

PEMBUATAN E-MODUL BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING PADA MATERI FLUIDA UNTUK MEMFASILITASI SCIENCE EXPLANATION SKILL SISWA

Annisa Nurul Hasanah¹, Festiyed², Desnita³, Dea Stivani Suherman⁴

^{1, 2, 3, 4}Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Padang, Sumatera Barat, Indonesia
Email: annisanurulh2405@gmail.com

Article History

Received: 06-05-2025

Revision: 14-05-2025

Accepted: 16-05-2025

Published: 18-05-2025

Abstract. This research aims to develop a Problem Based Learning (PBL) based e-module on fluid materials to facilitate students' science explanation skills. This skill is essential to help students construct knowledge, connect scientific concepts, and present understanding logically and based on evidence. The method used in this study is Research and Development (R&D) with the Dick & Carey development model. The limited trial subjects are high school grade XI students with a total of 30 participants. The validation results by material and media experts showed that the e-module is feasible to use with very good quality. Field trials indicate that the e-module is capable of improving students' abilities in explaining fluid concepts scientifically. Thus, this PBL-based e-module is effective as an alternative learning media that supports the strengthening of 21st-century science skills, particularly the ability to explain scientifically.

Keywords: E-module, Problem-Based Learning, Science Explanation Skill

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi fluida guna memfasilitasi keterampilan penjelasan ilmiah (*science explanation skill*) siswa. Keterampilan ini penting untuk membantu siswa mengonstruksi pengetahuan, menghubungkan konsep ilmiah, dan menyampaikan pemahaman secara logis serta berbasis bukti. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan Dick & Carey. Subjek uji coba terbatas adalah siswa kelas XI SMA dengan jumlah partisipan sebanyak 30 orang. Hasil validasi oleh ahli materi dan media menunjukkan bahwa e-modul layak digunakan dengan kualitas sangat baik. Uji coba lapangan menunjukkan bahwa e-modul mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam menjelaskan konsep fluida secara ilmiah. Dengan demikian, e-modul berbasis PBL ini efektif digunakan sebagai alternatif media pembelajaran yang mendukung penguatan keterampilan sains abad ke-21, khususnya kemampuan menjelaskan secara ilmiah.

Kata Kunci: E-modul, Problem-Based Learning, Science Explanation Skill

How to Cite: Hasanah, A. N., Festiyed., Desnita., & Suherman, D. S. (2025). Pembuatan E-Modul Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Fluida untuk Memfasilitasi *Science Explanation Skill* Siswa. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6 (3), 3122-3131. <http://doi.org/10.54373/imeij.v6i3.3098>

PENDAHULUAN

Siswa masa kini dituntut memiliki berbagai keterampilan untuk menghadapi tantangan masa depan, salah satunya kemampuan memecahkan masalah melalui penalaran logis (Mongkau & Pangkey, 2024). Keterampilan penjelasan ilmiah atau *Scientific Explanation Skill* menjadi perhatian utama dalam pendidikan karena mendukung siswa menjelaskan ide-ide

kompleks berdasarkan bukti dan penalaran ilmiah (Hanum, 2021; Mardhiyyah, Supeno, & Ridloz, 2022). Keterampilan ini sejalan dengan tuntutan Kurikulum Merdeka yang mengedepankan 4C, khususnya communication, yang dapat ditingkatkan melalui kemampuan menjelaskan secara ilmiah (Yao, Guo, & Neumann, 2016; Lestari & Hindun, 2023).

Scientific Explanation Skill memungkinkan siswa memahami, mendeskripsikan, dan meyakinkan orang lain atas suatu fenomena ilmiah berdasarkan *claim*, *evidence*, dan *reasoning* (Cheng & Brown, 2015; Wang, 2015). Kemampuan ini juga berkontribusi pada pemahaman sains yang lebih dalam, komunikasi ilmiah yang efektif, dan keterampilan berpikir kritis (Quinn et al., 2012). Manfaat *Scientific Explanation Skill* dalam pembelajaran sains sangat luas, mulai dari memperdalam pemahaman konsep, mendukung komunikasi ilmiah yang efektif, hingga mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan logis. Keterampilan ini mempersiapkan siswa untuk menghadapi permasalahan nyata yang kompleks di era modern (Quinn et al., 2012). Pemerintah pun berupaya meningkatkan mutu pendidikan melalui pengadaan buku ajar sebagai sarana pendukung pembelajaran (Festiyed, 2014). Namun, keberhasilan pembelajaran juga sangat bergantung pada pemilihan model dan media pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan (Usmeldi, 2021). Penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi dinilai penting dalam menunjang mutu pembelajaran abad ke-21 karena mampu meningkatkan partisipasi dan pemahaman siswa (Sanjaya, 2016; Date & Search, 2019).

Namun, hasil survei di SMAN 1 X Koto menunjukkan bahwa kemampuan penjelasan ilmiah siswa kelas XI Fase F masih rendah, dengan rata-rata capaian hanya 23%, khususnya pada indikator *evidence* dan *reasoning* (di bawah 30%). Hal ini disebabkan oleh dominasi peran guru dalam pembelajaran, miskonsepsi siswa mengenai penjelasan ilmiah, serta rendahnya literasi sains (Oktavia Sulistina & Hesti Puspitasari, 2021; Wahyuni Handayani, 2023).

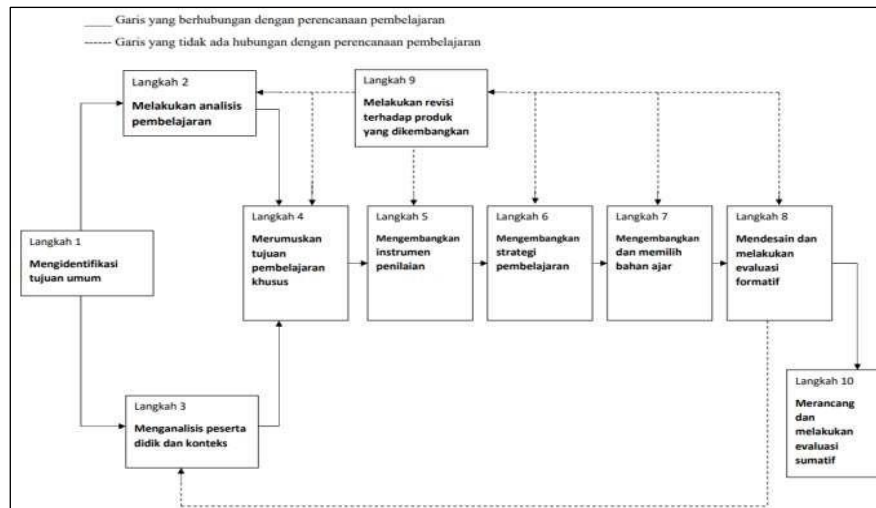
Permasalahan lain adalah keterbatasan bahan ajar. Buku teks belum sepenuhnya mendukung aktivitas eksploratif atau latihan penalaran ilmiah, dan pemanfaatan teknologi masih minim. Siswa juga mengalami kesulitan dalam memahami materi fluida yang membutuhkan pemikiran kritis dan penerapan konsep dalam kehidupan nyata (Putri, 2015). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa tingkat *Scientific Explanation Skill* siswa masih perlu ditingkatkan (Wahyuni Handayani, 2023; Mardhiyyah, Supeno, & Ridloz, 2022). Salah satu solusinya adalah menyediakan sumber belajar berbasis teknologi seperti e-modul yang dirancang untuk mengembangkan keterampilan ini. Sayangnya, bahan ajar konvensional seperti buku teks belum banyak memberikan ruang eksplorasi bagi siswa dalam menyusun penjelasan ilmiah.

Sebagai solusi, dibutuhkan e-modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang bersifat kontekstual dan interaktif. Modul ini mampu memfasilitasi pengembangan *Scientific Explanation Skill* melalui penyajian masalah nyata dan proses belajar yang menuntut siswa berpikir kritis dan mandiri (Festiyed, 2023; Rojikin, Zainur Rasyid, & Supeno, 2022). E-modul juga dapat menarik perhatian dan motivasi siswa karena disajikan secara menarik dan komunikatif (Kokasih, 2021; Desnita et al., 2022). Berdasarkan paparan tersebut, maka pengembangan e-modul berbasis *Problem Based Learning* dipandang penting sebagai solusi terhadap kesenjangan antara kondisi ideal yang diharapkan dengan kondisi nyata yang terjadi dalam proses pembelajaran, khususnya dalam memfasilitasi peningkatan *Scientific Explanation Skill* siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan model pengembangan instruksional Dick & Carey edisi ke-8 yang terdiri dari sepuluh langkah sistematis. Proses pengembangan e-modul dilaksanakan hingga tahap kesembilan, yaitu revisi produk, berdasarkan hasil evaluasi dan masukan dari para ahli. Validasi e-modul dilakukan oleh dosen ahli fisika dari FMIPA UNP. Sebelum proses validasi produk, terlebih dahulu dilakukan validasi terhadap instrumen penilaian. Instrumen tersebut disusun mengacu pada pedoman dari Depdiknas (2010), yang mencakup enam aspek utama, yaitu kelayakan isi, komunikasi visual, desain pembelajaran, pemanfaatan perangkat lunak, penilaian *Scientific Explanation Skill*, dan evaluasi terhadap implementasi model *Problem Based Learning* (PBL). Validasi ahli bertujuan untuk menyempurnakan produk berdasarkan saran dan penilaian dari pakar sebelum diujicobakan lebih lanjut.

Setelah proses validasi, dilakukan uji kepraktisan terhadap e-modul oleh dua guru fisika dan dua belas siswa kelas XI SMAN 1 X Koto. Subjek uji coba dipilih berdasarkan variasi kemampuan yang mencakup kategori tinggi hingga rendah. Instrumen uji kepraktisan terdiri atas empat aspek, yaitu daya tarik, keunggulan, efisiensi penggunaan, dan kemudahan penggunaan. Seluruh data dari hasil validasi dan kepraktisan dianalisis dengan pendekatan kuantitatif menggunakan pedoman analisis dari Sugiyono. Skor dari masing-masing aspek dikonversi ke dalam kategori kelayakan untuk menentukan tingkat kevalidan dan kepraktisan produk e-modul yang dikembangkan. Model pengembangan Dick & Carey yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut..



Gambar 1. Model Dick and Carey

HASIL

Mengidentifikasi Tujuan Umum

Tahap awal dilakukan dengan menyebarkan angket kepada guru serta siswa kelas XI Fase F di SMA N 1 X Koto. Hasil analisis menunjukkan bahwasanya meskipun Kurikulum Merdeka telah diterapkan, pembelajaran fisika masih bersifat teacher-centered. Akibatnya, siswa kurang aktif dan belum terbiasa mengembangkan keterampilan berpikir ilmiah, terutama dalam menjelaskan fenomena secara ilmiah. Selain itu, belum tersedia sumber belajar yang secara khusus melatih *Science Explanation Skill*, dan banyak siswa belum memahami unsur claim, evidence, dan reasoning dalam penjelasan ilmiah. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara tujuan kurikulum dan praktik pembelajaran di kelas.

Melakukan analisis instruksional/pembelajaran

Analisis proses pembelajaran dan perangkat ajar menunjukkan bahwasanya pembelajaran didominasi metode ceramah, penggunaan media pembelajaran belum bervariasi, serta modul belum mengacu pada model pembelajaran yang mendukung *Science Explanation Skill*. Selain itu, soal dan tugas belum mampu menstimulasi siswa untuk berpikir kritis dan menjelaskan fenomena secara ilmiah.

Menganalisis Peserta Didik dan Konteks

Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis terhadap keterampilan awal peserta didik dalam menjelaskan konsep ilmiah (*Science Explanation Skill*) untuk menentukan pendekatan pembelajaran yang sesuai. Peneliti melakukan tes keterampilan penjelasan ilmiah yang

mencakup tiga indikator utama: klaim, bukti, dan penalaran. Hasilnya ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil analisis ketrampilan penjelasan ilmiah peserta didik

| Indikator Science Explanation Skill | Persentase | Kategori |
|--|-------------------|-----------------|
| Klaim (<i>Claim</i>) | 29% | Kurang Sekali |
| Bukti (<i>Evidence</i>) | 20% | Kurang Sekali |
| Penalaran (<i>Reasoning</i>) | 20% | Kurang Sekali |

Dari hasil analisis menunjukkan bahwasanya peserta didik membutuhkan intervensi pembelajaran yang lebih berfokus pada pengembangan keterampilan penjelasan ilmiah yang berbasis klaim, bukti, dan penalaran.

Merumuskan Tujuan Pembelajaran Khusus

Penetapan tujuan pembelajaran didasarkan pada hasil analisis konteks pembelajaran dan identifikasi materi yang dianggap sulit oleh peserta didik. Untuk menetapkan tujuan yang realistis bagi siswa, para peneliti melihat hasil pembelajaran kurikulum merdeka.

Mengembangkan Instrumen Penilaian

Di tahap ini, peneliti mengembangkan instrumen penilaian yang terdiri atas angket validitas dan praktikalitas produk. Instrumen validitas meliputi aspek substansi materi, tampilan komunikasi visual, desain pembelajaran, sintaks Problem-Based Learning (PBL), indikator *Science Explanation Skill*, serta pemanfaatan software dalam pembelajaran. Sementara itu, instrumen praktikalitas disusun berdasarkan indikator kemudahan penggunaan, kemenarikan, kejelasan, efektivitas, dan manfaat produk. Hasil penilaian menunjukkan bahwasanya instrumen dinyatakan valid dan praktis oleh validator dan guru, serta sesuai untuk diterapkan dalam pembelajaran di SMA Negeri 1 X Koto.

Mengembangkan Strategi Pembelajaran

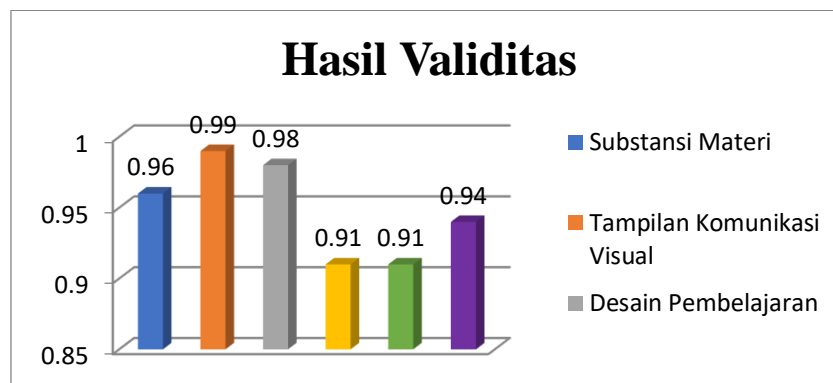
Teknik pembelajaran dikembangkan dengan memanfaatkan pendekatan PBL, yang dimodifikasi untuk memenuhi kebutuhan siswa dan materi fluida, berdasarkan analisis angket mereka. Model ini dipilih karena bisa meningkatkan partisipasi aktif siswa dalam menghadapi permasalahan nyata, melatih berpikir logis berbasis bukti, serta mengembangkan keterampilan penjelasan ilmiah. Model ini diterapkan melalui penyajian masalah, panduan diskusi, dan alat penilaian yang dirancang saling mendukung.

Mengembangkan dan Memilih Bahan Ajar

Berlandaskan analisis kebutuhan dan karakteristik peserta didik, peneliti mengembangkan E-Modul berbasis PBL untuk meningkatkan motivasi, keterlibatan, serta penguasaan konsep fluida dan keterampilan penjelasan ilmiah. E-Modul ini mencakup cover, kata pengantar, petunjuk penggunaan, pendahuluan, lima kegiatan pembelajaran, rangkuman, evaluasi, glosarium, referensi, dan identitas penulis.

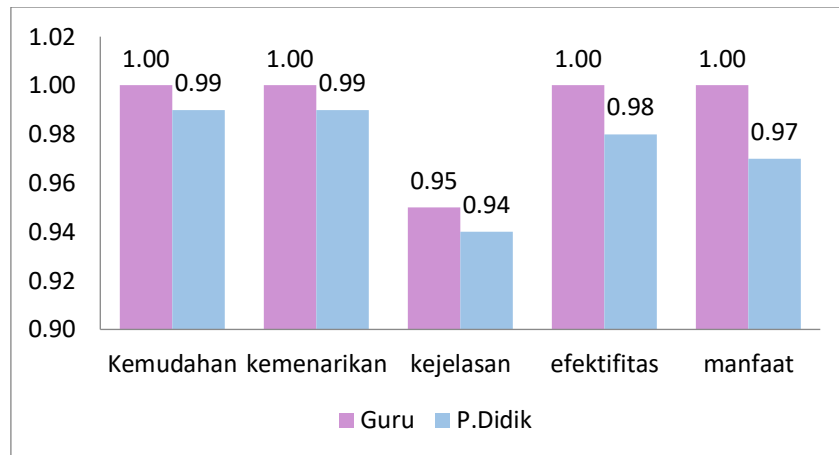
Mendesain dan melakukan evaluasi formatif

Verifikasi keandalan bahan ajar interaktif merupakan tahap awal. Hasil validasi dari tiga orang pakar yang merupakan dosen fisika FMIPA UNP. Berikut ini adalah nilai validasi yang dihasilkan oleh ketiga validator tersebut.



Gambar 2. Hasil validitas

Berdasarkan gambar di atas dilihat bahwasanya nilai indikator validasi diantaranya 0,96, 0,99, 0,98, 0,91, 0,91 dan 0,94. Nilai rata-rata validasi E-modul Berbasis *PBL* guna memfasilitasi *Science Explanation Skill* ini adalah 0,93 kategori sangat valid. Jadi, nilai validasi E-modul Berbasis *PBL* guna Memfasilitasi *Science Explanation Skill* berada pada validitas yang valid untuk dipakai. Tahap berikutnya yaitu praktikalitas produk. Lembar angket praktikalitas ini diisi oleh 2 guru fisika kelas XI fase F dan 12 orang siswa kelas XI fase F di SMA N 1 X Koto, untuk bisa memberi penilaian pada angket praktikalitas tersebut. Hasil dari validasi ketiga praktikalitas diplot dalam grafik dibawah ini.



Gambar 3. Hasil praktikalitas guru dan peserta didik

Gambar di atas memperlihatkan bahwasanya nilai indikator praktikalitas guru diantaranya 1,00, 1,00, 0,95, 1,00, 1,00 dan nilai indikator praktikalitas peserta didik diantaranya 0,99, 0,99, 0,94, 0,98 dan 0,97. Nilai rata-rata kedua E-modul Berbasis *PBL* guna memfasilitasi *Science Explanation Skill* ini adalah 0,97 dengan kategori sangat valid. Jadi, nilai praktikalitas E-modul Berbasis *PBL* guna Memfasilitasi *Science Explanation Skill* berada pada praktikalitas yang sangat praktis untuk digunakan.

Tahap Revisi

Tahap revisi dilakukan jika adanya perbaikan pada e-modul. Revisi ini memuat saran-saran dari 3 tenaga ahli, revisi ini terus dilakukan hingga produk dinyatakan valid. Revisi ini juga memuat hasil dari saran dan komentar dari praktikalitas siswa dan guru. Setelah dilakukan tahap praktikalitas kepada 12 orang siswa dan guru di SMA N 1 X Koto, didapatkan bahwasanya E-modul yang dikembangkan sudah dinyatakan praktis digunakan. Sehingga tidak perlu adanya revisi pada E-modul ini.

DISKUSI

Penelitian ini menunjukkan bahwasanya pengembangan e-modul interaktif berbasis *PBL* pada materi fluida kelas XI Fase F efektif dalam mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran, khususnya dalam mengembangkan keterampilan *Science Explanation Skill* peserta didik. Temuan ini sejalan dengan kajian kurikulum merdeka yang menekankan pentingnya kemampuan peserta didik dalam menjelaskan fenomena ilmiah secara logis, runtut, dan berbasis bukti (Kemendikbudristek BSKAP, 2020).

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan adanya kesenjangan antara tuntutan capaian pembelajaran dan praktik pembelajaran di kelas, dimana pendekatan ceramah dan praktik telah mendominasi sampai sekarang. Hal ini memperkuat urgensi pengembangan media pembelajaran inovatif yang mampu memfasilitasi proses berpikir ilmiah peserta didik secara aktif. Penerapan model PBL terbukti relevan dalam menjawab kebutuhan tersebut, karena pendekatan ini mendorong peserta didik untuk menyelesaikan masalah kontekstual, mendiskusikan argumen ilmiah, dan menyusun penjelasan berbasis bukti.

E-modul yang dikembangkan mengintegrasikan lima sintaks PBL dalam kegiatan pembelajaran yang terstruktur, interaktif, dan kontekstual. Keberadaan elemen-elemen seperti latihan interaktif, panduan eksperimen, dan fitur multimedia turut berkontribusi terhadap peningkatan motivasi dan partisipasi aktif peserta didik. Temuan ini konsisten dengan penelitian (Halim, Umi Nada, Maya Kartika Sari, 2023), yang menyatakan bahwasanya pemanfaatan teknologi dalam bahan ajar bisa memperkuat pengalaman belajar peserta didik secara mandiri maupun kolaboratif.

Uji validitas dan praktikalitas yang dilakukan memperlihatkan bahwasanya e-modul dinilai sangat valid serta praktis, baik oleh validator ahli maupun pengguna (guru dan peserta didik). Hal ini mengindikasikan bahwasanya produk yang dikembangkan tidak hanya layak dari sisi konten, desain, dan strategi pembelajaran, tetapi juga mudah digunakan dan bermanfaat dalam praktik pembelajaran. Temuan ini juga diperkuat oleh penelitian serupa (Irawan et al., 2023; Najib et al., 2018), yang menekankan pentingnya kesesuaian antara desain bahan ajar dan karakteristik peserta didik dalam menghasilkan pengalaman belajar yang bermakna. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwasanya pengembangan e-modul interaktif berbasis PBL menjadi solusi alternatif dalam pembelajaran fisika, khususnya dalam peningkatan *Science Explanation Skill*. E-modul ini termasuk diantara inovasi pembelajaran yang mampu menjembatani kebutuhan kurikulum dengan kenyataan di lapangan, serta menjadi referensi dalam pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi pada materi lainnya.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwasanya e-modul interaktif berbasis *Problem-Based Learning* yang dikembangkan untuk materi fluida kelas XI Fase F dinyatakan valid dan praktis. Validasi oleh tim ahli menunjukkan kelayakan tinggi pada aspek substansi materi, desain pembelajaran, tampilan visual, sintaks PBL, indikator *Science Explanation Skill*, dan pemanfaatan software. Sementara itu, uji praktikalitas oleh guru dan siswa juga memperoleh kategori sangat tinggi pada aspek kemudahan penggunaan, daya tarik, efektivitas, dan manfaat

modul. Penelitian menunjukkan bahwasanya e-modul ini bisa meningkatkan pemahaman konseptual siswa tentang fisika, serta mendorong mereka mengembangkan keterampilan penjelasan ilmiah berbasis data dan logika. Oleh karena itu, e-modul ini layak dipakai sebagai media pembelajaran alternatif guna mendukung pembelajaran aktif dan pengembangan *Science Explanation Skill* di tingkat SMA

REFERENSI

- Cheng, M., & Brown, D. (2015). Peran kriteria pemodelan ilmiah dalam mengembangkan ide penjelasan siswa tentang magnetisme. *Jurnal Penelitian dalam Pengajaran Sains*.
- Date, R., & Search, Q. (2019). *Efektivitas penggunaan model pembelajaran kooperatif tipe Jigsaw di SMPN 5 Satu Atap Tempunak Kabupaten Sintang*.
- Desnita, D., Festiyed, F., Novitra, F., Ardiva, A., & Navis, M. Y. (2022). The effectiveness of CTL-based physics e-module on the improvement of the creative and critical thinking skills of senior high school students. **TEM Journal*, 11*(2), 802–810. <https://doi.org/10.18421/TEM112-38>
- Kokasih, E. (2021). **Pengembangan bahan ajar** (B. S. Fatmawati, Ed.). Jakarta Timur: PT Bumi Aksara.
- Festiyed, F., Juanda, F., & Dewi, W. S. A. (2023). *The effect of electronic modules based on problem-based learning on creative thinking ability*. **Jurnal**, *1*(2), 211–216.
- Festiyed, F. (2014). *Pengembangan generic life skill siswa sekolah menengah pertama pada pembelajaran fisika*.
- Festiyed, F. (2018). *Perubahan paradigma proses pembelajaran dalam memberikan layanan profesional berbasis karakter*. <https://doi.org/10.31227/osf.io/t7m2p>
- Halim, U. N., Sari, M. K., & H. D. N. A. E. (2023). Pengembangan e-modul berbasis flipbook untuk. **Jurnal Pendidikan*, 4*, 1274–1285.
- Hanum, S. A., Studi, P., & Pendidikan, M. (2021). Analisis effect size pengaruh bahan ajar fisika dan IPA terpadu terhadap hasil belajar siswa. **Jurnal Pendidikan**, *7*(2), 144–153.
- Kemendikbudristek BSKAP. (2020). **Kurikulum Merdeka: Capaian pembelajaran dan panduan pengembangan bahan ajar**. Kemendikbudristek. Jakarta. Diambil dari laman litbang.kemdikbud.go.id
- Lastri, Y. (2023). Pengembangan dan pemanfaatan bahan ajar e-modul dalam proses pembelajaran. **Jurnal**, *3*, 1139–1146.
- Lestari, R. V. A., & Hindun. (2023). Penerapan 4C (Communication, Collaboration, Critical Thinking, Creativity) pada Kurikulum Merdeka di tingkat SMA. **Journal of Indonesian Language Research*, 3*(2), 15–26.
- Mardhiyyah, L., Supeno, S., & Ridloz, Z. R. (2022). Development of e-modules to improve scientific explanation skills in science learning for junior high school students. **Jurnal Pendidikan MIPA*, 23*(1), 34–44. <https://doi.org/10.23960/jpmipa/v23i1.pp34-44>
- Mongkau, J. G., & Pangkey, R. D. H. (2024). Kurikulum Merdeka: Memperkuat keterampilan abad 21 untuk generasi emas. **Journal on Education*, 6*(4), 22018–22030. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i4.6323>
- Oktavia, S., Puspitasari, H., & D. S. (2021). Improving students' science process and critical thinking skills using semi-research patterns practicum. **JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 6*(1), 82–91. <https://doi.org/10.15575/jtk.v6i1.12495>

- Putri, U. D., & Sari, S. (2015). Penerapan pendekatan saintifik melalui model discovery learning pada materi fluida statis untuk meningkatkan hasil belajar siswa di kelas X SMA Negeri 8 Surabaya. **Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)**.
- Quinn, H., Schweingruber, H., Keller, T., & Framework, C. (2012). **A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas**. Washington, DC: National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Rojikin, M., Zainur Rasyid, R., & Supeno, S. (2022). Development of e-modules to improve scientific explanation ability of students in science learning on digestive system materials. **SEJ (Science Education Journal)**, 6*(1), 1–21. <https://doi.org/10.21070/sej.v6i1.1618>
- Sanjaya, W. (2016). **Media pembelajaran: Pengembangan dan pemanfaatannya**. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Sugiyono, P. D. (2016). **Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R & D**. Bandung: Alfabeta.
- Usmeldi. (2021). **Model penelitian pengembangan dalam pendidikan sains**. UNP Press.
- Wahyuni, H., & A. T. W. (2023). Efektivitas scaffolding worksheet terhadap hasil belajar ilmiah siswa keterampilan penjelasan dalam listrik statis dan aplikasinya pada makhluk hidup. **Jurnal Penelitian Pendidikan IPA**. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i5.2577>
- Wang, C. Y. (2015). Scaffolding middle school students' construction of scientific explanations: Comparing a cognitive versus a metacognitive evaluation approach. **International Journal of Science Education**, 37*(2), 237–271. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.979378>
- Watters, S. B., & O'Reilly, P. A. (2008). **Statistics in a nutshell**. O'Reilly Media, Inc.
- Yao, J., Guo, Y., & Neumann, K. (2016). Towards a hypothetical learning progression of scientific explanation. **Asia-Pacific Science Education**. <https://doi.org/10.1186/s41029-016-0011-7>