



The Integration of Renewable Energy Issues into Energy Transformation Learning to Enhance Environmental Literacy: A Literature Review

Elia Putri^{1*}, Hanna Aulia Siregar¹, Dahlia Harahap¹, Halimah Berliani¹, M. Za'far Tholib¹, R.R Misha Emyra¹, Riska Pradila¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah, Indonesia
Jl. Garu II A No. 93, Kecamatan Medan Amplas, Kota Medan Sumatera Utara

*e-mail: eliaputri@umnaw.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.52434/jpif.v6i1.43987>

ABSTRACT

Global environmental crises, including global warming and climate change, demand a radical reorientation in science education to foster ecological awareness. This study aims to examine the integration of renewable energy issues within the "Forms and Changes of Energy" topic as a pedagogical strategy to improve students' environmental literacy and cognitive competence. Employing a systematic literature review method, this study analyzes various empirical findings related to the implementation of active learning models and digital technology media. The synthesis demonstrates that integrating renewable energy issues through active learning models, specifically Project-Based Learning (PjBL) integrated with STEM/STEAM, Socio-Scientific Issues (SSI), and the SETS approach, significantly enhances students' green behavior and ecological consciousness. Furthermore, interactive digital instruments, such as PhET simulations and Google Sites, effectively visualize abstract concepts, increase average cognitive scores (from 55.3 to 78.7), and stimulate Higher-Order Thinking Skills (HOTS). Additionally, combining PjBL with differentiated learning yields a high increase in climate change awareness, evidenced by an N-gain score of 0.70. This study concludes that a contextual and prudent transformation of physics education can effectively convert theoretical comprehension into concrete sustainable actions.

Keywords: Renewable Energy, Energy Change Learning, Environmental Literacy, Project-Based Learning (PjBL), Physics Education.

Integrasi Isu Energi Terbarukan dalam Pembelajaran Perubahan Energi untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan: Tinjauan Literatur

ABSTRAK

Krisis lingkungan global seperti pemanasan global dan perubahan iklim menuntut reorientasi radikal dalam pendidikan sains untuk membangun kepedulian ekologis. Penelitian ini bertujuan untuk menelaah integrasi isu energi terbarukan dalam materi "Bentuk dan Perubahan Energi" sebagai strategi pedagogi guna meningkatkan literasi lingkungan dan kompetensi kognitif siswa.

Metode yang digunakan adalah tinjauan literatur sistematis (systematic literature review) dengan menganalisis berbagai temuan empiris terkait implementasi model pembelajaran aktif dan media teknologi digital. Hasil sintesis menunjukkan bahwa integrasi isu energi terbarukan melalui model pembelajaran aktif, khususnya Project-Based Learning (PjBL) berbasis STEM/STEAM, Socio-Scientific Issues (SSI), serta pendekatan SETS, terbukti secara signifikan meningkatkan green behavior dan kesadaran ekologis siswa. Penggunaan instrumen digital interaktif seperti simulasi PhET dan Google Sites juga efektif memvisualisasikan konsep abstrak, meningkatkan nilai rata-rata kognitif (dari 55,3 menjadi 78,7), serta menstimulus keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills/HOTS). Selain itu, kombinasi PjBL dengan pembelajaran berdiferensiasi menghasilkan peningkatan kesadaran perubahan iklim yang tinggi dengan skor N-gain sebesar 0,70. Penelitian ini menyimpulkan bahwa transformasi pendidikan fisika yang kontekstual mampu mengubah pemahaman teoretis menjadi tindakan nyata yang mendukung keberlanjutan global (SDGs).

Kata kunci: Energi Terbarukan, Pembelajaran Perubahan Energi, Literasi Lingkungan, Project-Based Learning (PjBL), Pendidikan Fisika.

PENDAHULUAN

Krisis lingkungan global seperti pemanasan global, kerusakan ekosistem, dan perubahan iklim saat ini menuntut adanya reorientasi radikal dalam dunia pendidikan sains, khususnya fisika (Afifah & Malik, 2025; Mawarni, 2024). Di tingkat nasional, Pemerintah Indonesia telah menunjukkan komitmen kuat melalui Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) untuk mencapai target bauran energi baru terbarukan (EBT) sebesar 23% (Muhayatul & Umar, 2025). Kendati demikian, akselerasi transisi ini masih terhambat oleh rendahnya literasi energi dan kesadaran hijau (*green behavior*) di kalangan masyarakat dan peserta didik (Muhayatul & Umar, 2025; Abadi et al., 2025). Pendidikan sains memiliki tanggung jawab strategis untuk tidak sekadar mengajarkan konsep teoretis yang monoton, melainkan merevitalisasi kurikulumnya agar berorientasi penuh pada nilai-nilai keberlanjutan global atau Sustainable Development Goals (SDGs) (Gultom, 2026; Simangunsong et al., 2025).

Kondisi di lapangan menunjukkan adanya kesenjangan yang besar antara apa yang idealnya diajarkan di kelas dengan realitas perilaku lingkungan di masyarakat. Dalam konteks pembelajaran fisika, tantangan utama yang sering di hadapi adalah penyampaian materi yang cenderung teoritis dan lepas dari konteks lingkungan siswa. Sebagai contoh, materi “Bentuk dan Perubahan Energi” sering di anggap abstrak oleh siswa sehingga memicu rendahnya penguasaan konsep di sekolah (Alivia et al., 2023). Ketika fenomena krisis energi dan solusi teknologi hijau di abaikan begitu saja di ruang kelas, pembelajaran fisika akan kehilangan maknanya dan hanya menjadi tumpukan rumus hafalan yang menjemukan bagi peserta didik. Oleh karena itu, integrasi isu energi terbarukan ke dalam materi fundamental fisika menjadi sangat krusial untuk menjembatani pengetahuan konseptual dengan realitas ekologis.

Melalui penulisan artikel ini, dikaji sebuah solusi pedagogis untuk mentransformasikan pembelajaran fisika menjadi lebih bumi. Melalui integrasi isu kontekstual krisis energi dan solusi teknologi hijau, pembelajaran fisika dapat dialihfungsikan menjadi instrumen untuk menstimulus keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills/HOTS) sekaligus membangun literasi lingkungan siswa menuju masa depan yang berkelanjutan (Afifah & Malik, 2025; Afandi & Wibawa, 2022). Pendekatan ini tidak sekadar mentransfer teori akademis,

melainkan memantik kepekaan ekologis dan membekali generasi muda dengan literasi lingkungan yang kuat agar mereka mampu mengambil peran nyata dalam menjaga kelestarian bumi.

Untuk mencapai tujuan tersebut, artikel ini disusun menggunakan metode tinjauan literatur sistematis (*Systematic literature review*) dengan mengumpulkan, menganalisis, dan mensintesis berbagai temuan empiris dari penelitian terdahulu. Evaluasi difokuskan pada efektivitas penerapan berbagai strategi pedagogi aktif, seperti Project-Based Learning (PjBL) yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM/STEAM, pembelajaran berbasis isu sosio-saintifik (Socio-Scientific Issues/SSI), serta kerangka SETS (Science, Environment, Technology, Society). Selain itu, dikaji pula peran teknologi digital mutakhir seperti platform simulasi interaktif *PhET*, *Google Sites*, dan perangkat *Internet of Things* (IoT) sebagai akselerator visualisasi konsep energi ramah lingkungan, dengan tetap memitigasi risiko *screen time* demi menjaga kondisi kognitif peserta didik secara optimal (Ramadhani et al., 2026; Mursalin et al., 2016; Irvani, 2022).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur sistematis (*Systematic literature review*) untuk menghimpun, mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis temuan-temuan empiris dari berbagai studi terdahulu. Pendekatan ini dipilih untuk memetakan secara komprehensif efektivitas integrasi isu energi terbarukan ke dalam materi bentuk dan perubahan energi dalam meningkatkan kompetensi kognitif serta literasi lingkungan siswa.

Prosedur pelaksanaan penulisan artikel ini dibagi ke dalam empat tahapan utama yang dapat dirumuskan secara sistematis sebagai berikut:

1. Formulasi Masalah dan Penentuan Kata Kunci

Permasalahan dalam studi ini difokuskan pada pemanfaatan strategi pedagogi aktif dan media digital yang mampu menjembatani konsep fisika abstrak menjadi bermakna, sekaligus memperkuat *green behavior* peserta didik. Pencarian dokumen literatur dilakukan menggunakan kata kunci (*keywords*) berbasis operator *Boolean* (AND, OR), yaitu: ("Energi Terbarukan" OR "*Renewable Energy*") AND ("Pembelajaran Fisika" OR "Sains") AND ("Literasi Lingkungan" OR "*Green Behavior*") AND ("Project-Based Learning" OR "*PhET*").

2. Pengumpulan Data Literasi (Metode Pencarian)

Penelusuran artikel ilmiah dilakukan secara digital melalui database bereputasi seperti *Google Scholar*, *ResearchGate*, dan repositori jurnal nasional terakreditasi (SINTA). Fokus pencarian diarahkan pada artikel yang dipublikasikan dalam rentang waktu 5 tahun terakhir (2022–2026), sesuai dengan rekomendasi pemutakhiran referensi ilmiah.

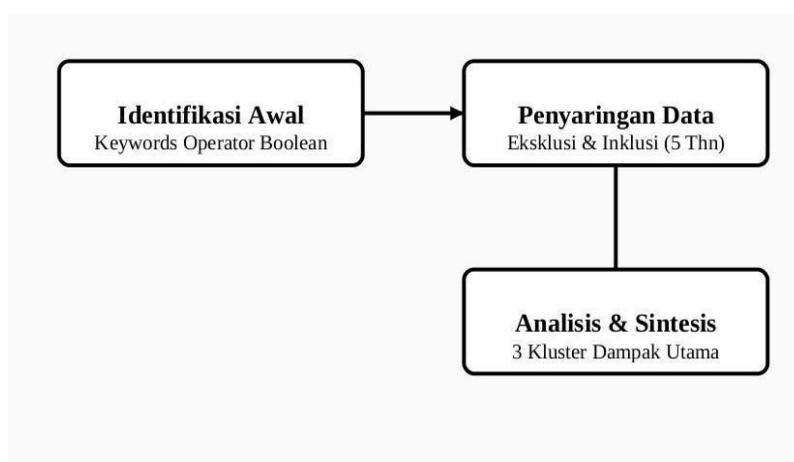
3. Kriteria Inklusi dan Eksklusi (Penyaringan Dokumen)

Untuk menjaga relevansi dan kualitas sintesis data, ditetapkan kriteria seleksi naskah sebagai berikut.

- Kriteria Inklusi: (a) Artikel dari jurnal ilmiah atau prosiding konferensi yang berfokus pada materi Bentuk dan Perubahan Energi di tingkat sekolah menengah; (b) Penelitian yang menerapkan model PjBL, STEM/STEAM, SSI, atau SETS; (c) Penelitian yang mengukur dampak terhadap kemampuan kognitif, HOTS, atau literasi lingkungan; (d) Studi yang mengintegrasikan media digital seperti simulasi *PhET*, *Google Sites*, atau IoT.
- Kriteria Eksklusi: (a) Artikel yang tidak mengaitkan konsep fisika dengan isu lingkungan/energi hijau; (b) Makalah yang tidak menyertakan data hasil intervensi atau parameter empiris (seperti nilai rata-rata kognitif atau skor *N-gain*).

4. Analisis, Sintesis, dan Evaluasi Data

Data dari literatur yang lolos tahapan seleksi kemudian dianalisis menggunakan teknik analisis isi (*content analysis*). Peneliti mengekstraksi komponen penting seperti nama penulis, tahun publikasi, model pembelajaran, instrumen teknologi, metrik kuantitatif (pergeseran nilai rata-rata kognitif siswa dan perolehan skor *N-gain*). Hasil ekstraksi tersebut disintesis ke dalam tiga kluster dampak utama: (1) peningkatan kompetensi kognitif dan HOTS, (2) penguatan literasi lingkungan, serta (3) efektivitas model pembelajaran berdiferensiasi. Seluruh rujukan dikelola dan disortir secara urut alfabetis menggunakan perangkat manajemen referensi standar untuk menjamin kesahihan sitasi akademik.



Gambar 1. Alur Tahapan Kajian Literatur Sistematis

Sebagaimana dipaparkan pada Gambar 1, alur kerja kajian dimulai dari pelacakan pangkalan data digital ilmiah (Google Scholar, ResearchGate, SINTA) menggunakan kata kunci yang terstruktur. Dokumen yang terjaring kemudian dievaluasi menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi ketat untuk menyaring artikel yang tidak relevan dengan konsep fisika dasar dan kelestarian ekologis. Hasil penyaringan akhir diekstraksi ke dalam kluster dampak teoretis untuk disusun menjadi kesimpulan riset yang utuh.

Berdasarkan hasil pemetaan metode studi dan ekstraksi data dari berbagai literatur terdahulu, artikel ini menyusun matriks sintesis komparatif yang disesuaikan dengan fokus intervensi pedagogi. Rancangan ringkasan literatur teoretis dan empiris tersebut dapat dicermati pada Tabel 1.

Tabel 1. *Matriks Sintesis Pengaruh Model Pembelajaran dan Media Digital*

<i>Model/Media</i>	<i>Fokus Materi</i>	<i>Dampak Empiris Kuantitatif dan Kualitatif</i>	<i>Referensi</i>
PjBL + STEAM/LoT	Sistem Microgrid	Meningkatkan green behavior dan keterampilan teknologi.	Nayla dkk,(2024)
Smart Energy Class	Studi Kasus EBT	Nilai kognitif naik signifikan dari 55,3 menjadi 78,7.	Aprili dkk,(2025)
Simulasi PhET/Sites	Perubahan Energi	Visualisasi konsep abstrak tanpa limbah lab berbahaya.	Ramadhani dkk,(2025)
PjBL Berdiferensiasi	Perubahan Iklim	Skor <i>N-Gain</i> sebesar 0,70 (Kategori Efektivitas Tinggi).	Dira (2024)

Penjelasan dari matriks pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perpaduan antara model pembelajaran aktif fisik dan bantuan visualisasi komputer mampu memaksimalkan capaian kognitif maupun afektif siswa secara simultan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis konten (*content analysis*) dan sintesis teoretis terhadap literatur-literatur ilmiah yang relevan dalam kurun waktu lima tahun terakhir, hasil intervensi integrasi isu energi terbarukan dalam pembelajaran sains dipetakan secara terstruktur ke dalam tiga fokus dampak utama. Ketiga pilar capaian tersebut meliputi peningkatan kompetensi kognitif dan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills/HOTS*), penguatan literasi lingkungan beserta perilaku hijau (*green behavior*), serta optimalisasi strategi melalui model *Project-Based Learning* (PjBL) berdiferensiasi.

3.1. Peningkatan Kompetensi Kognitif dan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS)

Materi "Bentuk dan Perubahan Energi" secara konvensional sering kali dipandang abstrak dan monoton oleh peserta didik, yang berdampak pada rendahnya tingkat penguasaan konsep fisika dasar di sekolah (Alivia et al., 2023). Integrasi isu kontemporer berupa krisis energi global dan eksplorasi teknologi hijau ke dalam ruang kelas terbukti efektif menggeser paradigma belajar tersebut. Ketika siswa dihadapkan pada studi kasus nyata, aktivitas mental mereka terstimulus untuk melakukan analisis, evaluasi, hingga menciptakan solusi inovatif, yang merupakan indikator utama dari keterampilan HOTS (Afifah & Malik, 2025).

Pemanfaatan media digital mutakhir bertindak sebagai akselerator utama dalam mentransformasikan konsep teoretis yang kaku menjadi visualisasi yang interaktif. Implementasi platform digital berbasis simulasi *PhET* pada materi perubahan energi terbukti secara signifikan meningkatkan partisipasi aktif peserta didik (Ramadhani et al., 2026). Keunggulan simulasi visual ini tidak hanya terletak pada kemampuannya mengilustrasikan konversi energi secara *real-time*,

tetapi juga menawarkan alternatif eksperimen yang aman, efisien, dan ramah lingkungan tanpa memicu timbulan limbah laboratorium fisik yang berbahaya (Almira et al., 2023; Irvani et al., 2024). Selain simulasi *PhET*, pengembangan perangkat ajar berbasis website seperti Google Sites terbukti sangat layak dan efektif dalam memfasilitasi kemandirian belajar siswa untuk mencapai kriteria ketuntasan minimal (Pelani et al., 2025).

Dampak positif penggunaan instrumen digital ini didukung kuat oleh data empiris kuantitatif dalam literatur. Melalui program "*Smart Energy Class*" yang menerapkan studi kasus kontekstual dibarengi presentasi ilmiah, terjadi lonjakan performa akademik yang sangat signifikan. Nilai rata-rata kognitif siswa tercatat mengalami kenaikan masif, yaitu dari nilai dasar sebesar 55,3 melonjak hingga mencapai 78,7 (Aprilli et al., 2025). Peningkatan ini membuktikan bahwa *e-modul* inovatif berbasis pendekatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan kerangka SETS (*Science, Environment, Technology, Society*) mampu mengonstruksi pemahaman sains secara lebih kokoh dibandingkan metode hafalan konvensional (Dania, 2022).

3.2. Penguatan Literasi Lingkungan dan Kepedulian Ekologis (*Green Behavior*)

Esensi sejati dari reformasi kurikulum sains tidak boleh terbatas pada pencapaian angka kuantitatif di atas kertas, melainkan harus menyentuh ranah afektif berupa tumbuhnya kesadaran moral terhadap lingkungan sekitar. Tinjauan literatur membuktikan bahwa pembawaan isu-isu riil, seperti akumulasi emisi karbon, pemanasan global, hingga efisiensi energi, ke dalam materi kelas mampu merangsang rasa tanggung jawab sosial siswa secara mendalam (Afandi & Wibawa, 2022); Hermadiana et al., 2025).

Melalui model pembelajaran aktif, siswa tidak lagi diposisikan sebagai penerima informasi yang pasif, melainkan sebagai agen perubahan (*agent of change*) yang peka terhadap keseimbangan alam. Aktivitas ilmiah berbasis proyek nyata seperti rancang bangun miniatur teknik konservasi air, pemodelan biogas sederhana, hingga analisis sistem *microgrid* panel surya memberikan kontribusi nyata dalam memperkuat perilaku hijau (*green behavior*) (Pembelajaran et al., 2024). Kontekstualisasi ini melatih siswa untuk mengaitkan hukum kekekalan energi dengan aksi nyata penyelamatan bumi, sejalan dengan agenda tujuan pembangunan berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) (Henukh et al., 2026). Keberhasilan pembentukan karakter peduli energi ini juga diperkuat oleh efektivitas demonstrasi alat peraga portabel energi surya yang terbukti mampu meningkatkan kesadaran energi bersih di kalangan peserta didik secara masif (Abadi et al., 2025).

3.3. Efektivitas Model PjBL Berdiferensiasi dalam Menjawab Tantangan Kelas

Ketika model *Project-Based Learning* (PjBL) dikombinasikan dengan prinsip pembelajaran berdiferensiasi yang memfasilitasi keberagaman gaya belajar siswa (visual, auditori, dan kinestetik), efektivitas pembelajaran mencapai titik optimal. Diferensiasi pada produk proyek akhir memberikan ruang bagi siswa untuk mengekspresikan pemahaman mereka mengenai mitigasi perubahan iklim sesuai dengan potensi masing-masing. Berdasarkan data empiris dari literatur, kelas yang menerapkan model PjBL berdiferensiasi berhasil memperoleh nilai rata-rata *N-Gain* sebesar 0,70 yang masuk dalam kategori efektivitas tinggi (Sulastri et al., 2024). Capaian ini secara statistik terbukti jauh melampaui performa kelas kontrol yang hanya menggunakan model penemuan konvensional standar.

3.4. Analisis Manajemen Instruksional Terhadap Dampak *Mobile Learning*

Meskipun adopsi teknologi informasi dan *mobile learning* terstruktur terbukti ampuh mendorong siswa dalam mengonstruksi pengetahuan secara mandiri, ditemukan adanya tantangan krusial yang bersifat dilematis. Penggunaan gawai pintar atau perangkat digital yang tidak terkontrol dalam proses pembelajaran dapat menjadi pisau bermata dua.

Paparan gawai dengan durasi yang berlebihan di dalam maupun di luar kelas secara klinis terbukti berkorelasi langsung dengan timbulnya kelelahan kognitif (*cognitive fatigue*) serta penurunan konsentrasi belajar siswa secara drastis (Ramadhani et al., 2026). Oleh karena itu, keseimbangan instruksional menjadi kunci utama yang wajib dikelola oleh pendidik. Pemanfaatan simulasi digital yang interaktif harus diimbangi dengan manajemen waktu layar (*screen time*) yang bijak dan ketat. Strategi mitigasi ini penting agar misi penguatan literasi lingkungan dapat diwujudkan secara optimal tanpa mengorbankan kondisi kesehatan psikofisik peserta didik di era transformasi digital ini.

KESIMPULAN

Tinjauan literatur ini menegaskan bahwa integrasi isu energi terbarukan ke dalam materi "Bentuk dan Perubahan Energi" merupakan strategi pedagogi yang sangat efektif dan strategis untuk menjawab tantangan krisis lingkungan global. Melalui revitalisasi kurikulum yang berorientasi pada SDGs dan pemanfaatan media digital interaktif seperti simulasi *PhET*, *Google Sites*, dan *E-Modul* berbasis SETS, materi fisika yang abstrak dapat disajikan secara kontekstual, bermakna, dan aman. Penerapan model pembelajaran aktif seperti *Project-Based Learning* (PjBL), terutama yang diintegrasikan dengan pendekatan STEAM, teknologi IoT, dan pembelajaran berdiferensiasi, terbukti secara empiris tidak hanya meningkatkan penguasaan konsep kognitif dan keterampilan berpikir kritis siswa, tetapi juga berhasil mendongkrak kesadaran ekologis, *green behavior*, serta literasi lingkungan mereka.

Keberhasilan transformasi ini pada akhirnya tidak boleh hanya diukur dari angka-angka ketuntasan nilai kognitif di atas kertas saja. Esensi sejati dari pendidikan fisika yang membekali adalah bagaimana pengetahuan teoretis tentang konversi energi mampu bermutasi menjadi kesadaran moral yang menggerakkan tindakan nyata siswa sehari-hari. Ketika siswa memahami bahwa rumus energi yang mereka pelajari berkorelasi langsung dengan masa depan bumi, di sanalah motivasi belajar yang autentik akan lahir. Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan implementasi ini, disarankan bagi pendidik untuk memanfaatkan isu lingkungan lokal sebagai studi kasus otentik di awal pembelajaran. Di samping itu, integrasi teknologi digital dan *mobile learning* di kelas harus diimbangi dengan manajemen instruksional yang bijak demi memitigasi waktu layar (*screen time*) siswa guna menghindari kelelahan kognitif (*cognitive fatigue*). Pada akhirnya, kolaborasi terpadu antara sekolah, akademisi, dan inovasi teknologi hijau menjadi kunci utama dalam melahirkan generasi muda yang tidak hanya cerdas secara akademis, tetapi juga memiliki empati dan tanggung jawab penuh terhadap keberlanjutan bumi.

REFERENSI

Abadi, A., Savira, R., Putri, Y. K., & Meka, S. Y. (2025). *Sosialisasi Energi Hijau untuk Masa Depan : Mengenal Energi Terbarukan Sejak Dini di SMA Negeri 16 Padang*. 01, 48–52.

- Afandi, J. M., & Wibawa, A. P. (2022). *Implementasi Energi Terbarukan dan Urgensinya Dalam Lingkungan Hidup Society 5.0*. 2(1), 44–49. <https://doi.org/10.17977/um068v2i12022p44-49>
- Afifah, G., & Malik, A. (2025, August). Peran Pembelajaran Fisika dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kepedulian Lingkungan: Tinjauan Literatur. In *Proceeding Seminar Nasional IPA* (pp. 381-393).
- Alivia, H., Wahyudianti, R., Imaniyah, K., & Budi, S. H. (2023). *Analisis Penguasaan Konsep Fisika Materi dan Perubahannya Melalui Penyelesaian Soal Isomorfik pada Siswa Kelas VII MTS Zainul Bahar*. 2(3), 354–358. <https://doi.org/10.54259/diajar.v2i3.1695>
- Almira, H. T., Rini, E. F. S., & Arrahman, D. R. (2023, November). Literature Review: Analisis Penggunaan Virtual Lab Untuk Meningkatkan Kemampuan Siswa dalam Kegiatan Pembelajaran. In *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)* (pp. 317-325).
- Aprili, A., Faruq, A., Prihanto, S., & Al-Fath, Y. (2025). “SMART ENERGY CLASS”: EKSPLORASI TEORI DAN RISET ENERGI BERSAMA SISWA SMA IT DAARUL ILMU BANDAR LAMPUNG. *Multidisiplin Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(03), 198-203.
- Dania, E. P. (2022). *Pengembangan E-Modul Biologi Berbasis Socio-Scientific Issues (Ssi) Untuk Meningkatkan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X Sman 16 Bandar Lampung* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Gultom, E. (2026). KAJIAN LITERATUR INTEGRASI KONSEP GREEN CHEMISTRY DALAM PEMBELAJARAN KIMIA. *KATALIS: Jurnal Penelitian Kimia dan Pendidikan Kimia*, 9(1), 9-14.
- Henukh, A., Irvani, A. I., Muhajir, S. N., Pongkendek, J. J., Amrullah, A., & Parlindungan, J. Y. (2026). *Education for Sustainable Development: Perspektif Pendidikan Sains*. Sigufi Artha Nusantara.
- Hermadiana, R., Hakim, L. El, & Risanto, R. H. (2025). *Pemanfaatan Internet of Things (IoT) untuk Energi Terbarukan dan Pembelajaran Berkelanjutan*. 5, 306–312.
- Irvani, A. I. (2022). Merancang Media Pembelajaran Berdasarkan Bagaimana Siswa Belajar. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 5(1), 1-9.
- Irvani, A. I., Sriyati, S., Nahadi, N., Sinaga, P., & Henukh, A. (2024). Evaluasi Program Perkuliahan Fisika Kuantum dengan Virtual Lab Menggunakan Model CIPP. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 14(2), 511-520.
- Mawarni, M. F. (2024). *Penerapan Model Pembelajaran Literasi Lingkungan dalam Meningkatkan Pengetahuan dan Kesadaran Lingkungan*. 7(1), 68–73.
- Mursalin, W., Bardi, S., & Abdi, A. W. (2016). Pengaruh penggunaan model pembelajaran children learning in science terhadap hasil belajar IPS terpadu di SMP Negeri 1 Meureudu Kabupaten Pidie Jaya tahun ajaran 2015/2016 (Doctoral dissertation, Syiah Kuala University).
- Muhayatul, M., & Umar, G. (2025). *Transformasi Energi Terbarukan dalam Kerangka Pembangunan Berkelanjutan: Studi Evaluatif Atas Kebijakan dan Implementasi di*

Indonesia Pendahuluan. 3(1), 13–30.

- Pelani, R. R. P., Irvani, A. I., & Warliani, R. (2025). The Effect of Problem-Solving-Based Physics Liveworksheets on Improving High School Students' Critical Thinking Skills. *Journal of Educational Innovation and Technology*, 1(2), 65-78.
- Ramadhani, A., Syah, D., Nasution, N., Az-zahra, H., Ramadhani, S., Suyanti, R. D., & Pardosi, S. M. (2026). *Studi Literatur : Efektivitas Platfrom Digital Interaktif berbasis PhET dalam materi Bentuk dan Perubahan Energi Literature Study : The Effectiveness of the PhET-Based Interactive Digital Platform on the Energy Forms and Changes Topic*. 10855–10864.
- Simangunsong, Anita Debora Br, and Ayi Darmana. "Revitalisasi Pembelajaran Kimia dalam Meningkatkan Kontribusi Menuju Green Chemistry." *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer* 5, no. 02 (2025): 423-429.
- Sulastri, H. P., Irvani, A. I., & Warliani, R. (2024). Pengembangan Modul Digital Fisika Berbasis Project Based Learning (PjBL) Dalam Meningkatkan Minat Belajar Peserta Didik. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 97-111.