* memberikan dampak positif terhadap peningkatan kompetensi pedagogik dan literasi digital guru kimia di Kabupaten Banjarmasin. Dampak tersebut terutama terlihat pada kemampuan guru dalam merancang media pembelajaran berbasis website yang lebih interaktif serta mengintegrasikan prinsip *STEM–Deep Learning* ke dalam pembelajaran kimia secara kontekstual. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis

web atau *e-learning* dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep kimia yang abstrak serta meningkatkan partisipasi melalui simulasi, kuis, dan fitur interaktif lainnya (Purba *et al.*, 2022; Nnoli and Onwudinjo, 2023). Penerapan *STEM-Deep Learning* dalam integrasi website memungkinkan peserta didik untuk belajar secara multifaset, bermakna, dan fleksibel, sehingga memperkuat pemahaman mereka terhadap konsep yang dipelajari (Montgomery *et al.*, 2015; Roman *et al.*, 2022).



Gambar 2. Guru diberikan Pelatihan Membuat Website *STEM-Deep Learning*

Gambar 2 menunjukkan kegiatan pelatihan di mana para guru dilatih untuk membuat *Website STEM-Deep Learning*. Berdasarkan berbagai penelitian, penerapan *e-learning* atau website dalam pendidikan STEM terbukti dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan keterampilan pemecahan masalah siswa (Meng *et al.*, 2023; Mintii, 2023) Melalui pelatihan ini, para pendidik mempelajari cara membuat website pembelajaran menggunakan *Google Sites* serta mengintegrasikan perangkat digital dengan mudah.

Evaluasi hasil kegiatan dilakukan melalui angket respon peserta yang diberikan kepada seluruh guru peserta pelatihan ($n = 26$ guru) setelah kegiatan selesai. Instrumen

angket menggunakan skala Likert lima tingkat (1 = sangat tidak setuju hingga 5 = sangat setuju) dengan beberapa indikator. Indikator-indikator tersebut beserta skor hasil evaluasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Angket Evaluasi

Indikator	Skor
Kesesuaian materi pelatihan dengan kebutuhan guru	4,8
Pemahaman guru terhadap pembelajaran STEM	4,8
Pemahaman guru terhadap <i>Deep Learning</i>	4,7
Kejelasan dan sistematika penyajian materi	4,8
Kecukupan durasi pelatihan	4,2
Kejelasan penyampaian materi oleh narasumber	4,6
Kebermanfaatan <i>Google Sites</i> sebagai media pembelajaran	4,6
Ketersediaan dan kelayakan sarana pendukung pelatihan	4,6
Kemampuan guru membuat website pembelajaran dengan <i>Google Sites</i>	4,5
Kemampuan guru menerapkan STEM dalam pembelajaran	4,4
Kemudahan penerapan website dalam pembelajaran	4,6
Peningkatan kreativitas dan inovasi dalam pembelajaran	4,8

Berdasarkan Tabel 1, menunjukkan bahwa program pelatihan yang dilaksanakan memiliki tingkat keberterimaan dan kebermanfaatan yang sangat tinggi dari perspektif guru. Skor tinggi pada indikator kesesuaian materi dengan kebutuhan guru (4,8) dan pemahaman terhadap pembelajaran berbasis STEM (4,8) mengindikasikan bahwa konten pelatihan dirancang secara cermat agar selaras dengan kebutuhan profesional guru serta tuntutan pembelajaran abad ke-21 (Tercyak *et al.*, 2024). Temuan ini menegaskan bahwa pelatihan tidak hanya bersifat informatif, tetapi juga kontekstual serta aplikatif dalam praktik pembelajaran

kimia di sekolah (Morais, Junior and André, 2025).

Selanjutnya, pemahaman guru terhadap konsep *Deep Learning* memperoleh skor tinggi (4,7), yang menunjukkan bahwa pelatihan berhasil memperkenalkan kerangka konseptual pembelajaran mendalam tanpa menimbulkan beban kognitif yang berlebihan bagi peserta (Saputra, Crismono and Hudi, 2025). Kejelasan dan sistematika penyajian materi (4,8), serta kejelasan penyampaian oleh fasilitator (4,6), semakin memperkuat efektivitas proses pelatihan. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Singh et al (2024), guru mampu memahami keterkaitan antara STEM, *Deep Learning*, dan integrasi media digital dalam pembelajaran kimia.

Dari perspektif implementasi, skor pada indikator kebermanfaatan Google Sites sebagai media pembelajaran (4,6) dan kemudahan penerapannya dalam pembelajaran di kelas (4,6) menunjukkan bahwa platform tersebut dipersepsikan praktis dan mudah diintegrasikan ke dalam kegiatan belajar mengajar, sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Khodizah et al (2025), bahwa website pembelajaran yang dibuat dengan platform *Google Sites* menghasilkan media yang bukan hanya memudahkan siswa belajar tetapi juga memudahkan guru dalam mengajar.

Hal ini diperkuat oleh kemampuan guru dalam mengembangkan website pembelajaran (4,5), yang mengindikasikan bahwa pelatihan tidak hanya berhenti pada tataran pemahaman konseptual, tetapi juga menghasilkan keterampilan konkret yang dapat langsung diterapkan dalam praktik pembelajaran (Bartels, Rupe and Lederman, 2019). Lebih lanjut, kemampuan guru dalam menerapkan pembelajaran berbasis STEM (4,4), disertai peningkatan kreativitas dan inovasi dalam pembelajaran (4,8), menunjukkan bahwa pelatihan berkontribusi

terhadap penguatan kapasitas pedagogik guru. Temuan ini menegaskan bahwa penggunaan Google Sites tidak hanya berfungsi sebagai alat teknis, tetapi juga sebagai sarana untuk mendorong guru merancang pengalaman belajar yang lebih kreatif, inovatif, dan bermakna bagi peserta didik, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian yang dilakukan oleh (Nopriansyah et al., 2024). Meskipun hasil evaluasi secara keseluruhan menunjukkan kategori yang sangat positif, indikator durasi pelatihan memperoleh skor rata-rata terendah (4,2) dibandingkan indikator lainnya. Hasil ini dapat disebabkan oleh keterbatasan waktu yang dialokasikan untuk penyampaian konsep maupun praktik langsung.

Mengingat pelatihan ini mengintegrasikan prinsip STEM, konsep *Deep Learning*, serta pengembangan teknis website menggunakan Google Sites, peserta kemungkinan memerlukan waktu tambahan untuk menginternalisasi materi secara lebih mendalam serta menyempurnakan produk digital yang dikembangkan. Dengan demikian, skor yang relatif lebih rendah tersebut tidak menunjukkan ketidakpuasan, melainkan merefleksikan harapan peserta terhadap penambahan waktu praktik dan pendalaman materi. Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelatihan memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan pemahaman konseptual, keterampilan praktis, serta kesiapan guru dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis STEM-*Deep Learning* dengan dukungan media website.

D. PENUTUP

Simpulan

Penerapan pendekatan STEM-*Deep Learning* dan teknologi, khususnya melalui Google Sites, merupakan tonggak penting

dalam pembelajaran kimia. Model pendidikan ini sejalan dengan tuntutan baru Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), ekonomi global, serta pasar kerja yang terus berkembang, dengan menumbuhkan kreativitas, literasi digital, dan kemampuan pemecahan masalah pada peserta didik. Program pengabdian masyarakat di Kabupaten Banjar menunjukkan bahwa model ini mampu meningkatkan kompetensi guru dan menciptakan proses pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik. Namun demikian, penerapan pedagogi inovatif seperti ini tidaklah mudah, terutama di wilayah dengan sumber daya terbatas dan guru yang belum mendapatkan pelatihan memadai. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan profesional yang berkelanjutan serta dukungan infrastruktur teknologi untuk mengatasi tantangan tersebut. Keberhasilan program di Kabupaten Banjar yang tercermin dari tanggapan positif dan peningkatan kapasitas guru membuktikan bahwa inisiatif seperti ini layak dan berpotensi besar dalam mengatasi kesenjangan antara tujuan pendidikan dan realitas di lapangan.

Saran

Berdasarkan hasil evaluasi maka diperlukan penyempurnaan dan memperluas program-program serupa agar tetap adaptif terhadap konteks lokal dan perkembangan teknologi yang dinamis. Dengan demikian, sistem pendidikan dapat membekali peserta didik dengan keterampilan abad ke-21 yang esensial, seperti berpikir kritis, komunikasi efektif, dan kerja sama tim, yang menjadi kunci keberhasilan dalam dunia yang semakin terhubung dan digerakkan oleh teknologi.

Ucapan Terima Kasih

Kami ucapkan terima kasih kepada: (1) Rektor Universitas Lambung Mangkurat dan (2) Kepala LPPM Universitas Lambung, atas dukungan pendanaan yang diberikan melalui program hibah Pengabdian Kepada Masyarakat dalam skema Program Dosen Wajin Mengabdikan (PDWA) pada tahun 2025; dan (3) MGMP Kimia Kabupaten Banjar.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Akpen, C.N. *et al.* (2024) "Impact of online learning on student's performance and engagement: a systematic review," *Discover Education*, 3(1), p. 205.
- Almulla, M.A. (2020) "The Effectiveness of the Project-Based Learning (PBL) Approach as a Way to Engage Students in Learning," *Sage Open*, 10(3).
- Bartels, S.L., Rupe, K.M. and Lederman, J.S. (2019) "Shaping Preservice Teachers' Understandings of STEM: A Collaborative Math and Science Methods Approach," *Journal of Science Teacher Education*, 30(6), pp. 666–680.
- Chand, S.P. (2024) "Bridging the Gaps in Quality Education," *The Educational Review, USA*, 8(2), pp. 202–210.
- Dissanayeke, S.R., Lewis, R. and Swindells, S. (2024) "Designing an innovative digital group work assignment to foster employability: an adaptable hybrid approach for the COVID-19 pandemic and beyond," *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 39(2), pp. 132–149.
- Hsu, C.-Y. and Wu, T.-T. (2023) "Applications of Business Simulation Games in Flipped Classrooms to Facilitate Student Engagement and Higher-Order Thinking



- Skills for Sustainable Learning Practices.”
- Huda, M. (2024) “Between accessibility and adaptability of digital platform: investigating learners’ perspectives on digital learning infrastructure,” *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, 14(1), pp. 1–21.
- Ingram, E. et al. (2024) “Improving Elementary Pre-Service Teachers’ Science Teaching Self-Efficacy through Garden-Based Technology Integration,” *Education Sciences*, 14(1), p. 65.
- Kapici, H.O. and Akcay, H. (2023) “Improving student teachers’ TPACK self-efficacy through lesson planning practice in the virtual platform,” *Educational Studies*, 49(1), pp. 76–98.
- Khodziah, A.T. et al. (2025) “Development of an Interactive STEM-SSI Website on Organic Chemistry to Enhance Critical Thinking Skills and Scientific Literacy,” *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 9(4), pp. 1375–1388.
- Kumbo, L., Mero, R.F. and Hayuma, B.J. (2023) “Navigating The Digital Frontier: Innovative Pedagogies for Effective Technology Integration in Education,” *The Journal of Informatics*, 3(1), pp. 14–33.
- Meng, N. et al. (2023) “Tackle implementation challenges in project-based learning: a survey study of PBL e-learning platforms,” *Educational technology research and development*, 71(3), pp. 1179–1207.
- Mintii, M.M. (2023) “Exploring the landscape of STEM education and personnel training: a comprehensive systematic review,” *Educational Dimension*, 9, pp. 149–172.
- Montgomery, A.P. et al. (2015) “Blending for student engagement: Lessons learned for MOOCs and beyond,” *Australasian Journal of Educational Technology*, 31(6).
- Morais, C., Junior, G.G. and André, C. (2025) “Exploring a Contextualized STEM Integration in Chemistry Education Laboratory: Insights from Pre-Service Teacher Training,” *European Journal of STEM Education*, 10(1), p. 18.
- Morales, M.P.E. (2015) “Participatory Action Research (PAR) cum Action Research (AR) in Teacher Professional Development: A Literature Review,” *International Journal of Research in Education and Science*, 2(1), p. 156.
- Nam, C.W. (2017) “The effects of digital storytelling on student achievement, social presence, and attitude in online collaborative learning environments,” *Interactive Learning Environments*, 25(3), pp. 412–427.
- Nnoli, J.N. and Onwudinjo, F.U. (2023) “The effect of e-learning-assisted instruction on students’ achievement in chemistry,” *Forum for Education Studies*, 1(1), p. 308.
- Nopriansyah, B. et al. (2024) “Google Sites: Maharatul Istim Learning Innovation in Madrasah Tsanawiyah Class 7,” *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(3), pp. 1878–1887.
- Van Nuland, S.E., Hall, E. and Langley, N.R. (2020) “STEM crisis teaching: Curriculum design with e-learning tools,” *FASEB BioAdvances*, 2(11), pp. 631–637.



- Purba, J. *et al.* (2022) “E-Learning General Chemistry (Organic) Computer-Based Test,” *International Journal of Computer Applications Technology and Research*, pp. 383–387.
- Rana, D.K. (2024) “Quality Education for Underrepresented Groups: Bridging the Gap,” *International Journal of English Literature and Social Sciences*, 9(1), pp. 212–219.
- Roman, T.A. *et al.* (2022) “Addressing student engagement during Covid-19: Secondary STEM teachers attend to the affective dimension of learner needs,” *Journal of Research on Technology in Education*, 54(sup1).
- Saputra, M.A.A., Crismono, P.C. and Hudi, S. (2025) “Personalizing Learning Using Deep Learning: Innovation in Digital Education,” *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(1), pp. 83–94.
- Singh, M., Sun, D. and Zheng, Z. (2024) “Enhancing university students’ learning performance in a metaverse-enabled immersive learning environment for STEM education: A community of inquiry approach,” *Future in Educational Research*, 2(3), pp. 288–309.
- Tercyak, K.P. *et al.* (2024) “Leveraging Maker Learning in STEM to Promote Children’s Interest in Cancer Research: A Pilot Program,” *Journal of Cancer Education*, 39(6), pp. 629–637.
- Verawati, N.N.S.P. and Prayogi, S. (2016) “Reviu Literatur tentang Keterampilan Proses Sains,” *Prosiding Seminar Nasional Pusat Kajian Pendidikan Sains dan Matematika*, (May), pp. 334–336.
- Vodã, A.I. *et al.* (2022) “Exploring Digital Literacy Skills in Social Sciences and Humanities Students,” *Sustainability*, 14(5), p. 2483.
- Wang, B. and Li, P. (2022) “Digital creativity in STEM education: the impact of digital tools and pedagogical learning models on the students’ creative thinking skills development,” *Interactive Learning Environments*, pp. 1–14.