

Analisis Kebutuhan Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM-Etnosains pada Materi Pemanasan Global di SMA

Diana Apriatin^{1*}, Puardmi Damayanti², Hendra Putra Sastranegara³

^{1,2} Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

³ SMA Negeri 11 Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

*Email: apriatiniana@gmail.com

Abstrak

Secara ideal, pembelajaran fisika di tingkat SMA didukung oleh bahan ajar yang kontekstual, menarik, serta mampu menunjang pembelajaran mandiri peserta didik. Namun, pada kenyataannya, bahan ajar yang digunakan di sekolah belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan tersebut, khususnya pada materi pemanasan global yang bersifat kontekstual. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan peserta didik terhadap pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM-etnosains pada materi pemanasan global di tingkat SMA. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Subjek penelitian terdiri atas 80 peserta didik SMA Negeri 11 Samarinda. Pengumpulan data dilakukan menggunakan angket analisis kebutuhan berbentuk skala Guttman yang terdiri atas delapan butir pertanyaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa 90% peserta didik telah memiliki buku pegangan fisika, tetapi 90% masih membutuhkan sumber belajar tambahan. Selain itu, 95% peserta didik membutuhkan bahan ajar mandiri dan 85% tertarik terhadap bahan ajar berbasis STEM-etnosains. Namun, 40% peserta didik masih mengalami kesulitan memahami materi pemanasan global. Temuan ini menunjukkan bahwa pengembangan bahan ajar tersebut sangat diperlukan.

Kata kunci: analisis kebutuhan, etnosains, pembelajaran fisika, pemanasan global, STEM

Abstract

Ideally, physics learning at the senior high school level is supported by contextual and engaging teaching materials that can facilitate students' independent learning. However, in reality, the teaching materials used in schools have not fully met these needs, especially in global warming material which is contextual in nature. This study aimed to analyze students' needs for the development of STEM-ethnoscience-based physics teaching materials on global warming material at the senior high school level. This study used a descriptive method with a quantitative approach. The subjects consisted of 80 students of SMA Negeri 11 Samarinda. Data were collected using a Guttman scale needs analysis questionnaire consisting of eight questions. The results showed that 90% of students already had physics textbooks, but 90% still needed additional learning resources. In addition, 95% of students needed independent learning materials and 85% were interested in STEM-ethnoscience-based teaching materials. However, 40% of students still had difficulty understanding global warming material. These findings indicate that the development of such teaching materials is highly needed.

Keywords: ethnoscience, global warming, needs analysis, physics learning, STEM

Article History: Received: 3 Maret 2026

Revised: 30 April 2026

Accepted: 4 Mei 2026

Published: 11 Mei 2026

How to cite: Apriatin, D., Damayanti, P., Sastranegara, H. P. (2026). *Analisis Kebutuhan Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM-Etnosains pada Materi Pemanasan Global di SMA*, Jurnal Literasi Pendidikan Fisika, 7 (1). pp. 63-69. <https://doi.org/10.30872/jlpf.v7i1.6278>

Copyright © April 2026, Jurnal Literasi Pendidikan Fisika

PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika pada jenjang sekolah menengah memiliki peran strategis dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, analitis, serta keterampilan pemecahan masalah peserta didik. Namun, pembelajaran fisika yang bermakna tidak semata-mata menekankan pada penyampaian konsep, melainkan juga pada pemahaman mendalam serta kemampuan menerapkannya dalam berbagai konteks. Penting juga untuk memperkuat keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa, sehingga mereka dapat memahami dan menerapkan konsep fisika dalam berbagai situasi kehidupan nyata (Syahdiddah *et al.*, 2021). Ketika pembelajaran didominasi oleh pendekatan konvensional dan materi buku teks, proses pembelajaran menjadi kurang relevan dengan pengalaman siswa, sehingga mengakibatkan minat siswa yang lebih rendah dan penguasaan konsep fisika yang lebih lemah (Yusdarina & Basri, 2020).

Memasuki era pendidikan abad ke-21, orientasi pembelajaran kini tidak lagi sekadar menekankan pemahaman konsep, melainkan juga perlu berfokus pada peningkatan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kemampuan bekerja sama, serta kompetensi dalam menyelesaikan berbagai masalah (Muttaqiin, 2023). Hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan pemecahan masalah peserta didik (Atmojo *et al.*, 2025). Namun, metode pembelajaran yang masih berfokus pada aspek kognitif dasar dianggap tidak memadai dalam mempersiapkan siswa untuk mengatasi masalah yang kompleks dan dinamis di dunia nyata. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dan mendorong siswa untuk aktif terlibat dalam memecahkan masalah dunia nyata. Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dianggap tepat karena mengintegrasikan keempat disiplin ilmu ini ke dalam satu unit studi dan menekankan pemikiran kritis, kreativitas, kolaborasi, dan pemecahan masalah (Mahyuna *et al.*, 2025).

Meskipun demikian, masih terdapat beberapa kendala dalam penerapan pendekatan STEM pada pembelajaran fisika di sekolah. Salah satu tantangan utama adalah terbatasnya ketersediaan bahan ajar yang dirancang secara khusus untuk mengintegrasikan unsur-unsur STEM secara komprehensif dan kontekstual (Imron *et al.*, 2025). Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa bahan ajar yang belum dikaitkan dengan konteks kehidupan nyata menyebabkan pembelajaran menjadi kurang bermakna bagi peserta didik (Rodiah *et al.*, 2025). Beberapa studi juga mengungkapkan bahwa bahan ajar fisika yang digunakan selama ini belum didesain untuk menggabungkan unsur sains, teknologi, teknik, dan matematika secara menyeluruh. Akibatnya, pembelajaran masih bersifat abstrak dan kurang relevan dengan konteks nyata peserta didik (Sari *et al.*, 2025). Akibatnya, siswa mengalami kesulitan memahami konsep dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, ketersediaan materi pengajaran fisika berbasis STEM di tingkat sekolah menengah masih terbatas dan belum dimanfaatkan secara optimal dalam pembelajaran (Rahmatina *et al.*, 2019). Oleh karena itu, pengembangan materi pengajaran fisika berbasis STEM yang sesuai dengan konteks dan disesuaikan dengan karakteristik siswa merupakan elemen kunci yang mendukung keberhasilan pembelajaran fisika di sekolah.

Upaya untuk mengatasi permasalahan ini dapat dilakukan melalui penerapan pendekatan STEM-terintegrasi etnosains. Pendekatan ini menggabungkan konsep ilmiah dengan kearifan lokal serta fenomena yang dekat dengan kehidupan peserta didik, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna. Integrasi etnosains dalam pembelajaran terbukti mampu meningkatkan literasi sains serta membantu peserta didik dalam mengaitkan konsep ilmiah dengan kehidupan nyata (Atmojo *et al.*, 2025). Hal ini menjadi sangat relevan dalam kontekstual daerah seperti Samarinda yang memiliki karakteristik lingkungan, budaya, dan permasalahan lokal yang dapat dimanfaatkan sebagai konteks pembelajaran fisika, khususnya pada materi pemanasan global (Fianti & Neratania, 2024). Sebelum mengembangkan materi ajar fisika berbasis STEM-etnosains langkah mendasar pertama adalah melakukan analisis kebutuhan (Marta & Ramli, 2021). Tujuan dari analisis kebutuhan adalah untuk memahami situasi pembelajaran saat ini, mengidentifikasi profil siswa, dan mengidentifikasi harapan siswa terkait materi yang akan digunakan (Astalini *et al.*, 2022). Tanpa analisis kebutuhan

yang memadai, bahan ajar yang dikembangkan berpotensi tidak selaras dengan konteks pembelajaran dan kebutuhan nyata peserta didik (Defianti *et al.*, 2022).

Selain itu, penggabungan etnosains ke dalam pembelajaran fisika merupakan unsur penting yang perlu dipertimbangkan. Pendekatan ini menghubungkan prinsip-prinsip sains dengan kebijaksanaan lokal, tradisi budaya, fenomena yang familiar bagi siswa dalam kehidupan sehari-hari mereka. Oleh karena itu, proses belajar dapat lebih relevan dengan konteks dan memiliki makna yang lebih dalam bagi peserta didik (Mukti *et al.*, 2022). Berbagai penelitian terdahulu telah banyak mengkaji pengembangan bahan ajar fisika berbasis etnosains dan menunjukkan dampak positif terhadap motivasi belajar, kreativitas, serta pemahaman konseptual peserta didik (Khoiriyah *et al.*, 2021).

Selain itu, sebagai langkah awal dalam pengembangan materi pengajaran berbasis STEM-etnosains analisis kebutuhan juga dilakukan untuk mengidentifikasi kekurangan dan kebutuhan siswa dalam materi pengajaran sebelum tahap pengembangan (Parhannes & Asrizal, 2025). Penelitian serupa pada bidang lain, seperti pembelajaran kimia berbasis etnopedagogi, turut menegaskan bahwa kajian pendahuluan merupakan langkah krusial untuk memastikan kesesuaian bahan ajar dengan tuntutan kompetensi abad ke-21 (Siswanto *et al.*, 2025). Selain itu, temuan dari berbagai riset juga mengungkap bahwa melalui studi kebutuhan terhadap materi ajar etnosains berbasis digital, dapat diketahui keperluan peserta didik akan konten pembelajaran yang selaras dengan latar budaya mereka. Dengan cara ini, proses pengembangan materi pengajaran dapat dilakukan dengan lebih terfokus dan tepat sasaran (Ds *et al.*, 2024). Meskipun pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM-etnosains telah banyak dikaji dalam berbagai penelitian, kajian yang menelaah kebutuhan peserta didik sebagai dasar pengintegrasian kedua pendekatan tersebut masih belum banyak dilakukan, khususnya pada materi pemanasan global di tingkat SMA. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan sebagai bukti empiris sebelum memasuki tahap pengembangan bahan ajar.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis data yang diperoleh melalui kuesioner terkait kebutuhan pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM-etnosains pada materi pemanasan global. Partisipan penelitian terdiri dari 80 orang peserta didik yang telah mengikuti mata pelajaran pemanasan global di SMA Negeri 11 Samarinda. Data yang dikumpulkan dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk persentase untuk mengungkap tren kebutuhan siswa terhadap materi pembelajaran. Persentase respon siswa dihitung menggunakan skala *Guttman*, yang melibatkan perbandingan total skor pengukuran data dengan skor tertinggi dan dikalikan dengan 100%. Angket analisis kebutuhan bahan ajar terdiri atas 8 butir pertanyaan yang mencakup ketersediaan bahan ajar fisika yang digunakan di sekolah, kesulitan peserta didik dalam memahami materi pemanasan global, kebutuhan terhadap sumber belajar tambahan dan ketertarikan peserta didik terhadap pengembangan bahan ajar fisika yang inovatif. Instrumen angket disajikan dalam bentuk *Google Form* untuk mempermudah proses distribusi dan pengumpulan data dari peserta didik SMA. Seluruh butir pertanyaan pada angket ini merupakan hasil adaptasi dan pengembangan instrumen analisis kebutuhan yang telah digunakan dalam penelitian (Arini & Sulistiyono, 2023; Malina *et al.*, 2021)

$$\text{Persentase Respon Siswa} = \frac{\text{Jumlah skor hasil pengukuran data}}{\text{Skor maksimal}} \times 100 \% \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Proses pengumpulan data dimulai dengan mendistribusikan survei analisis kebutuhan bahan ajar kepada siswa secara daring melalui *Google Forms*. Survei dilakukan selama sehabian penuh untuk memastikan respon langsung dan optimal dari semua siswa di kelas kecil. Rincian distribusi survei

kepada 80 siswa di kelas kecil di SMA Negeri 11 Samarinda ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis angket kebutuhan peserta didik

No	Pertanyaan	Frekuensi		Persentase	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
1	Apakah Anda memiliki buku pegangan sebagai sumber belajar fisika di sekolah?	72	8	90,0%	10,0%
2	Apakah Anda menyenangi pembelajaran fisika yang disertai penggunaan media dalam pembelajaran?	80	-	100,0%	-
3	Apakah buku pegangan fisika yang Anda gunakan saat ini sudah mencukupi sebagai sumber belajar?	61	19	76,3%	23,8%
4	Apakah materi pemanasan global dalam buku pegangan fisika yang Anda gunakan sulit dipahami?	48	32	60,0%	40,0%
5	Apakah Anda membutuhkan sumber belajar tambahan untuk menunjang kegiatan belajar fisika?	72	8	90,0%	10,0%
6	Apakah Anda membutuhkan sumber belajar yang dapat dipelajari secara mandiri di rumah?	76	4	95,0%	5,0%
7	Apakah Anda pernah menggunakan bahan ajar berbasis STEM yang terintegrasi etnosains dalam pembelajaran fisika?	53	27	66,3%	33,8%
8	Apakah Anda tertarik untuk mencoba menggunakan bahan ajar fisika berbasis STEM yang terintegrasi etnosains?	68	12	85,0%	15,0%

PEMBAHASAN

Pembahasan ini bertujuan untuk menguraikan hasil analisis angket kebutuhan bahan ajar fisika pada materi pemanasan global yang diberikan kepada 80 SMA Negeri 11 Samarinda. Hasil penelitian dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan dikaitkan dengan tujuan penelitian, yaitu mengidentifikasi kondisi bahan ajar yang digunakan siswa, kebutuhan terhadap sumber belajar tambahan, serta urgensi pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM-etnosains

Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik 90% menyatakan telah memiliki buku pegangan fisika di sekolah. Temuan ini mengindikasikan bahwa secara administratif, sekolah telah menyediakan sumber belajar utama bagi siswa. Namun demikian, persentase peserta didik yang menyatakan bahwa buku pegangan tersebut sudah mencukupi sebagai sumber belajar hanya sebesar 76,3%. Artinya, masih terdapat sekitar 23,8% peserta didik yang merasa bahwa buku pegangan yang digunakan saat ini belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan belajar mereka. Kondisi ini sejalan dengan temuan penelitian terkini yang menyatakan bahwa buku teks konvensional sering kali belum mampu mengakomodasi kebutuhan belajar abad ke-21, terutama dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan literasi sains peserta didik (Nasiruddin *et al.*, 2023). Buku pegangan yang bersifat tekstual dan minim konteks kehidupan nyata cenderung membuat peserta didik kesulitan memahami konsep fisika secara mendalam.

Seluruh responden 100% menyatakan senang apabila pembelajaran fisika disertai dengan penggunaan media pembelajaran. Temuan ini menegaskan bahwa peserta didik memiliki kecenderungan belajar yang lebih baik ketika materi disajikan secara visual, kontekstual, dan interaktif. Hal ini juga diperkuat oleh data bahwa 90% peserta didik menyatakan membutuhkan sumber belajar tambahan untuk menunjang kegiatan belajar fisika, serta 95% membutuhkan sumber belajar yang dapat dipelajari secara mandiri di rumah. Hasil ini menunjukkan adanya kebutuhan kuat terhadap bahan ajar yang fleksibel, mudah diakses, dan mendukung pembelajaran mandiri. Penelitian terbaru mengungkapkan bahwa penggunaan bahan ajar inovatif dan berbasis multimedia dapat meningkatkan motivasi belajar serta pemahaman konsep fisika peserta didik secara signifikan (Sari *et al.*, 2025). Dengan demikian, pengembangan bahan ajar alternatif menjadi kebutuhan mendesak untuk melengkapi buku teks yang sudah ada.

Sebanyak 40% peserta didik menyatakan bahwa materi pemanasan global dalam buku pegangan fisika yang digunakan saat ini sulit dipahami. Persentase ini tergolong cukup besar dan

mengindikasikan adanya permasalahan dalam penyajian materi. Pemanasan global merupakan materi fisika yang bersifat kontekstual dan multidisipliner, sehingga menuntut pendekatan pembelajaran yang mampu mengaitkan konsep fisika dengan fenomena nyata di lingkungan sekitar. Penelitian mutakhir menunjukkan bahwa kesulitan peserta didik dalam memahami materi pemanasan global disebabkan oleh penyajian konsep yang abstrak dan kurang terintegrasi dengan konteks kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang mengaitkan konsep sains dengan aspek teknologi, rekayasa, matematika, serta budaya lokal agar pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Hasil angket menunjukkan bahwa 66,3% peserta didik pernah menggunakan bahan ajar berbasis STEM-etnosains sementara 33,8% lainnya belum pernah menggunakannya. Meskipun demikian, tingkat ketertarikan peserta didik untuk mencoba bahan ajar fisika berbasis STEM-etnosains tergolong tinggi, yaitu sebesar 85%. Tingginya minat ini menunjukkan bahwa peserta didik memiliki kesiapan dan ketertarikan terhadap pembelajaran yang mengaitkan konsep fisika dengan teknologi, rekayasa, matematika, serta nilai-nilai budaya lokal. Penelitian terbaru menegaskan bahwa integrasi STEM-etnosains mampu meningkatkan keterlibatan siswa, pemahaman konsep, serta kepedulian terhadap lingkungan (Siswanto *et al.*, 2025).

Berdasarkan keseluruhan temuan penelitian, dapat disimpulkan bahwa meskipun buku pegangan fisika telah tersedia dan digunakan dalam pembelajaran di sekolah, bahan ajar tersebut belum sepenuhnya mampu memenuhi kebutuhan belajar peserta didik. Hal ini tercermin dari kebutuhan peserta didik terhadap sumber belajar tambahan yang lebih kontekstual dan interaktif, mendukung pembelajaran mandiri. Kebutuhan tersebut semakin diperkuat oleh adanya kesulitan peserta didik dalam memahami materi pemanasan global, yang menuntut pemahaman konseptual dan keterkaitan dengan fenomena nyata di lingkungan sekitar. Tingginya minat peserta didik terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM-etnosains menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang mengaitkan konsep fisika dengan teknologi, rekayasa, matematika, serta konteks budaya dan lingkungan lokal dipandang lebih relevan dan menarik. Temuan ini konsisten dengan perspektif konstruktivis, yang menekankan bahwa pembelajaran lebih bermakna ketika siswa secara aktif membangun pengetahuan melalui pengalaman dan konteks yang relevan dengan kehidupan mereka. Oleh karena itu, pengembangan materi pengajaran fisika berbasis STEM-etnosains bukan hanya inovasi pembelajaran yang penting, tetapi juga kebutuhan strategis untuk meningkatkan kualitas dan kebermaknaan pembelajaran fisika di tingkat sekolah menengah atas.

Secara keseluruhan, hasil pembahasan menunjukkan bahwa data empiris yang diperoleh mendukung tujuan penelitian, yaitu mengidentifikasi kebutuhan peserta didik sebagai dasar pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM-etnosains pada materi pemanasan global. Dalam konteks lokal Samarinda dan Kalimantan Timur, potensi etnosains dapat diintegrasikan melalui kajian fenomena lingkungan seperti perubahan suhu udara, kualitas udara akibat aktivitas industri dan pertambangan, serta kearifan lokal masyarakat dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Integrasi konteks lokal tersebut ke dalam bahan ajar fisika berpotensi membuat pembelajaran lebih kontekstual dan bermakna bagi peserta didik. Temuan ini sejalan dengan pandangan bahwa bahan ajar yang dirancang berdasarkan kebutuhan nyata dan konteks peserta didik dapat meningkatkan motivasi serta pemahaman konsep dalam pembelajaran fisika (Lestari & Asrizal, 2024). Oleh karena itu, pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM-etnosains menjadi langkah strategis untuk menunjang pembelajaran fisika yang relevan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21. Berdasarkan analisis data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa peserta didik SMA 11 Negeri Samarinda memiliki kebutuhan yang berbeda-beda terhadap bahan ajar, dengan kecenderungan tertentu yang dapat dijadikan dasar dalam pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM-etnosains. Hasil penelitian ini memberikan landasan bagi guru dan pengembang kurikulum dalam menyusun bahan ajar fisika yang lebih relevan dan sesuai dengan karakteristik serta kebutuhan belajar peserta didik. Temuan penelitian ini dapat dijadikan dasar dalam pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM-etnosains, serta sebagai acuan bagi penelitian lanjutan pada tahap perancangan dan uji efektivitas bahan ajar.

PENUTUP

Analisis kebutuhan menunjukkan bahwa bahan ajar fisika bertema pemanasan global yang digunakan siswa di SMA Negeri 11 Samarinda belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan belajar. Meskipun buku teks fisika telah tersedia, sebagian siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami materi dan memerlukan sumber belajar tambahan yang mendukung pembelajaran mandiri. Tingginya minat siswa terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM-etnosains menunjukkan adanya kebutuhan terhadap sumber belajar pendukung yang lebih kontekstual dan bermakna. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM-etnosains sebagai sumber belajar penunjang untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Arini, W., & Sulistiyono, S. (2023). Analisis kebutuhan LKPD Fisika Berbasis POE (Predict, Observe, Explain) di SMP Sabillah Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Perspektif Pendidikan*, 17(1), 129–139. <https://doi.org/10.31540/jpp.v17i1.2385>
- Astalini, A., Darmaji, D., Kurniawan, D. A., Fitriani, R., & Pathoni, H. (2022). Mathematics Physics Learning E-Module: Differences in Perceptions and Interests Based on Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(2). <https://doi.org/10.21831/jipi.v7i2.43495>
- Atmojo, S. E., Anggriani, M. D., Rahmawati, R. D., Skotnicka, M., Wardana, A. K., & Anindya, A. P. (2025). Bridging STEM And Culture: The Role of Ethnoscience In Developing Ceitical Thinking And Cultural Literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 14(2), 251–266. <https://doi.org/10.15294/jpii.v14i2.23505>
- Defianti, A., Syarkowi, A., & Putri, D. H. (2022). Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Fisika Berbasis Case Method dilengkapi dengan QR Code Video Simulasi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*, 3(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.33369/diksains.3.1.17-22>
- Ds, Y. N., Hufad, A., Leksono, S. M., Dewi, S. M., & Latifatusadiah, T. (2024). Needs Analysis of Ethnoscience-Based Digital Teaching Materials for Grade IV Elementary School Students. *Journal of Educational Analytics*, 3(1), 123–130. <https://doi.org/10.55927/jeda.v3i1.8302>
- Fianti, F., & Neratania, A. (2024). Developing Physics Teaching Materials Based on Differentiated Merdeka Curriculum Using an Ethnoscience-Integrated Contextual Approach. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 10(2), 160–174. <https://doi.org/10.21831/jipi.v10i2.76663>
- Imron, E. M., Nugraheni, F. S. A., Utami, B., Nursalsabila, Z., Mahardiani, L., & Tanghal, A. B. (2025). Effectiveness of Ethno-STEM-Based Science Teaching with the Project-Based Learning Model on Students' Scientific Literacy. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 11(2), 435–453. <https://doi.org/10.21831/jipi.v11i2.78952>
- Khoiriyah, Z., Astriani, D., Qosyim, A., Ipa, J., Matematika, F., Ilmu, D., Alam, P., & Surabaya, U. N. (2021). Efektivitas Pendekatan Etnosains dalam Pembelajaran Daring Untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Materi Kalor. *Jurnal Pendidikan Sains*, 9(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/pensa.v9i3.41094>
- Lestari, & Asrizal. (2024). Need Analysis for Developing STEM Integrated Electronic Teaching Material of Alternative Energy to Promote Students' Creative Thinking Skills. *Physics Learning and Education*, 2(4), 163–171. <https://doi.org/10.24036/ple.v2i4.178>
- Mahyuna, Saminan, N. F., Putri, D. R., & Maulina. (2025). Integrating Deep Learning-Based STEM Education to Enhance 21st- Century Skills among Generation Z. *Journal of Scientific Information and Education Creatifity*, 26(2). <https://doi.org/10.32672/jsi.v26i2.3778>

- Malina, I., Yuliani, H., & Syar, N. I. (2021). Analisis Kebutuhan E-Modul Fisika sebagai Bahan Ajar Berbasis PBL di MA Muslimat NU. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 3(1), 70–80. <https://doi.org/10.31540/sjpif.v3i1.1240>
- Marta, Y. M. V., & Ramli, R. (2021). Analisis Kebutuhan Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika SMA Berbasis Pendekatan STEM. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah*, 5(2), 95–101. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v5i2.918>
- Mukti, H., Suastra, I. W., & Aryana, I. B. P. (2022). Integrasi Etnosains dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Penelitian Guru Indonesia*, 7(4). <https://doi.org/10.29210/022525jpgi0005>
- Muttaqin, A. (2023). Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) pada Pembelajaran IPA Untuk Melatih Keterampilan Abad 21. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(1), 34–45. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.819>
- Nasiruddin, N., Fadiawati, N., & Diawati, C. (2023). Teacher Perceptions in Understanding Student Scientific Creativity as a Basis for Developing Project-Based Learning Programs. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(5), 2438–2443. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i5.3267>
- Parhannes, A. P., & Asrizal. (2025). Need Analysis to Develop Fluid Digital Teaching Material Integrated STEM and Ethnoscience to Promote Conceptual Understanding and Creative Thinking Skills of Students. *Journal of Innovative Physics Teaching*, 3(1), 94–105. <https://doi.org/10.24036/jipt/vol3-iss1/82>
- Rahmatina, C. A., Jannah, M., & Annisa, F. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) di SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan*, 1(1). <https://doi.org/10.22373/p-jpft.v1i1.6531>
- Rodiah, S., Herayanti, L., Sukroyanti, B. A., Gummah, S., Habibi, H., & Joselevich, M. (2025). Development of Ethnoscience-Based Physics Teaching Materials on the Topic of Motion Dynamics to Enhance Students' Critical Thinking Skills. *International Journal of Ethnoscience and Technology in Education*, 2(2), 223–242. <https://doi.org/10.33394/ijete.v2i2.16997>
- Sari, T. D., Siregar, N., & Rahmatsyah. (2025). Integrasi STEM Pada Bahan Ajar Fisika: Dampaknya Terhadap Pemahaman Konsep dan Kreativitas Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 14(1), 45–56. <https://doi.org/10.24114/jpf.v14i1.65772>
- Siswanto, S., Tarigan, A. T. S., Silaban, R., & Manihar. (2025). Needs Analysis of Innovative Chemistry Teaching Materials Integrated with Ethnopedagogy Oriented to 21st Century Learning. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia*, 7(2), 214–225. <https://doi.org/10.24114/jipk.v7i2>
- Syahdiddah, D. S., Dwi, P., Supriadi, B., Fisika, P., & Keguruan, F. (2021). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Pada Materi Bunyi di SMA/MA. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*, 2(1). <https://doi.org/10.30872/jlpf.v6i1>
- Yusdarina, & Basri, S. (2020). Penerapan Pendekatan Kontekstual Berbantuan Media Pembelajaran dalam Meningkatkan Minat dan Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Terapannya*, 3(2), 66. <https://doi.org/10.46918/karst.v3i2.770>