

Validitas E-Modul Berbantuan Assemblr EDU Berbasis Project Based-Learning Terintegrasi Kearifan Lokal untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Keterampilan Proses Sains

^{1*} Nurul Islamiah, ^{1,2} Agus Ramdani, ^{1,3} Saprizal Hadisaputra

¹ Program Study Magister Pendidikan IPA, Pascasarjana Universitas Mataram

*Corresponding Author e-mail: islamiahnurul61@gmail.com

Received: November 2025; Revised: November 2025; Published: December 2025

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan elektronik modul berbantuan Assemblr EDU berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) yang terintegrasi kearifan lokal yang valid. Integrasi kearifan lokal dan teknologi AR melalui Assemblr EDU diperlukan untuk menjembatani kesenjangan antara konsep abstrak IPA dengan konteks kehidupan nyata siswa, yang selama ini belum banyak dikaji dalam penelitian sebelumnya. Pengembangan dilakukan dengan model 4D (Define, Design, Develop, Disseminate) yang dibatasi hingga tahap develop. Model ini dipilih karena mampu mengarahkan proses pengembangan secara terstruktur. Tahap develop difokuskan pada validasi ahli dan penyempurnaan e-modul berdasarkan hasil penilaian untuk memastikan kualitas produk sebelum diimplementasikan. Objek validasi penelitian ini adalah ATP, modul ajar, E-Modul, Instrumen Tes Literasi Sains, Instrumen angket keterampilan proses sains. Validasi dilakukan dengan enam validator dari ahli materi, ahli media, ahli Bahasa, dan guru praktisi. Instrument yang digunakan adalah angket validasi yang dianalisis secara kuantitatif menggunakan rumus aiken's V dan reliabilitas dinilai menggunakan *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC). Hasil validasi menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran e-modul berada pada kategori "valid" dengan skor diatas 0,79 dengan nilai rata-rata skor 0,9. Hasil reliabilitas menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran e-modul berada pada kategori "reliabel" dengan skor keseluruhan diatas 0,75 dengan rata-rata skor 0,79. Modul ini dinyatakan valid dan reliabel untuk digunakan dalam pembelajaran IPA kontekstual berbasis kearifan lokal. Berdasarkan hasil validasi, e-modul ini berpotensi meningkatkan literasi sains dan keterampilan proses sains siswa melalui penyajian materi yang interaktif, kontekstual, dan sesuai kebutuhan pembelajaran abad 21.

Kata kunci: Elektronik Modul, Project-Based Learning, Assemblr EDU, Literasi Sains, Keterampilan Proses Sains, Kearifan Lokal.

How to Cite: Islamiah, N., Ramdani, A., Hadisaputra, S. (2025). Validitas E-Modul Berbantuan Assemblr EDU Berbasis PjBL Terintegrasi Kearifan Lokal untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Keterampilan Proses Sains. *Journal of Authentic Research*, 4(2), 2814-2824. <https://doi.org/10.36312/xej0c034>



<https://doi.org/10.36312/xej0c034>

Copyright© 2025, Islamiah et al.

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Era revolusi industri 5.0 telah membawa perubahan paradigma dalam dunia pendidikan, dimana integrasi teknologi digital memberikan inovasi yang besar pada bidang pendidikan dalam penyediaan akses pendidikan yang lebih mudah, fleksibel, dan responsif terhadap kebutuhan lokal dan struktur pendidikan (Rahmadani *et al*, 2024; Harun, 2022; Ambarwati *et al*, 2021). Perkembangan pesat teknologi digital menuntut pendidik untuk mengimplementasikan pembelajaran berbasis digital guna mempersiapkan menghadapi tantangan kompleks di abad ke-21 (Pratiwi *et al*, 2019;

Putri, 2023). Pendidikan abad ke-21 menuntut terciptanya sumber daya manusia yang berkualitas agar dapat bersaing secara global, baik dari segi pemikiran, kemampuan, dan keterampilan (Ramdani *et al.*, 2021). Karakteristik dari pembelajaran abad ke-21 adalah pembelajaran yang memanfaatkan berbagai metode pembelajaran yang mudah diakses, dilakukan dimanapun dan kapanpun, serta interaksi dapat dilakukan secara online, baik pembelajarannya berbasis *e-learning*, *autonomic learning*, *blended learning*, dan *hybrid learning* (Mesra, 2023). Hal ini sejalan dengan konsep Society 5.0, di mana proses pembelajaran dapat dilakukan kapan saja dan di mana saja, dengan atau tanpa kehadiran fisik pengajar. Oleh karena itu, sistem pendidikan harus didesain agar mampu menyiapkan peserta didik yang siap menghadapi tantangan dan dinamika era digital serta mampu beradaptasi dengan perkembangan teknologi dan informasi secara cepat dan efektif (Kadarisman *et al.*, 2022).

Salah satu tantangan utama pendidikan sains di Indonesia adalah rendahnya literasi dan keterampilan proses sains peserta didik. Literasi sains mencerminkan kemampuan menerapkan pengetahuan ilmiah dalam kehidupan sehari-hari (OECD., 2019), sedangkan keterampilan proses sains mencakup observasi, eksperimen, interpretasi data, dan komunikasi hasil (Supornpanitkul *et al.*, 2025). Hasil PISA menunjukkan skor literasi sains Indonesia menurun dari 403 (2015) menjadi 383 (2022) (Nur'aini *et al.*, 2021; OECD., 2022), antara lain karena kurangnya strategi pembelajaran yang melatih keterampilan abad ke-21 (Zakaria *et al.*, 2021). Observasi juga menunjukkan keterampilan proses sains masih rendah akibat pembelajaran yang belum optimal (P Agni *et al.*, 2024), menandakan perlunya pendekatan inovatif. Dalam kerangka inilah bahan ajar digital berbentuk e-modul muncul sebagai terobosan inovatif yang mampu menyajikan pengalaman belajar interaktif dan personalisasi pembelajaran sesuai karakter peserta didik.

Berdasarkan hasil studi, rendahnya keterampilan proses sains peserta didik juga masih menjadi persoalan serius di berbagai jenjang pendidikan. Penelitian oleh Syafiqah *et al.* (2024) menunjukkan bahwa keterampilan proses sains peserta didik kelas VIII SMP hanya mencapai rata-rata 40,58% dan berada pada kategori sedang, dengan sebagian besar siswa belum terampil dalam aspek mengamati, merumuskan hipotesis, dan merancang eksperimen. Sementara itu, penelitian Mahmudah *et al.* (2019) menemukan bahwa 76% siswa SMA di Kota Bandung memiliki keterampilan proses sains dalam kategori rendah, terutama pada aspek mendesain eksperimen, mengidentifikasi variabel, dan membuat hipotesis, akibat kurangnya latihan keterampilan proses sains dalam pembelajaran sehari-hari. Temuan ini menguatkan pentingnya inovasi pembelajaran yang mampu melatih keterampilan proses sains secara lebih intensif.

Elektronik modul memiliki pengertian sebagai bahan ajar otonom, yang dibuat secara terstruktur dipergunakan pada kegiatan pembelajaran dengan harapan dapat menyelesaikan tujuan pembelajaran, yang ditampilkan dalam representasi elektronik dengan pedoman penggunaan secara mandiri (Ramdani & Artayasa., 2022). E-modul mencakup keseluruhan bahasan secara terpadu, tanpa ketergantungan terhadap sumber belajar yang lainnya, serta penggunaannya mudah karena praktis, ringan, serta tanpa batasan ruang dan waktu yang didalamnya berisi materi pembelajaran

(Susanti *et al.*, 2020; Situmorang *et al.*, 2020). E-modul sebagai media pembelajaran digital menawarkan berbagai keunggulan seperti, mengintegrasikan teks, gambar, grafik, musik, animasi, video, dan elemen multimedia lainnya untuk meningkatkan efektivitas dalam menyampaikan pesan dan maksud dari pengguna (Ramdani & Artayasa, 2022). Dalam pembelajaran IPA, khususnya untuk materi konsep-konsep abstrak, e-modul dapat menyajikan representasi multidimensi yang dapat memudahkan pemahaman peserta didik. Karakteristik ini menjadikan e-modul sebagai alat yang efektif untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik dan memperkuat pemahaman konseptual.

Salah satu platform yang mendukung pengembangan e-modul interaktif adalah assemblr EDU. Penggunaan e-modul berbasis teknologi seperti Assemblr EDU menjadi solusi potensial, mengingat peserta didik masa kini cenderung menyukai pembelajaran visual, interaktif, dan kontekstual (Idris *et al.*, 2022; Hadisaputra *et al.*, 2020). Namun, pembelajaran di sekolah masih didominasi metode konvensional seperti ceramah dan media statis, yang berdampak pada rendahnya minat belajar sains. Integrasi Assemblr EDU berbasis Augmented Reality (AR) menawarkan pengalaman belajar konkret dan menarik (Rassyi *et al.*, 2023; Rahman *et al.*, 2024). Dengan menggabungkan AR dan model Project Based Learning (PjBL), peserta didik dapat memahami konsep abstrak secara visual sambil aktif menyelesaikan proyek, memecahkan masalah, dan bertanggung jawab atas pembelajarannya (Yustiqvar *et al.*, 2019). PjBL juga terbukti efektif meningkatkan partisipasi, hasil belajar, dan keterampilan abad ke-21 (Arici & Yilmaz., 2023).

Integrasi kearifan lokal dalam pembelajaran banyak dipublikasikan terbukti mampu meningkatkan literasi sains dan keterampilan proses sains karena dekat dengan pengalaman hidup peserta didik (Lestari *et al.*, 2024; Dewi *et al.*, 2021; Minasari *et al.*, 2020). Namun, kajian terkait E-modul berbantuan Assemblr EDU berbasis PjBL terintegrasi kearifan lokal untuk meningkatkan sains dan keterampilan proses sains peserta didik belum pernah dilaporkan, sehingga penelitian ini sangat perlu dilakukan. Beberapa penelitian sebelumnya juga hanya mengembangkan e-modul tanpa mengintegrasikan teknologi Augmented Reality (AR) maupun kearifan lokal. Misalnya, Syafiqah *et al.* (2024) mengembangkan e-modul IPA untuk meningkatkan keterampilan proses sains namun masih terbatas pada materi konvensional tanpa pemanfaatan fitur interaktif berbasis AR atau penguatan nilai-nilai lokal dalam pembelajaran. Hal serupa ditemukan dalam penelitian Arsyad *et al.* (2022), yang fokus pada pengembangan modul fisika berbasis eksperimen sederhana, namun belum mengintegrasikan pendekatan pembelajaran berbasis proyek ataupun teknologi visual interaktif. Oleh karena itu, pengembangan e-modul dalam penelitian ini memiliki keunggulan inovatif dengan menggabungkan teknologi AR melalui Assemblr EDU, model Project-Based Learning (PjBL), serta penguatan kearifan lokal secara bersamaan.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*research and development*). Penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu (Sugiyono, 2013). Model penelitian yang digunakan yaitu 4D meliputi 4 tahap yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate* (Thiagarajan, 1974).

Subjek Penelitian

Subjek penelitian pada tahap validasi pengembangan e-modul ini terdiri dari enam orang validator ahli, yang terdiri atas tiga orang dosen ahli bidang pendidikan IPA dan tiga orang guru IPA SMP. Penentuan subjek penelitian dilakukan secara purposive sampling dengan pertimbangan kriteria tertentu. Adapun kriteria yang digunakan dalam penentuan validator adalah memiliki latar belakang pendidikan doktor di bidang pendidikan IPA, memiliki pengalaman minimal lima tahun dalam mengajar atau dalam pengembangan media pembelajaran, serta memiliki kompetensi dalam bidang pengembangan bahan ajar berbasis teknologi. Kriteria spesifik tambahan yang dijadikan pertimbangan adalah: (1) memiliki rekam jejak publikasi ilmiah terkait model pembelajaran project-based learning (PjBL), penggunaan Augmented Reality (AR), atau pengembangan bahan ajar digital, minimal dua artikel dalam jurnal terakreditasi nasional atau internasional; (2) memiliki pengalaman praktis dalam pengembangan e-modul berbasis teknologi pendidikan minimal satu proyek pengabdian masyarakat atau penelitian pengembangan; dan (3) aktif terlibat dalam pelatihan atau workshop pengembangan media pembelajaran berbasis digital atau kontekstual dalam lima tahun terakhir. Pemilihan dosen sebagai validator ditujukan untuk mengevaluasi kelayakan isi, kesesuaian materi, dan integrasi model pembelajaran project-based learning serta kearifan lokal dalam e-modul. Sementara itu, guru IPA dipilih untuk menilai aspek keterbacaan, kesesuaian materi dengan kurikulum, serta kelayakan penggunaan e-modul dalam proses pembelajaran di satuan pendidikan..

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam tahap validasi pengembangan e-modul adalah lembar validasi yang dirancang khusus untuk menilai kualitas e-modul dari berbagai aspek. Lembar validasi ini disusun dalam bentuk skala Likert lima poin dengan rentang skor mulai dari 1 (sangat tidak sesuai) hingga 5 (sangat sesuai). Instrumen penelitian yang digunakan dalam pengembangan e-modul ini terdiri dari beberapa instrumen yaitu ATP, modul ajar, e-modul, instrumen literasi sains, dan instrumen keterampilan proses sains.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan model 4D yang terdiri dari empat tahap pengembangan yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Prosedur penelitian diawali dengan tahap *define* yang melibatkan analisis kebutuhan melalui studi literatur, observasi lapangan, dan wawancara guru IPA. Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah terkait kebutuhan bahan ajar yang kontekstual dan interaktif. Selanjutnya, tahap *design* dilakukan untuk merancang prototipe awal e-modul, yang meliputi penyusunan alur tujuan pembelajaran, pemilihan materi ajar, perancangan konten berbasis Assemblr EDU, serta integrasi model project-based learning dan kearifan lokal. Setelah rancangan awal selesai, penelitian berlanjut ke tahap *develop* yang berfokus pada validasi ahli. Pada tahap ini, e-modul yang telah

dikembangkan diserahkan kepada enam validator untuk dilakukan penilaian kevalidan. Validator memberikan penilaian terhadap kelayakan produk melalui lembar validasi yang telah disediakan. Setelah penilaian dilakukan, dilakukan rekapitulasi hasil validasi sebagai dasar untuk revisi produk sebelum digunakan lebih lanjut. Pada tahap disseminate, kegiatan penelitian difokuskan pada proses penyebaran hasil pengembangan e-modul yang telah divalidasi.

Indikator Keberhasilan

Indikator keberhasilan dalam tahap validasi pengembangan e-modul ini ditentukan melalui validitas dan reliabilitasnya. Pertama, dari aspek validitas, e-modul dinyatakan valid apabila nilai indeks Aiken's V yang diperoleh dari penilaian para validator ahli berada pada kategori tinggi, yaitu minimal sebesar 0,79 dengan rater 6 dan kategori 5 (skala likers). Validitas meliputi penilaian terhadap isi materi, desain tampilan media, penggunaan bahasa, serta kesesuaian penerapan model pembelajaran project-based learning dan integrasi kearifan lokal dalam e-modul. Kedua, dari aspek reliabilitas, e-modul dinyatakan reliabel apabila hasil penilaian para validator menunjukkan tingkat konsistensi yang tinggi. Reliabilitas dianalisis menggunakan uji konsistensi antar-penilai (*inter-rater reliability*), yang dihitung dengan rumus koefisien reliabilitas, misalnya menggunakan uji interclass correlation coefficient (ICC) pada instrumen validasi. Produk e-modul dinyatakan reliabel apabila nilai koefisien reliabilitas menunjukkan kategori tinggi, yaitu berada di atas 0,75, yang menunjukkan adanya kesepakatan yang kuat antar-validator terhadap kualitas produk

Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara kuantitatif deskriptif, yang difokuskan untuk menguji validitas dan reliabilitas dari e-modul yang telah dikembangkan. Analisis data validitas dilakukan menggunakan indeks **Aiken's V** untuk mengetahui tingkat kesepakatan para validator ahli terhadap kelayakan e-modul berdasarkan beberapa aspek, yaitu isi materi, desain media, bahasa, dan kesesuaian model pembelajaran. Rumus Aiken's V yang digunakan adalah $V = \sum s / [n(c - 1)]$, di mana s adalah skor yang diberikan validator dikurangi skor terendah, n adalah jumlah validator, dan c adalah jumlah kategori skala penilaian. Hasil perhitungan Aiken's V kemudian diinterpretasikan dengan kriteria dengan nilai $V \geq 0,79$. Selain validitas, penelitian ini juga menganalisis data reliabilitas untuk mengukur konsistensi penilaian antar-validator. Analisis reliabilitas dilakukan dengan menghitung koefisien reliabilitas menggunakan *inter-rater reliability*. Teknik analisis reliabilitas dapat menggunakan perhitungan koefisien *Interclass Correlation Coefficient* (ICC). Reliabilitas dianggap tinggi apabila nilai koefisiennya lebih dari 0,75, sesuai dengan standar umum dalam penelitian pengembangan. Pengujian reliabilitas bertujuan untuk memastikan bahwa penilaian yang diberikan oleh validator bersifat konsisten dan stabil pada seluruh aspek yang dinilai.

Secara keseluruhan, hasil analisis data baik validitas maupun reliabilitas disajikan dalam bentuk deskriptif kuantitatif. Hasil tersebut digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan e-modul sebelum dilakukan revisi akhir. Produk e-modul dinyatakan valid dan reliabel apabila memenuhi kriteria validitas (Aiken's $V \geq 0,79$) dan reliabilitas tinggi (koefisien $\geq 0,75$), sehingga layak untuk dilanjutkan ke tahap diseminasi.

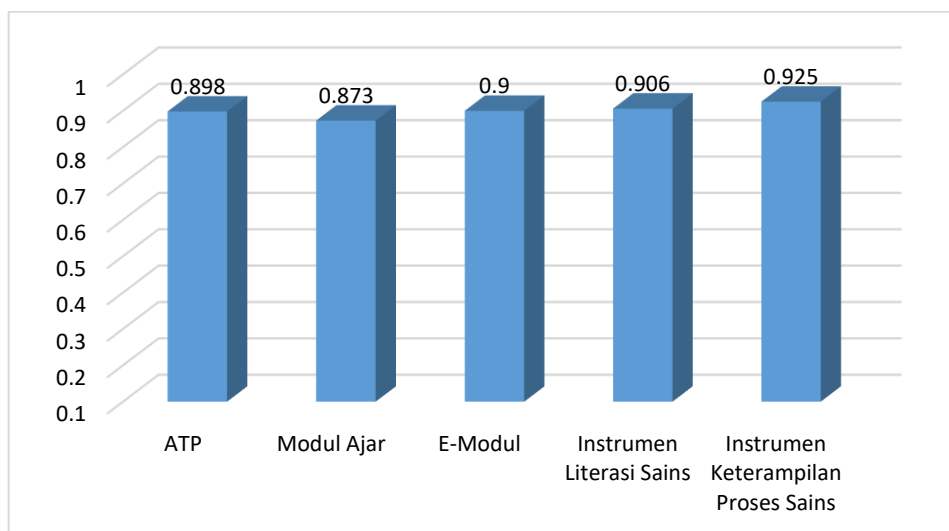
HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses validasi produk pengembangan dilakukan terhadap lima komponen utama yang meliputi Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), Modul Ajar, E-Modul berbantuan Assemblr EDU, Instrumen Literasi Sains, dan Instrumen Keterampilan Proses Sains. Validasi dilakukan oleh enam validator yang terdiri dari tiga orang dosen ahli dan tiga orang guru mata pelajaran IPA. Validasi bertujuan untuk mengetahui sejauh mana produk yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan berdasarkan aspek isi, tampilan media, bahasa, dan kesesuaian penerapan model pembelajaran project-based learning serta integrasi kearifan lokal. Analisis data menggunakan indeks Aiken's V yang menginterpretasikan nilai validitas dengan kategori tinggi apabila $V \geq 0,79$. Berikut hasil validasi perangkat pembelajaran disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran

Komponen	Indeks Aiken's V	Keterangan
Alur Tujuan Pembelajaran	0,898	Valid
Modul Ajar	0,873	Valid
E-Modul	0,90	Valid
Instrumen Literasi Sains	0,906	Valid
Instrumen Keterampilan Proses Sains	0,925	Valid

Berdasarkan kriteria penilaian signifikansi aiken's V dengan total rater 6 dan 5 kategori (skala likers), perangkat akan dikatakan valid apabila nilai signifikansi Aikens $V > 0,79$, maka perangkat pembelajaran valid. Nilai signifikansi aiken's V ATP adalah 0,898. Nilai ini mengindikasikan bahwa ATP telah sesuai dengan capaian pembelajaran Kurikulum Merdeka, dan valid digunakan sebagai acuan pembelajaran yang terstruktur, linier, serta mendukung literasi sains dan keterampilan proses sains peserta didik. Nilai signifikansi aiken's V modul ajar adalah 0,873. Modul ajar yang mengadopsi model Project-Based Learning (PjBL) ini telah memenuhi kelayakan isi, penyajian, dan integrasi kearifan lokal, sehingga layak digunakan sebagai pedoman pelaksanaan pembelajaran. Nilai signifikansi aiken's V e-modul adalah 0,90. Validasi ini membuktikan bahwa e-modul layak dari sisi substansi materi, interaktivitas teknologi, serta keberhasilan integrasi unsur kearifan lokal dalam pembelajaran berbasis proyek. Nilai signifikansi aiken's V instrumen literasi sains adalah 0,906. Instrumen ini telah memenuhi standar pengukuran kompetensi literasi sains yang relevan dengan konteks lokal. Nilai signifikansi aiken's V instrumen keterampilan proses sains adalah 0,925. Adapun hasil nilai validasi perangkat pembelajaran dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Hasil Nilai Validasi Perangkat Pembelajaran

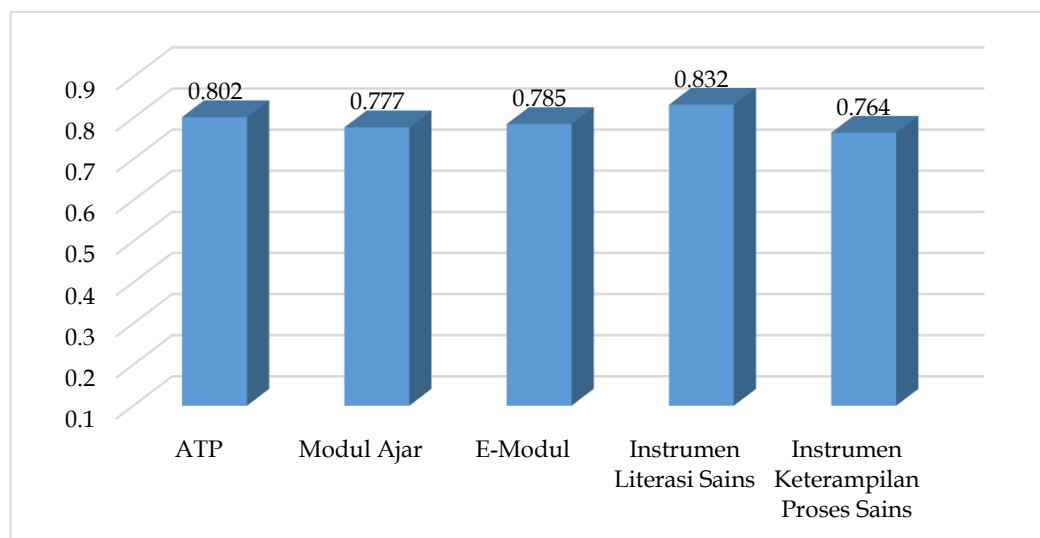
Ini menunjukkan bahwa instrumen telah valid untuk mengukur aspek keterampilan ilmiah peserta didik yang dikembangkan selama proses pembelajaran IPA. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa produk yang dikembangkan valid dan layak untuk diujicobakan.

Uji reliabilitas bertujuan untuk mengetahui sejauh mana konsistensi hasil pengukuran dari setiap komponen instrumen yang telah dikembangkan. Pengujian reliabilitas menggunakan pendekatan *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC) untuk menilai konsistensi antar-penilai terhadap komponen yang divalidasi. Interpretasi reliabilitas mengacu pada kriteria dari Koo dan Li (2016), yaitu nilai $ICC \geq 0,75$ dikategorikan reliabel, dan nilai $\geq 0,9$ dikategorikan sangat reliabel. Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai ICC ditampilkan sebagai berikut pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Reliabilitas Perangkat Pembelajaran

Komponen	ICC	Keterangan
Alur Tujuan Pembelajaran	0,802	Reliabel
Modul Ajar	0,777	Reliabel
E-Modul	0,785	Reliabel
Instrumen Literasi Sains	0,832	Reliabel
Instrumen Keterampilan Proses Sains	0,764	Reliabel

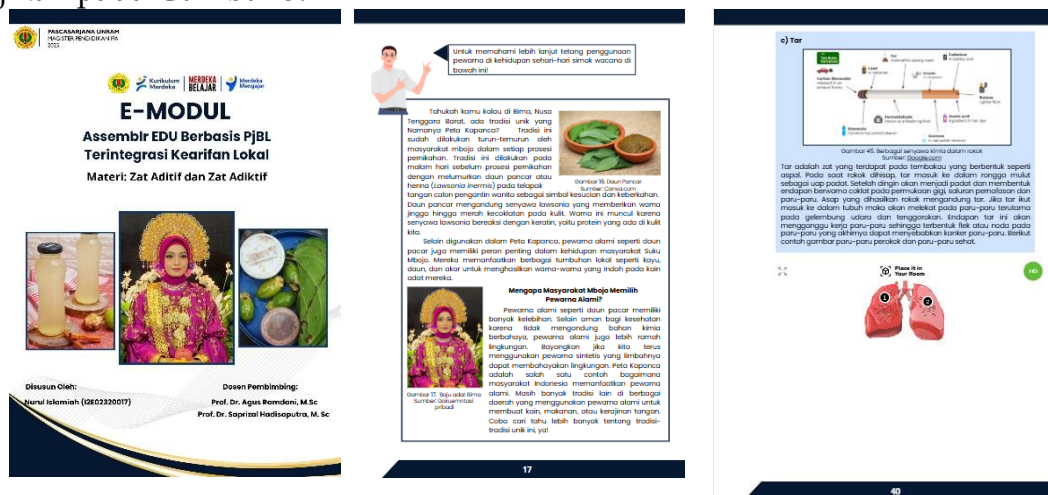
Berdasarkan penilaian hasil reliabilitas dari kelima komponen perangkat pembelajaran yang dikembangkan yaitu nilai ICC untuk ATP adalah 0,802, nilai ICC untuk modul ajar adalah 0,777, nilai ICC untuk e-modul adalah 0,785, nilai ICC untuk instrumen literasi sains adalah 0,832, dan nilai ICC untuk instrumen keterampilan proses sains adalah 0,764. Adapun hasil nilai Reliabilitas perangkat pembelajaran dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Hasil Nilia Reliabilitas Perangkat Pembelajaran

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa seluruh komponen perangkat pembelajaran yang dikembangkan berada pada kategori reliabel, yang berarti konsistensi dan dapat diandalkan dalam pengukuran dan layak untuk digunakan dalam tahap uji coba pengembangan.

Produk utama yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah e-modul berbantuan Assemblr EDU berbasis Project-Based Learning (PjBL) yang terintegrasi dengan kearifan lokal. Pengembangan e-modul ini diarahkan untuk menghadirkan media pembelajaran interaktif, kontekstual, serta sesuai dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21. Berikut tampilan e-modul Berbantuan Assemblr EDU Berbasis Project Based Learning Terintegrasi Kearifan Lokal yang dikembangkan disajikan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Produk E-Modul Berbantuan Assemblr EDU Berbasis PjBL Terintegrasi Kearifan Lokal

Keunggulan utama dari e-modul ini terletak pada integrasi teknologi augmented reality (AR) melalui platform Assemblr EDU, sehingga mampu menyajikan visualisasi tiga dimensi yang menarik bagi peserta didik. Aspek interaktivitas e-modul dinilai sangat relevan dengan karakteristik generasi pembelajar saat ini, yang cenderung memiliki preferensi terhadap media pembelajaran visual, interaktif, dan praktis. Hal ini sejalan dengan peran e-modul sebagai media belajar mandiri yang fleksibel tanpa batasan ruang dan waktu. Dengan

capaian validitas dan reliabilitas tersebut, e-modul yang dikembangkan dipandang mampu menjadi media pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan literasi sains dan keterampilan proses sains peserta didik, khususnya pada materi zat aditif dan zat adiktif. Selain memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, e-modul ini juga menawarkan pembelajaran yang lebih bermakna karena mengaitkan materi IPA dengan konteks lokal serta teknologi modern. Keunggulan inilah yang membedakan e-modul hasil penelitian ini dari produk serupa yang sebelumnya belum mengintegrasikan AR dan kearifan lokal secara optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran berupa Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), Modul Ajar, E-Modul berbantuan Assemblr EDU, Instrumen Literasi Sains, dan Instrumen Keterampilan Proses Sains telah melalui proses validasi oleh enam orang validator ahli. Hasil validasi menggunakan indeks Aiken's V menunjukkan bahwa seluruh komponen pengembangan memperoleh nilai validitas di atas 0,79, yang menunjukkan kriteria valid. Secara rinci, nilai Aiken's V untuk ATP sebesar 0,898, Modul Ajar sebesar 0,873, E-Modul sebesar 0,900, Instrumen Literasi Sains sebesar 0,906, dan Instrumen Keterampilan Proses Sains sebesar 0,925. Secara umum, e-modul berbantuan Assemblr EDU dinyatakan valid dengan Aiken's V rata-rata $> 0,9$.

Selain itu, hasil uji reliabilitas menggunakan pendekatan Intraclass Correlation Coefficient (ICC) menunjukkan bahwa seluruh komponen pengembangan memiliki nilai ICC di atas 0,75, yang termasuk dalam kategori reliabel. Secara rinci, nilai ICC untuk ATP sebesar 0,802, Modul Ajar sebesar 0,777, E-Modul sebesar 0,785, Instrumen Literasi Sains sebesar 0,832, dan Instrumen Keterampilan Proses Sains sebesar 0,764. Hal ini mengindikasikan adanya konsistensi penilaian yang tinggi antar-validator terhadap semua komponen produk pengembangan.

Dengan demikian, perangkat pembelajaran yang dikembangkan, khususnya e-modul berbantuan Assemblr EDU berbasis Project-Based Learning terintegrasi kearifan lokal, telah memenuhi kriteria valid dan reliabel serta layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran IPA pada materi zat aditif dan zat adiktif untuk mendukung peningkatan literasi sains dan keterampilan proses sains peserta didik.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, peneliti merekomendasikan agar perangkat pembelajaran berupa e-modul berbantuan Assemblr EDU berbasis Project-Based Learning terintegrasi kearifan lokal dapat diimplementasikan secara lebih luas sebagai referensi dalam pengembangan bahan ajar inovatif, khususnya pada konteks pembelajaran IPA yang menekankan keterkaitan materi ajar dengan kehidupan peserta didik. Selain itu, pengembangan e-modul serupa sangat disarankan untuk diadaptasi pada berbagai ruang lingkup materi pembelajaran IPA lainnya, sehingga cakupan manfaatnya dapat diperluas dalam mendukung ketercapaian kompetensi abad ke-21. Penelitian ini juga merekomendasikan agar pengembangan instrumen evaluasi, baik instrumen literasi sains maupun keterampilan proses sains, senantiasa mengacu pada prinsip validitas dan reliabilitas

yang terstandar, sehingga instrumen yang dikembangkan memiliki akurasi tinggi dalam mengukur capaian pembelajaran peserta didik. Untuk pengembangan kedepannya, pengembang bahan ajar dianjurkan untuk mengeksplorasi pemanfaatan teknologi pendidikan yang lebih interaktif, seperti penggunaan fitur Augmented Reality (AR) atau teknologi serupa, serta mengintegrasikan nilai-nilai kearifan lokal secara kontekstual sesuai karakteristik budaya dan lingkungan peserta didik, guna menciptakan proses pembelajaran yang lebih bermakna, relevan, dan berorientasi pada penguatan kompetensi literasi sains.

REFERENSI

- Ambarwati, D., Wibowo, U. B., Arsyadanti, H., & Susanti, S. (2021). Studi literatur: Peran inovasi pendidikan pada pembelajaran berbasis teknologi digital. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 8(2), 173-184.
- Arici, F., & Yilmaz, M. (2023). An examination of the effectiveness of problem-based learning method supported by augmented reality in science education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(2), 446-476.
- Arsyad, A. A., & Sartika, D. (2022). Identifikasi Keterampilan Menggunakan Alat Ukur Panjang Mahasiswa Calon Guru Fisika Universitas Sulawesi Barat. *PHYDAGOGIC: Jurnal Fisika dan Pembelajarannya*, 5(1), 28-31.
- Dewi, C. C. A., Erna, M., Haris, I., & Kundera, I. N. (2021). The effect of contextual collaborative learning based ethnoscience to increase student's scientific literacy ability. *Journal of Turkish Science Education*, 18(3), 525-541.
- Hadisaputra, S., Savalas, L. R. T., Makhruh, M., Purwoko, A. A., & Andayani, Y. (2020, August). Effects of Local Wisdom-Based Practicum on Learners' Attitudes, Science Literacy, and Learning Outcome. In 1st Annual Conference on Education and Social Sciences (ACCESS 2019) (pp. 111-114). Atlantis Press.
- Harun, S. (2022, January). Pembelajaran di era 5.0. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Dasar*.
- Lestari, N., & Suyanto, S. (2024). A systematic literature review about local wisdom and sustainability: Contribution and recommendation to science education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(2), em2394.
- Idris, N., Talib, O., & Razali, F. (2022). Strategies in mastering science process skills in science experiments: A systematic literature review. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 155-170.
- OECD. (2019). PISA 2018 Result (Volume I): What Student Know and Can Do.
- OECD. (2022). PISA 2022 Result (Volume I). The State of Learning and Equity in Education.
- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. (2019). Pembelajaran IPA abad 21 dengan literasi sains siswa. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 34-42.
- Minasari, M., Hadisaputra, S., & Setiadi, D. (2020). Analisis keterampilan proses sains siswa SMA melalui model pembelajaran penemuan berorientasi sains teknologi masyarakat. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(3), 234-239.
- Nur'aini, F., Ulumuddin, I., Sari, L. S., & Fujianita, S. (2021). Meningkatkan kemampuan literasi dasar siswa indonesia berdasarkan analisis data PISA 2018. *Pusat Penelitian Kebijakan*, 3, 1-10.

- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. (2019). Pembelajaran IPA abad 21 dengan literasi sains siswa. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 34-42.
- Putri, R. A. (2023). Pengaruh teknologi dalam perubahan pembelajaran di era digital. *Journal of Computers and Digital Business*, 2(3), 105-111.
- Rahmadani, K., Rifaldi, U. A., & Umam, H. (2024). Revolusi Pendidikan Indonesia Di Era 5.0. *Cendekia: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 18(1), 65-71.
- Rahman, B. A. P., Junaidi, E., & Hadisaputra, S. (2024). Development of A Poe (Predict, Observe, Explain) Based Chemistry Electronic Module On Colloid System Subject. *Chemistry Education Practice*, 7(2), 283-288.
- Ramdani, A., Jufri, A. W., Gunawan, G., Fahrurrozi, M., & Yustiqvar, M. (2021). Analysis of students' critical thinking skills in terms of gender using science teaching materials based on the 5E learning cycle integrated with local wisdom. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(2), 187-199.
- Ramdani, A., & Artayasa, I. P. (2022). Pengembangan elektronik modul pada mata pelajaran ipa materi pencemaran lingkungan berbasis inkuiri. *Journal of Classroom Action Research*, 4(3), 87-91.
- Rassyi, S. F. R., Andayani, Y., Hakim, A., & Hadisaputra, S. (2023). Development of The Interactive Learning Media Based on Augmented Reality 3D on The Petroleum Concept. *IJCER (International Journal of Chemistry Education Research)*, 44-51.
- Sriadhi, S., Hamid, A., Sitompul, H., & Restu, R. (2022). Effectiveness of augmented reality-based learning media for engineering-physics teaching. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (ijET)*, 17(5), 281- 293.
- Supornpanitkul, Y., Poonputta, A., & Prasitnok, O. (2025). Development of science process skills and learning achievement using flipped classroom learning management through inquiry-based learning for grade 8 students. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 11(1), 74-81.
- Syafiqah, I. W., & Arsyad, A. A. (2024). Analisis Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas VIII SMP Ter-Akreditasi A se-Kecamatan Rappocini. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(1), 1-8.
- Yustiqvar, M., Gunawan, G., & Hadisaputra, S. (2019, December). Green chemistry based interactive multimedia on acid-base concept. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1364, No. 1, p. 012006). IOP Publishing.
- Zakaria, L. M. A., Purwoko, A. A., & Hadisaputra, S. (2021, July). Brain-Based Learning Teaching Materials to Improve Critical Thinking Skills and Literacy Skills of Students. In *5th Asian Education Symposium 2020 (AES 2020)* (pp. 178-181). Atlantis Press