

Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Konteks Pengasapan Ikan Maluku Utara pada Materi Kalor

Siti Nahria Hasan

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Ilmu Pendidikan, Institut Sains dan Kependidikan Kie
Raha Maluku Utara, Indonesia

Correspondensi Author: nahriyahsanaya@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul interaktif pada materi kalor berbasis konteks pengasapan ikan di Maluku Utara serta menganalisis validitas, kepraktisan, dan efektivitasnya dalam pembelajaran fisika. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* dengan model ADDIE yang meliputi tahap *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*. Subjek implementasi adalah 32 peserta didik kelas XI SMA Negeri 6 Kota Ternate yang terdiri atas 21 peserta didik perempuan dan 11 peserta didik laki-laki. Instrumen penelitian mencakup lembar validasi ahli, angket kebutuhan, angket respons peserta didik, dan tes hasil belajar berupa pretest dan posttest. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif melalui persentase validitas, persentase kepraktisan, ketuntasan belajar, dan *normalized gain* (N-gain). Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memperoleh validasi ahli materi sebesar 94,00% dan validasi ahli media sebesar 94,25%, keduanya berkategori sangat valid. Kepraktisan e-modul memperoleh persentase 92,50% dengan kategori sangat praktis. Rata-rata hasil belajar meningkat dari 52,40 pada pretest menjadi 84,70 pada posttest, dengan N-gain 0,68 pada kategori sedang. Ketuntasan belajar meningkat dari 31,40% menjadi 88,60%. Temuan ini menunjukkan bahwa e-modul interaktif berbasis konteks pengasapan ikan Maluku Utara layak digunakan sebagai bahan ajar fisika yang kontekstual, praktis, dan berpotensi meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep kalor.

Kata kunci: *E-modul Interaktif; Kalor; Pengasapan Ikan; potensi lokal; Pembelajaran Fisika; ADDIE*

PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika pada jenjang SMA perlu diarahkan pada kemampuan peserta didik memahami konsep, menalar fenomena, dan menggunakan konsep fisika untuk menjelaskan peristiwa yang dekat dengan kehidupan sehari-hari. Dalam Kurikulum Merdeka, pembelajaran fisika tidak semata-mata menekankan penguasaan rumus, tetapi juga mendorong proses inkuiri, pemecahan masalah, serta penggunaan konteks nyata agar peserta didik dapat membangun pemahaman ilmiah secara bermakna (Kemendikbudristek, 2022). Materi kalor merupakan salah satu materi penting karena berkaitan langsung dengan perubahan suhu, perpindahan energi, konduksi, konveksi, radiasi, perubahan wujud, serta pemanfaatan energi dalam aktivitas rumah tangga dan industri lokal.

Meskipun dekat dengan kehidupan, konsep kalor masih sering dipahami secara prosedural. Peserta didik dapat menghafal rumus, tetapi belum tentu mampu menjelaskan mekanisme perpindahan kalor pada fenomena nyata. Kondisi ini menuntut tersedianya bahan

DOI: <https://doi.org/10.63976/kuantum.v7i1.1474>

ajar yang tidak hanya menyajikan definisi dan latihan hitungan, tetapi juga memberikan visualisasi, simulasi, latihan mandiri, dan konteks aplikatif. E-modul interaktif menjadi salah satu alternatif karena dapat mengintegrasikan teks, gambar, video, animasi, kuis, dan umpan balik dalam satu bahan ajar digital. Penggunaan e-modul interaktif pada materi kalor terbukti dapat mendukung peningkatan hasil belajar dan respons positif peserta didik (Aeni & Widodo, 2022; Wahab et al., 2023).

Kualitas e-modul tidak hanya ditentukan oleh kelengkapan fitur digital, tetapi juga oleh ketepatan desain pembelajaran. Prinsip pembelajaran multimedia menekankan bahwa kombinasi kata dan gambar yang dirancang secara terarah dapat membantu peserta didik membangun representasi mental yang lebih kuat dibandingkan penyajian verbal semata (Mayer, 2021). Oleh karena itu, e-modul pada materi kalor perlu menampilkan keterkaitan antara konsep fisika dan peristiwa konkret, misalnya gerak asap panas, nyala api, pemanasan udara, penguapan air, serta perubahan tekstur bahan akibat pemanasan.

Salah satu konteks lokal yang potensial digunakan dalam pembelajaran kalor di Maluku Utara adalah aktivitas pengasapan ikan. Proses pengasapan ikan memuat beragam konsep fisika, seperti radiasi dari sumber api, konveksi pada aliran udara panas dan asap, konduksi pada rak atau alat penyangga, serta penguapan air dari tubuh ikan selama proses pemanasan. Konteks ini dekat dengan kehidupan masyarakat pesisir dan dapat menjembatani konsep abstrak menjadi pengalaman belajar yang lebih konkret. Pengembangan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal juga sejalan dengan kecenderungan penelitian pendidikan fisika di Indonesia yang menunjukkan bahwa konteks lokal dapat dimanfaatkan sebagai strategi dan media pembelajaran sains (Fitriah et al., 2025).

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengembangkan e-modul suhu dan kalor berbasis etnofisika atau kearifan lokal, misalnya konteks etnofisika Jambi (Sari et al., 2021), batik tulis Lampung (Pela et al., 2022), dan kearifan lokal Kalimantan Selatan (Arif et al., 2023). Namun, bahan ajar digital yang secara khusus mengintegrasikan konteks pengasapan ikan sebagai praktik masyarakat pesisir Maluku Utara masih belum banyak dikembangkan. Celah ini penting karena wilayah kepulauan memiliki karakter sosial-budaya dan aktivitas ekonomi yang khas, sehingga sumber belajar yang dikembangkan perlu merepresentasikan pengalaman belajar peserta didik di lingkungan setempat.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul interaktif pada materi kalor berbasis konteks pengasapan ikan di Maluku Utara. Secara khusus, penelitian ini menganalisis: (1) validitas e-modul berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media; (2) kepraktisan e-modul berdasarkan respons peserta didik; dan (3) efektivitas e-modul secara deskriptif berdasarkan peningkatan hasil belajar, nilai N-gain, dan ketuntasan belajar peserta didik.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang terdiri atas lima tahap, yaitu *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan

DOI: <https://doi.org/10.63976/kuantum.v7i1.1474>

evaluation (Branch, 2009). Model ADDIE dipilih karena menyediakan alur sistematis untuk mengidentifikasi kebutuhan, merancang produk, mengembangkan prototipe, menguji keterterimaan produk, serta mengevaluasi kualitas produk secara bertahap.

Pada tahap implementasi, penelitian menggunakan desain satu kelompok pretest-posttest untuk memperoleh gambaran peningkatan hasil belajar setelah penggunaan e-modul. Desain ini dipilih karena fokus utama penelitian adalah pengembangan dan uji kelayakan produk, bukan pengujian komparatif antarkelompok. Dengan demikian, efektivitas produk dalam penelitian ini ditafsirkan secara deskriptif berdasarkan perubahan skor pretest-posttest dan N-gain.

Subjek Penelitian

Subjek implementasi penelitian adalah 32 peserta didik kelas XI SMA Negeri 6 Kota Ternate yang terdiri atas 21 peserta didik perempuan dan 11 peserta didik laki-laki. Selain peserta didik, penelitian ini melibatkan validator ahli materi dan ahli media untuk menilai kelayakan e-modul. Guru fisika dilibatkan dalam tahap analisis kebutuhan dan keterlaksanaan penggunaan produk di kelas.

Produk yang Dikembangkan

Produk penelitian berupa e-modul interaktif materi kalor yang mengintegrasikan konteks pengasapan ikan di Maluku Utara. E-modul dirancang agar dapat diakses melalui komputer maupun smartphone. Komponen utama e-modul meliputi halaman pembuka, petunjuk penggunaan, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, peta konsep, uraian materi kalor, video konteks pengasapan ikan, animasi perpindahan kalor, simulasi interaktif, lembar kerja peserta didik, latihan soal, evaluasi akhir, dan umpan balik otomatis.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian meliputi: (1) lembar validasi ahli materi untuk menilai kesesuaian materi, ketepatan konsep, kontekstualisasi pengasapan ikan, dan kebahasaan; (2) lembar validasi ahli media untuk menilai tampilan visual, interaktivitas, kemudahan navigasi, dan kualitas multimedia; (3) angket kebutuhan guru dan peserta didik; (4) angket respons peserta didik untuk menilai kepraktisan; dan (5) tes hasil belajar berupa pretest dan posttest pada materi kalor.

Prosedur Pengembangan

Analysis. Tahap analisis dilakukan melalui analisis kurikulum, karakteristik peserta didik, kebutuhan bahan ajar, serta potensi lokal pengasapan ikan sebagai konteks pembelajaran kalor. Analisis ini menjadi dasar pemilihan materi, bentuk media, dan aktivitas pembelajaran dalam e-modul.

Design. Tahap perancangan meliputi penyusunan capaian dan tujuan pembelajaran, struktur materi kalor, skenario integrasi konteks pengasapan ikan, storyboard, rancangan antarmuka, latihan soal, evaluasi, serta instrumen penelitian.

Development. Tahap pengembangan menghasilkan prototipe e-modul interaktif. Produk kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media. Hasil validasi digunakan untuk memperbaiki isi, tampilan, navigasi, dan komponen multimedia sebelum implementasi.

DOI: <https://doi.org/10.63976/kuantum.v7i1.1474>

Implementation. Produk yang telah direvisi diimplementasikan pada peserta didik kelas XI. Pada tahap ini dilakukan pengukuran respons peserta didik serta pengumpulan data pretest dan posttest untuk melihat peningkatan hasil belajar.

Evaluation. Evaluasi dilakukan secara formatif dan sumatif. Evaluasi formatif dilakukan melalui revisi berdasarkan masukan validator dan respons pengguna, sedangkan evaluasi sumatif dilakukan melalui analisis validitas, kepraktisan, N-gain, dan ketuntasan belajar.

Teknik Analisis Data

Data validasi dan kepraktisan dianalisis menggunakan persentase skor dengan rumus berikut:

$$P = (\Sigma X / \Sigma X_i) \times 100\%$$

Keterangan: P = persentase validitas/kepraktisan; ΣX = jumlah skor yang diperoleh; ΣX_i = jumlah skor maksimum ideal.

Tabel 1. Kriteria validitas dan kepraktisan

Persentase	Kategori
81–100%	Sangat valid/sangat praktis
61–80%	Valid/praktis
41–60%	Cukup valid/cukup praktis
21–40%	Kurang valid/kurang praktis
≤20%	Tidak valid/tidak praktis

Peningkatan hasil belajar dianalisis menggunakan *normalized gain* (N-gain) dengan rumus Hake (1998):

$$g = (S_{\text{post}} - S_{\text{pre}}) / (100 - S_{\text{pre}})$$

Keterangan: g = N-gain; S_{post} = skor rata-rata posttest; S_{pre} = skor rata-rata pretest.

Tabel 2. Kriteria N-gain

Nilai N-gain	Kategori
$g > 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq g \leq 0,70$	Sedang
$g < 0,30$	Rendah

Ketuntasan belajar dihitung berdasarkan persentase peserta didik yang mencapai batas ketuntasan yang digunakan sekolah. Analisis dilakukan secara deskriptif karena penelitian ini berfokus pada pengembangan dan uji kelayakan produk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Tahap Analisis

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa pembelajaran materi kalor di sekolah masih didominasi bahan ajar cetak dan penjelasan konvensional. Berdasarkan angket kebutuhan, 85% peserta didik menyatakan mengalami kesulitan memahami konsep perpindahan kalor, sedangkan 88% peserta didik menyatakan membutuhkan bahan ajar digital yang lebih interaktif. Wawancara dengan guru fisika menunjukkan bahwa bahan ajar yang

DOI: <https://doi.org/10.63976/kuantum.v7i1.1474>

mengintegrasikan potensi lokal Maluku Utara ke dalam pembelajaran fisika belum tersedia secara memadai.

Analisis potensi lokal menunjukkan bahwa pengasapan ikan, khususnya pada masyarakat pesisir Maluku Utara, dapat digunakan sebagai konteks pembelajaran kalor. Aktivitas tersebut memuat konsep konduksi pada alat penyangga atau wadah, konveksi pada aliran udara panas dan asap, radiasi dari sumber api, perubahan suhu pada ikan, serta penguapan air selama proses pemanasan. Oleh karena itu, pengasapan ikan dipilih sebagai konteks utama dalam pengembangan e-modul.

Hasil Tahap Perancangan

Tahap perancangan menghasilkan rancangan awal e-modul interaktif yang memuat halaman pembuka, petunjuk penggunaan, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, peta konsep, materi kalor berbasis konteks pengasapan ikan, video proses pengasapan ikan, animasi perpindahan kalor, simulasi interaktif, lembar kerja peserta didik, latihan soal, evaluasi akhir, dan umpan balik otomatis. Storyboard dan desain antarmuka disusun dengan mempertimbangkan keterbacaan, konsistensi visual, kemudahan navigasi, dan keterlibatan peserta didik.



Gambar 1. Desain sampul e-modul interaktif materi kalor berbasis konteks pengasapan ikan

Hasil Tahap Pengembangan

Produk yang dihasilkan berupa e-modul interaktif materi kalor yang dapat diakses melalui komputer maupun smartphone. Kelayakan produk dinilai melalui validasi ahli materi dan ahli media. Hasil validasi ahli materi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil validasi ahli materi

Aspek penilaian	Persentase (%)	Kategori
Kesesuaian materi	95	Sangat valid

DOI: <https://doi.org/10.63976/kuantum.v7i1.1474>

Ketepatan konsep	93	Sangat valid
Kontekstualisasi pengasapan ikan	96	Sangat valid
Kebahasaan	92	Sangat valid
Rata-rata	94,00	Sangat valid

Hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa materi dalam e-modul telah sesuai dengan capaian pembelajaran, memiliki ketepatan konsep fisika, dan mampu mengaitkan materi kalor dengan konteks pengasapan ikan secara relevan. Persentase rata-rata validasi ahli materi sebesar 94,00% menunjukkan bahwa aspek isi berada pada kategori sangat valid.

Tabel 4. Hasil validasi ahli media

Aspek penilaian	Persentase (%)	Kategori
Tampilan visual	94	Sangat valid
Interaktivitas	93	Sangat valid
Kemudahan navigasi	92	Sangat valid
Kualitas multimedia	96	Sangat valid
Rata-rata	94,25	Sangat valid

Hasil validasi ahli media memperoleh rata-rata 94,25% dengan kategori sangat valid. Hasil ini menunjukkan bahwa tampilan visual, navigasi, interaktivitas, dan kualitas multimedia pada e-modul telah memenuhi kriteria kelayakan media pembelajaran digital.

Hasil Tahap Implementasi

Kepraktisan e-modul dianalisis berdasarkan respons peserta didik setelah menggunakan e-modul dalam pembelajaran. Hasil kepraktisan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji kepraktisan e-modul

Aspek penilaian	Persentase (%)	Kategori
Kemenarikan	93	Sangat praktis
Kemudahan penggunaan	91	Sangat praktis
Motivasi belajar	94	Sangat praktis
Pemahaman materi	92	Sangat praktis
Rata-rata	92,50	Sangat praktis

Rata-rata kepraktisan sebesar 92,50% menunjukkan bahwa e-modul sangat praktis digunakan oleh peserta didik. Aspek motivasi belajar memperoleh persentase tertinggi, yaitu 94%, yang mengindikasikan bahwa penyajian materi melalui konteks lokal, gambar, video, animasi, dan simulasi mendorong keterlibatan peserta didik dalam mempelajari konsep kalor.

Hasil Efektivitas E-Modul

Efektivitas e-modul dianalisis melalui perbandingan skor pretest dan posttest serta perhitungan N-gain. Hasil analisis disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pretest, posttest, N-gain, dan ketuntasan belajar

Komponen	Nilai
Rata-rata pretest	52,40
Rata-rata posttest	84,70
N-gain	0,68
Kategori N-gain	Sedang
Ketuntasan belajar	31,40% menjadi 88,60%

Berdasarkan skor rata-rata pretest 52,40 dan posttest 84,70, nilai N-gain diperoleh sebesar 0,68. Nilai tersebut berada pada kategori sedang dan mendekati kategori tinggi. Peningkatan ketuntasan belajar dari 31,40% menjadi 88,60% menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik mencapai batas ketuntasan setelah menggunakan e-modul.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul interaktif berbasis konteks pengasapan ikan di Maluku Utara memenuhi kriteria sangat valid, sangat praktis, dan efektif secara deskriptif untuk mendukung pembelajaran kalor. Validasi ahli materi sebesar 94,00% memperlihatkan bahwa struktur materi, ketepatan konsep, dan integrasi konteks lokal telah dinilai layak. Temuan ini sejalan dengan penelitian Sari et al. (2021) yang menunjukkan bahwa e-modul suhu dan kalor berbasis etnofisika dapat memperoleh validitas tinggi karena konsep fisika dikaitkan dengan fenomena budaya dan aktivitas lokal.

Validasi ahli media sebesar 94,25% menunjukkan bahwa aspek visual, navigasi, interaktivitas, dan multimedia telah mendukung fungsi e-modul sebagai bahan ajar digital. Temuan ini konsisten dengan Utamy dan Hufri (2024) yang melaporkan bahwa e-modul interaktif berbasis saintifik pada materi kalor dan termodinamika memperoleh validitas sangat tinggi. Kualitas media menjadi penting karena materi kalor melibatkan mekanisme mikroskopik dan proses dinamis yang sulit dipahami apabila hanya dijelaskan melalui teks statis.

Kepraktisan e-modul sebesar 92,50% menunjukkan bahwa peserta didik menilai e-modul mudah digunakan, menarik, dan membantu memahami materi. Hasil ini memperkuat temuan Aeni dan Widodo (2022) serta Wahab et al. (2023) bahwa penggunaan e-modul interaktif pada materi kalor memperoleh respons positif dan dapat mendukung keterlibatan belajar peserta didik. Dalam penelitian ini, kepraktisan didukung oleh kehadiran video, animasi, simulasi, latihan soal, dan umpan balik otomatis yang memungkinkan peserta didik belajar secara lebih mandiri.

Konteks pengasapan ikan memberi nilai tambah karena memungkinkan peserta didik melihat hubungan langsung antara konsep kalor dan praktik masyarakat pesisir. Radiasi dari api, konveksi aliran asap panas, konduksi pada alat penyangga, dan penguapan air dari tubuh ikan dapat digunakan sebagai jembatan konseptual untuk memahami mekanisme perpindahan kalor. Penggunaan konteks lokal seperti ini sejalan dengan kajian Fitriah et al. (2025) yang menegaskan bahwa pembelajaran fisika berbasis kearifan lokal di Indonesia memiliki potensi untuk memperkuat hasil belajar kognitif dan relevansi pembelajaran.

Nilai N-gain sebesar 0,68 menunjukkan peningkatan hasil belajar pada kategori sedang. Kategori ini perlu ditafsirkan secara proporsional. Peningkatan skor rata-rata dari 52,40 menjadi

DOI: <https://doi.org/10.63976/kuantum.v7i1.1474>

84,70 dan ketuntasan dari 31,40% menjadi 88,60% menunjukkan adanya perbaikan hasil belajar setelah penggunaan e-modul. Namun, karena penelitian ini menggunakan desain satu kelompok tanpa kelas kontrol, peningkatan tersebut belum dapat diklaim sebagai pengaruh kausal yang sepenuhnya berasal dari e-modul. Oleh karena itu, efektivitas dalam penelitian ini lebih tepat dinyatakan sebagai efektivitas deskriptif.

Secara substantif, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan bahan ajar fisika berbasis potensi lokal wilayah kepulauan. Berbeda dari pengembangan e-modul suhu dan kalor berbasis konteks lokal yang telah banyak menggunakan batik, makanan tradisional, atau aktivitas budaya daratan, penelitian ini menempatkan pengasapan ikan sebagai praktik masyarakat pesisir yang memuat konsep kalor secara nyata. Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai media digital, tetapi juga sebagai sarana kontekstualisasi pembelajaran fisika dengan kehidupan peserta didik di Maluku Utara.

Keterbatasan penelitian ini terletak pada jumlah subjek yang terbatas, implementasi yang hanya dilakukan pada satu kelas, dan belum adanya kelompok kontrol. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan desain eksperimen atau kuasi eksperimen dengan sampel lebih luas, menguji retensi pemahaman konsep, serta menganalisis dampak e-modul terhadap keterampilan berpikir kritis, literasi sains, atau kemampuan pemecahan masalah fisika.

KESIMPULAN

E-modul interaktif berbasis konteks pengasapan ikan Maluku Utara pada materi kalor berhasil dikembangkan menggunakan model ADDIE. Produk akhir memuat materi kalor, video konteks pengasapan ikan, animasi perpindahan kalor, simulasi interaktif, lembar kerja peserta didik, latihan soal, evaluasi, dan umpan balik otomatis.

Hasil validasi menunjukkan bahwa e-modul berada pada kategori sangat valid, dengan persentase validasi ahli materi sebesar 94,00% dan ahli media sebesar 94,25%. Hasil uji kepraktisan memperoleh persentase 92,50% dengan kategori sangat praktis. Hasil belajar peserta didik meningkat dari rata-rata pretest 52,40 menjadi 84,70 pada posttest, dengan N-gain sebesar 0,68 pada kategori sedang. Ketuntasan belajar meningkat dari 31,40% sebelum penggunaan e-modul menjadi 88,60% setelah penggunaan e-modul.

Dengan demikian, e-modul interaktif berbasis konteks pengasapan ikan Maluku Utara layak digunakan sebagai bahan ajar fisika pada materi kalor. Integrasi konteks lokal membantu peserta didik mengaitkan konsep kalor dengan fenomena nyata, sekaligus memperkenalkan potensi perikanan dan kearifan lokal masyarakat pesisir sebagai sumber belajar fisika yang relevan. Penelitian berikutnya perlu menguji efektivitas e-modul dengan desain eksperimen yang lebih kuat dan cakupan subjek yang lebih luas.

REFERENSI

Aeni, W. N., & Widodo, W. (2022). Penggunaan e-modul interaktif untuk meningkatkan hasil belajar siswa SMP pada materi kalor. *PENSA E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 10(2), 193–202. <https://doi.org/10.26740/pensa.v10i2.44740>

DOI: <https://doi.org/10.63976/kuantum.v7i1.1474>

- Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131–142. <https://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- Arif, M. A., Jubaidah, S., Fitriah, L., & Yahya, F. (2023). Development of heat and temperature e-module containing local wisdom in South Kalimantan. *Journal of Mathematics, Science, and Computer Education*, 3(2), 93–102. <https://doi.org/10.20527/jmscedu.v3i2.10250>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Damayanti, A., & Panggabean, D. D. (2025). Pengembangan e-modul pembelajaran fisika berbasis inkuiri terbimbing pada materi suhu dan kalor kelas XI SMA. *Relativitas: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, 8(2).
- Erlangga, S. Y., Setyawan, D. N., Wijayanti, A., Winingsih, P. H., & Poort, E. A. (2024). Enhancing students' critical thinking in thermodynamics through Long Bumbung local wisdom-based physics comics. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 13(1). <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v13i1.17872>
- Fitriah, L., Yuliati, L., Parno, P., Sunaryono, S., & Taufiq, A. (2025). Indonesian local wisdom-based physics learning: Strategy and media. *Journal of Education Culture and Society*, 16(1), 335–364. <https://doi.org/10.15503/jecs2025.2.335.364>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Kemendikbudristek. (2022). *Capaian pembelajaran mata pelajaran fisika fase F Kurikulum Merdeka*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Pela, S. O., Yuberti, Suryani, Y., & Latifah, S. (2022). Development of e-module physics based on local wisdom of Lampung written batik on temperature and heat materials. *Impulse: Journal of Research and Innovation in Physics Education*, 2(1), 37–46. <https://doi.org/10.14421/impulse.2022.21.04>
- Prastowo, A. (2018). *Sumber belajar dan pusat sumber belajar: Teori dan aplikasinya di sekolah/madrasah*. Prenadamedia Group.
- Sari, R. I., Jufrida, Kurniawan, W., & Basuki, F. (2021). Pengembangan e-modul materi suhu dan kalor SMA kelas XI berbasis ethnophysics. *Physics and Science Education Journal*, 1(1), 46–59. <https://doi.org/10.30631/psej.v1i1.697>
- Sugiyono. (2023). *Metode penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D)*. Alfabeta.
- Utamy, D. M., & Hufri, H. (2024). Validasi e-modul interaktif berbasis saintifik pada materi kalor dan termodinamika. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(2), 27567–27577. <https://doi.org/10.31004/jptam.v8i2.17248>
- Wahab, R., Saprudin, S., & Achmad, R. (2023). E-modul interaktif materi kalor untuk meningkatkan hasil belajar siswa sekolah menengah pertama. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(1), 33–38. <https://doi.org/10.31851/luminous.v4i1.10967>
- Wijaya, F. W. (2024). Pengembangan e-modul suhu dan kalor berbasis problem based learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 10(1), 45–56.
- Yaumi, M. (2021). *Media dan teknologi pembelajaran*. Kencana.
- Yuberti. (2019). *Teori pembelajaran dan pengembangan bahan ajar dalam pendidikan sains*. Anugrah Utama Raharja.