

Pengembangan E-LKPD Jelajah Lereng Gunung Api Berbasis Deep Learning Untuk Mendukung Literasi Lingkungan

Dwi Febby Mustikaningrum ^{1*}, Suroso Mukti Leksono ², Mudmainah Vitasari ³

^{1, 2, 3} Pendidikan IPA, FKIP, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

* 2281220050@untirta.ac.id

Abstract

This research is based on the increasing global environmental crisis, which is exacerbated by the low level of environmental literacy among students in Indonesia, a condition that is the reason for the development of contextual science learning materials oriented towards an in-depth learning approach. Accordingly, this study aims to develop an Electronic Student Worksheet (e-LKPD) entitled "Exploring Volcano Slopes," which is constructed upon deep learning principles and integrates a guided inquiry model as a strategic effort to enhance environmental literacy among junior high school students. This study employs a Research and Development (R&D) methodology, adopting the ADDIE model with implementation confined to the development stage. The procedural framework encompasses potential and problem analysis, data collection, product design, expert validation, product revision, and student response data collection. Subject selection for the expert validation and pilot testing process was based on their academic qualifications and their relevance to the field being studied. The validators included subject matter experts, media experts, and science practitioners/teachers. These validators consisted of lecturers teaching relevant subjects. Therefore, three validators from each field were appointed to obtain a broader range of perspectives, strengthen the assessment framework, and minimize potential bias in the tested product. The validity assessment yielded a score of 95%, classifying the developed product as highly valid, while the proportion of positive student responses toward the product reached 83%. The resulting e-LKPD is constructed upon three principal characteristics: (1) the utilization of the local geographic context of volcanic slope regions as a contextual foundation for learning; (2) the holistic development of environmental literacy encompassing the dimensions of knowledge, attitudes, skills, and behavior; and (3) the systematic integration of guided inquiry syntax with the foundational principles of deep learning. The findings of this study indicate that the e-LKPD "Exploring Volcanic Slopes," which was developed within the immersive learning framework, is considered valid and effective as an alternative learning material in science education and supports students' environmental literacy.

Kata Kunci: *E-LKPD, Deep Learning, Environmental Literacy, Guided Inquiry*

Pendahuluan

Permasalahan lingkungan global, seperti penanganan sampah, hilangnya keanekaragaman hayati, perubahan iklim, dan tantangan pembangunan berkelanjutan, menuntut respons dan urgensi terencana dari berbagai bidang, termasuk bidang pendidikan (Ali & Rahman, 2024; Vijaya, 2024). Menurut laporan dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* IPCC, (2021) Suhu rata-rata permukaan bumi telah mengalami peningkatan sebesar $\pm 1,1^{\circ}\text{C}$ dibandingkan periode pra-industrialisasi, menjadi puncak utama berbagai perubahan alam sekitar global, termasuk peningkatan kejadian cuaca ekstrem, peningkatan paras laut, dan ancaman terhadap keanekaragaman hayati. Situasi itu menjadikan literasi lingkungan sebuah keahlian penting yang sebaiknya ditamalkan sejak awal, sebab pemahaman mengenai literasi lingkungan memberi

kemampuan individu untuk mengidentifikasi masalah, mengkaji penyebab, dan melakukan aksi yang bertanggung jawab serta berpengaruh besar terhadap lingkungan (Ardianto & R. B., 2021; Cincera et al., 2023)

Meski begitu, keadaan pembelajaran IPA di jenjang sekolah pada kenyataannya belum sepenuhnya sejalan dengan kebutuhan tersebut. Aktivitas pembelajaran masih berlangsung secara konvensional dimana guru menjadi fokus pembelajaran dan pemahaman materi dengan cara menghafal konsep, sehingga upaya pengembangan sikap serta perilaku peduli lingkungan pada peserta didik belum tercapai secara optimal (Latukau et al., 2023; Murdiah, 2022). Berdasarkan hasil wawancara dengan tiga guru IPA di salah satu SMP Negeri di Kota Serang menggambarkan kondisi pembelajaran IPA di sekolah tersebut. Sekolah diketahui telah menerapkan Kurikulum Merdeka dengan pendekatan *Deep Learning* pada seluruh tingkatan kelas. Meskipun demikian, penerapannya belum berjalan optimal karena dihadapkan pada sejumlah kendala, antara lain variasi karakteristik dan kemampuan peserta didik yang cukup beragam, minimnya sarana laboratorium, serta berbagai faktor internal maupun eksternal yang berasal dari peserta didik sendiri.

Aspek bahan ajar, guru di SMP tersebut masih menggunakan buku paket IPA sebagai sumber utama pembelajaran, termasuk pada materi lereng gunung api. Dua dari tiga guru menyatakan bahwa materi dalam buku paket belum cukup lengkap, tidak mendetail, dan belum sepenuhnya mengaitkan konten dengan isu lingkungan, khususnya terkait mitigasi bencana gunung api. Satu guru bahkan menegaskan bahwa bahan ajar yang digunakan belum dikaitkan sama sekali dengan isu lingkungan. Keterlibatan peserta didik dalam penggunaan bahan ajar pun dinilai masih pasif dan cenderung berpusat pada guru.

Hasil Penelitian menunjukkan kemampuan literasi lingkungan peserta didik di Indonesia secara umum masih berada pada kategori rendah, terutama dalam pengambilan keputusan dan perilaku yang mendukung keberlangsungan lingkungan (Azizah & Roshayanti, 2024). Situasi serupa juga terungkap dari hasil kuesioner yang disebarkan kepada 36 peserta didik kelas sembilan di salah satu SMP Negeri di Kota Serang. Kuesioner tersebut disusun berdasarkan indikator literasi lingkungan yang mencakup aspek pengetahuan, sikap, dan perilaku terhadap isu lingkungan, khususnya yang berkaitan dengan kebencanaan gunung api. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif dan dikategorikan ke dalam tingkat literasi lingkungan sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah berdasarkan kriteria Santoso, 2021. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik berada pada kategori literasi lingkungan sedang hingga rendah. Adanya kesenjangan tersebut mengindikasikan urgensi hadirnya pembaruan dalam pendekatan pembelajaran yang lebih menyeluruh, kontekstual, serta diarahkan pada penguatan literasi lingkungan secara holistik.

Sejumlah studi terbaru telah berusaha untuk menciptakan bahan ajar yang inovatif guna mengatasi tantangan tersebut. Dalam konteks digitalisasi bahan ajar, E-LKPD (Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik) terbukti efektif dalam meningkatkan partisipasi dan semangat belajar peserta didik, karena mampu menggabungkan video, animasi, simulasi, dan gambar dengan kualitas tinggi (Octaviana et al., 2022). Penelitian Ketut Sri Puji Wahyuni et al., (2021) mengungkapkan bahwa penggunaan e-LKPD dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan 25–30% jika dibandingkan dengan penggunaan LKPD konvensional. Sementara itu, dari sisi pendekatan pedagogis, model inkuiri terbimbing (*guided inquiry*) telah terbukti relevan dan efektif dalam mendukung peserta didik mengonstruksikan pemahaman konsep secara mandiri melalui serangkaian tahapan penyelidikan yang terstruktur, mencakup orientasi masalah, eksplorasi hingga penarikan kesimpulan (Biggs & Tang, 2011; Siahaan et al., 2020)

Perkembangan dunia edukasi, pendekatan *Deep Learning* kini semakin banyak diperhatikan sebagai pilihan lain terhadap kekurangan *surface learning* yang biasanya bergantung pada hafalan saja. Berbeda dengan pendekatan tersebut, *deep learning* berorientasi pada pembentukan pemahaman konsep secara mendalam, peningkatan kemampuan berpikir yang berpijak pada data dan bukti, serta penguatan kemampuan peserta didik dalam mengaplikasikan pengetahuan yang telah diperoleh ke dalam konteks situasi kehidupan nyata (Entwistle, 2009; Kemendikdasmen., 2023).

Integrasi *deep learning* ke dalam model pembelajaran inkuiri terbimbing diyakini memiliki potensi signifikan dalam menciptakan pengalaman belajar yang bermakna dan kontekstual, sehingga peserta didik tidak hanya mampu memahami konsep IPA secara mendalam, tetapi juga dapat mengonstruksi pengetahuan tersebut dalam kaitannya dengan berbagai fenomena lingkungan secara kritis dan reflektif (Bell et al., 2005; Hmelo-Silver et al., 2007). Pada aspek literasi lingkungan, penelitian mengatakan bahwa integrasi materi sains dengan isu-isu lingkungan dalam konteks pendidikan menjadi hal yang sangat urgen, sebab proses tersebut berperan signifikan dalam membentuk peserta didik yang memiliki kesadaran ekologis serta memiliki kepedulian dan tanggung jawab terhadap kelestarian lingkungan secara berkelanjutan Iksari Dewi et al., (2024).

Namun demikian, studi-studi tersebut masih memiliki beberapa keterbatasan. Sebagian besar penelitian tentang E-LKPD berkonsentrasi pada peningkatan kemampuan berpikir kritis, keterampilan bekerja sama, atau hasil yang lebih baik dalam belajar kognitif tanpa menggabungkan aspek literasi lingkungan secara menyeluruh (Rizkika et al., 2022 ; Octaviana et al., 2022 ; Widiyanti & Nisa, 2021). Studi mitigasi bencana gunung api yang dilakukan di sekolah, seperti yang dilakukan, juga belum membuat bahan ajar digital khusus yang membahas literasi lingkungan secara menyeluruh (Nugroho, 2018). Penelitian lebih fokus pada kesiapsiagaan bencana tanpa mempertimbangkan manfaat ekologi dan ekonomi kawasan lereng gunung api (Rahiem & Widiastuti, 2020). Sementara itu, belum mencakup aspek tersebut secara komprehensif (Mustofa & Handini, 2023).

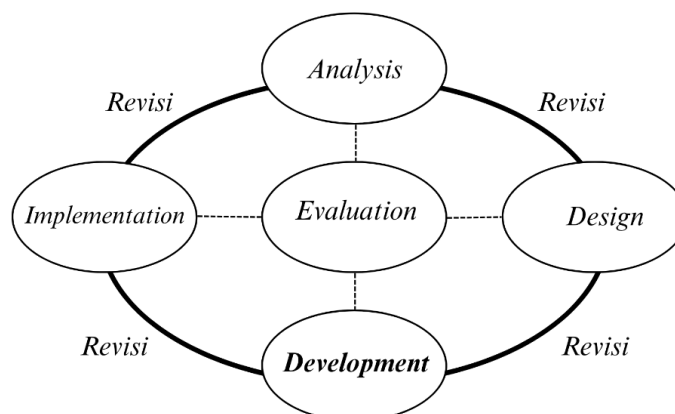
Studi terbaru menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara ketersediaan bahan ajar yang memadai dan kebutuhan lapangan yang sebenarnya. Pertama, belum ada penelitian yang secara khusus mengintegrasikan konten lokal kawasan lereng gunung api dengan komponen literasi lingkungan secara menyeluruh meliputi, pengetahuan ekologi, keterampilan kognitif, kepedulian, dan perilaku bertanggung jawab dalam satu E-LKPD yang sistematis dan terstruktur. Kedua, hasil observasi lapangan di salah satu SMP Negeri Kota Serang menunjukkan bahwa meskipun Kurikulum Merdeka menuntut pendekatan *deep learning*, buku paket IPA yang digunakan saat ini belum mendukung pembelajaran mendalam dan kontekstual, terutama pada materi lereng gunung api dan mitigasi bencana. Ketiga, meskipun peserta didik menunjukkan ketertarikan terhadap isu-isu lingkungan di sekitar mereka, kemampuan dalam menghubungkan fenomena tersebut dengan konsep-konsep IPA secara ilmiah tergolong rendah, sebagaimana dikonfirmasi oleh seluruh guru IPA yang diwawancarai. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran yang berlaku saat ini belum efektif dalam menjembatani kesenjangan antara fenomena nyata lingkungan lokal dengan pemahaman konseptual yang mendalam dan bermakna.

Berdasarkan analisis kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan E-LKPD Jelajah Lereng Gunung Api berbasis *Deep Learning* Untuk Mendukung literasi lingkungan peserta didik SMP. Pertanyaan penelitian yang diajukan adalah: (1) Bagaimana tingkat kevalidan e-LKPD Jelajah Lereng Gunung Api Berbasis *Deep Learning* Untuk Mendukung

Literasi Lingkungan? (2) Bagaimana hasil respon peserta didik terhadap e-LKPD Jelajah Lereng Gunung Api Berbasis *Deep Learning* Untuk Mendukung Literasi Lingkungan?. Kebaruan penelitian ini terletak pada tiga aspek utama: penggunaan konteks lokal lereng gunung api secara sistematis sebagai landasan pembelajaran yang menghubungkan materi dengan pengalaman nyata peserta didik, pengembangan literasi lingkungan secara holistik yang mencakup dimensi pengetahuan, sikap, keterampilan, dan perilaku dalam setiap aktivitas, serta penerapan sintaks inkuiri terbimbing yang terintegrasi dengan pendekatan *deep learning* (*mindful*, *meaningful*, dan *joyful*) untuk mendorong pemahaman konseptual mendalam dan kemampuan pemecahan masalah nyata, termasuk mitigasi bencana gunung api.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D), yaitu metode yang secara khusus dirancang untuk merancang, mengembangkan, maupun menyempurnakan suatu produk (Narbuko et al., 2012). Adapun model pengembangan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah model ADDIE yang terdiri atas lima tahapan sistematis, yaitu *Analysis* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi) (Branch, 2009). Namun demikian, pelaksanaan penelitian ini dibatasi hingga tahap *Development* saja sampai tahap *conduct a pilot test*, mengingat fokus utama penelitian ini adalah untuk mengukur tingkat kevalidan produk yang dikembangkan serta menganalisis respons peserta didik terhadap E-LKPD yang telah dihasilkan. Alur penelitian ini disajikan pada tabel 1.



Gambar 1. Konsep Model ADDIE (Branch, 2009)

Gambar tersebut menunjukkan tahapan pengembangan media pembelajaran menggunakan model ADDIE, yang terdiri atas lima tahap utama, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Tahap *Analysis* dilakukan untuk menganalisis kebutuhan pembelajaran, karakteristik peserta didik, serta masalah yang ditemukan dalam proses belajar. Tahap *Design* digunakan untuk merancang konsep media, materi, tampilan, dan alur pembelajaran. Selanjutnya, tahap *Development* merupakan proses pembuatan dan pengembangan media berdasarkan rancangan yang telah disusun. Setelah media selesai dikembangkan, tahap *Implementation* dilakukan dengan menerapkan media dalam kegiatan pembelajaran. Tahap *Evaluation* berada di tengah karena evaluasi dilakukan pada setiap tahap pengembangan untuk mengetahui kekurangan media. Apabila ditemukan kelemahan, maka dilakukan revisi agar media pembelajaran menjadi lebih layak, praktis, dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

Tabel 1. Alur Model ADDIE

	Analysis	Design	Development	Implementation	Evaluation
Concept	Identify the probable causes for a performance gap	Verify the desired performances and appropriate testing methods	Generate and validate the learning resources	Prepare the learning environment and engage the students	Assess the quality of the instructional products and processes, both before and after implementation
Common Procedure	1. Validate the performance gap	7. Conduct a task inventory	11. Generate content	17. Prepare the teacher	19. Determine evaluation criteria
	2. Determine instructional goals	8. Compose performance objectives	12. Select or develop supporting media	18. Prepare the student	20. Select evaluation tools
	3. Confirm the intended audience	9. Generate testing strategies.	13. Develop guidance for the student.		21. Conduct evaluations
	4. Identify required resource	10. Calculate return on investment	14. Develop guidance for the teacher		
	5. Determine potential delivery systems (including cost estimate)		15. Conduct formative revisions		
	6. Compose a project management plan		16. Conduct a Pilot Test		
	Analysis Summary	Design Brief	Learning Resources	Implementation Strategy	Evaluatin Plan

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini bersifat non-tes, meliputi lembar validasi ahli dan lembar angket peserta didik. Dalam penelitian ini, tiga orang pakar melakukan evaluasi terhadap penggunaan E-LKPD dengan meninjau dua komponen utama: materi, dan media (tampilan). E-LKPD di uji cobakan secara terbatas untuk mengetahui keterlaksanaan serta respon peserta didik terhadap produk yang dikembangkan dengan jumlah peserta didik yaitu 42 orang. Penggunaan instrumen non-tes dilandasi oleh karakteristik penelitian pengembangan (*Research and Development/R&D*) yang tidak hanya berorientasi pada pencapaian hasil belajar peserta didik, tetapi juga mencakup evaluasi terhadap kualitas produk yang dikembangkan melalui penilaian para ahli serta pengguna secara langsung. Dalam konteks penelitian R&D, lembar validasi berperan sebagai instrumen esensial yang berfungsi untuk mengukur kualitas produk guna memastikan validitas dan kelayakannya sebelum diimplementasikan kepada pengguna (Saputri et al., 2023). Dalam penelitian ini, lembar validasi diterapkan setelah tahap produksi produk selesai dilaksanakan, dengan melibatkan beberapa pihak ahli yang relevan, yakni ahli materi dan ahli media

Penyusunan instrumen validasi pada penelitian ini berlandaskan pada standar yang telah ditetapkan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). Berdasarkan ketentuan BSNP, standarisasi bahan ajar mencakup empat aspek fundamental, meliputi kelayakan isi, kelayakan kebahasaan, kelayakan penyajian, dan kelayakan kegrafikan (Vivi Fitriyani, 2020). Selanjutnya, tingkat validitas produk diukur dan dikategorikan sesuai dengan kriteria yang tercantum pada Tabel 2. Hasil penilaian tersebut kemudian ditindaklanjuti dengan memanfaatkan saran dan masukan dari validator sebagai dasar revisi produk.

Tabel 2. Kriteria Tingkat Validitas

Skala Nilai %	Kriteria Kevalidan
85 – 100	Sangat valid
61 – 84	Valid
41 – 60	Cukup valid
21 – 40	Kurang valid
0 – 20	Tidak valid

(Jannah & Julianto, 2018)

Setelah tahap pengembangan, dilakukan pengujian respon peserta didik guna memperoleh data empiris berupa tanggapan serta persepsi pengguna terhadap media atau perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan. Data yang terhimpun selanjutnya difungsikan sebagai landasan evaluasi dalam menentukan tingkat kepraktisan dan kelayakan produk yang dihasilkan (Saputri et al., 2023; Sugiyono, 2022). Penetapan subjek uji coba dalam penelitian ini dilakukan melalui teknik *simple random sampling* (sampling acak sederhana), dengan tujuan memberikan peluang yang sama bagi setiap kelas dalam populasi untuk terpilih sebagai sampel penelitian. Populasi penelitian mencakup seluruh kelas VIII pada salah satu SMP Negeri di Kota Serang, yang terdiri atas 9 kelas paralel, yaitu kelas VIII A, VIII B, VIII C, VIII D, VIII E, VIII F, VIII G, VIII H, VIII I. Uraian mengenai kriteria hasil penilaian respon peserta didik selengkapnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Penilaian Respon Peserta Didik

Skala Nilai %	Kriteria Kevalidan
81 - 100	Sangat Baik
61 - 80	Baik
41 - 60	Cukup Baik
21 - 40	Tidak Baik
0 - 20	Sangat Tidak Baik

(Riduwan, 2015)

Berdasarkan Tabel 3, kategori penilaian respons peserta didik digunakan untuk menentukan tingkat kualitas atau kelayakan media berdasarkan persentase hasil angket. Semakin tinggi persentase yang diperoleh, maka semakin baik respons peserta didik terhadap media pembelajaran yang dikembangkan. Kategori penilaian tersebut terbagi menjadi lima tingkatan, mulai dari sangat tidak baik hingga sangat baik. Dengan adanya kriteria ini, hasil respons peserta didik dapat diinterpretasikan secara jelas sehingga peneliti dapat mengetahui apakah media pembelajaran sudah menarik, mudah digunakan, dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik dalam proses pembelajaran.

Hasil dan Pembahasan

E-LKPD jelajah lereng gunung api berbasis *deep learning* ini telah dikembangkan sebagai solusi untuk mendukung literasi lingkungan pada materi pembelajaran IPA di Tingkat SMP. Tampilan e-LKPD yang dikembangkan sebagai berikut:



Gambar 2. Tampilan Desain E-LKPD dengan Aktivitas Sintaks Inkuiri Terbimbing dan Pendekatan Deep Learning dengan Indikator Literasi Lingkungan

Gambar di atas menunjukkan tahap orientasi permasalahan pada e-LKPD, yang diawali dengan penyajian gambar dan video mengenai kerusakan di lereng gunung api guna membangun pemahaman awal peserta didik terhadap permasalahan yang akan dikaji. Pemanfaatan media digital seperti gambar, video, dan tautan interaktif menegaskan bahwa produk ini dirancang untuk pembelajaran lebih interaktif, kontekstual dan mendalam. Pada tahap ini peserta didik diminta untuk menuliskan satu kata yang muncul dalam pikiran mereka. Dalam kegiatan ini, peserta didik didorong membangun rasa ingin tahu, mengidentifikasi masalah dan merumuskan pertanyaan untuk tahap selanjutnya, dengan tetap mendapatkan arahan dari guru.

Perspektif *deep learning*, pada tahap ini mengakomodasi dua elemen utama yaitu, *mindful learning* yang tercermin dari pertanyaan reflektif “Apa yang kamu rasakan?” yang melatih kesadaran diri dan kepekaan terhadap lingkungan. *Joyful learning* terwujud melalui gambar autentik, video interaktif, dan sapaan “Halo Penjelajah Muda!” yang menciptakan belajar yang menari dan memotivasi. Selain itu, kegiatan ini turut mengembangkan literasi lingkungan. Peserta didik memperoleh pengetahuan awal tentang ekosistem lereng gunung api sekaligus melatih kepekaan emosional terhadap kerusakan lingkungan melalui pengamatan dan refleksi, sehingga terbentuk tidak hanya pemahaman kognitif, tetapi juga kepedulian nyata terhadap kelestarian lingkungan.

Penelitian ini dirancang dengan tujuan untuk mengkaji tingkat kevalidan serta menelaah respons peserta didik terhadap e-LKPD berbasis deep learning bertema jelajah lereng gunung api sebagai produk pembelajaran inovatif. Proses validasi produk melibatkan dua kelompok validator dengan kompetensi yang berbeda, yakni validator ahli materi dan validator ahli media. Penilaian kevalidan diperoleh melalui telaah ahli materi yang berfokus pada aspek kelengkapan dan kedalaman konten pembelajaran, serta telaah ahli media yang mencakup evaluasi terhadap fitur fungsional maupun tampilan antarmuka produk secara menyeluruh. Rekapitulasi keseluruhan hasil penilaian yang diberikan oleh masing-masing validator selanjutnya disajikan secara sistematis pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi e-LKPD

No.	Validator	Persentase (%)	Kategori
1.	Ahli Materi	97%	Sangat Valid
2.	Ahli Media	94%	Sangat Valid
Rata-Rata Kevalidan		95,5%	Sangat Valid

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli materi dan ahli media, e-LKPD Jelajah Lereng Gunung Api Berbasis Deep Learning memperoleh persentase kelayakan yang bervariasi pada setiap aspek penilaian. Penilaian ahli materi menunjukkan persentase sebesar 97%, yang terklasifikasi dalam kategori sangat valid. Sementara itu, penilaian ahli media menghasilkan persentase sebesar 94% dengan kategori yang setara, yaitu sangat valid. Kedua hasil penilaian tersebut secara kolektif mencerminkan tingkat kevalidan e-LKPD Jelajah Lereng Gunung Api Berbasis Deep Learning secara komprehensif, sehingga diperoleh rerata persentase keseluruhan sebesar 95,5% dengan kategori sangat valid. Capaian ini mengindikasikan bahwa e-LKPD Jelajah Lereng Gunung Api Berbasis Deep Learning telah memenuhi standar kelayakan yang dipersyaratkan dan dinyatakan sangat valid.

Merujuk pada hasil validasi yang mencakup aspek ahli materi dan media, e-LKPD ini telah memenuhi kriteria validitas yang dibutuhkan untuk implementasi dalam kegiatan pembelajaran, khususnya untuk memperdalam pemahaman siswa terhadap materi "Lereng Gunung Berapi". Integrasi konten pembelajaran dengan konteks lingkungan nyata yang diterapkan dalam e-LKPD ini sejalan dengan prinsip pendekatan pembelajaran mendalam yang menekankan pentingnya

pengalaman belajar yang bermakna. Pernyataan tersebut sejalan dengan konsep yang dikemukakan oleh Ausubel, (1963) bahwa *meaningful learning* terwujud apabila peserta didik mampu mengintegrasikan pengetahuan baru yang diperoleh dengan struktur kognitif yang telah dimiliki sebelumnya, sehingga menghasilkan pemahaman yang lebih komprehensif dan tersimpan secara permanen dalam memori jangka panjang. Lebih lanjut, pendidikan lingkungan yang di kontekstualisasikan dengan masalah nyata di sekitar siswa telah terbukti mampu meningkatkan pengetahuan, sikap, dan perilaku yang berkontribusi pada pembentukan literasi lingkungan secara komprehensif (North American Association for Environmental Education., 2011)

Hasil Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi dilaksanakan dengan tujuan untuk memastikan keakuratan, relevansi, dan kelengkapan konten yang termuat dalam e-LKPD Jelajah Lereng Gunung Api berbasis deep learning. Proses validasi tersebut melibatkan tiga orang validator yang berkompeten di bidang materi terkait.

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli Materi

No.	Komponen	Persentase (%)	Kategori
1.	Kelayakan Isi	98,60%	Sangat Valid
2.	Model Inkuiri Terbimbing	98,95%	Sangat Valid
3.	Kelayakan Penyajian	95,80%	Sangat Valid
4.	Kelayakan Kebahasaan	94,40%	Sangat Valid
5.	Literasi Lingkungan	95%	Sangat Valid
6.	Pendekatan <i>Deep Learning</i>	98,60%	Sangat Valid
Rata-Rata Kevalidan		96,89%	Sangat Valid

Berdasarkan hasil validasi ahli materi yang disajikan pada Tabel 5, indikator kelayakan isi produk memperoleh persentase sebesar 98,60% dan dikategorikan sebagai sangat valid. Capaian tersebut mengindikasikan bahwa substansi ilmiah yang termuat dalam produk dinilai telah sesuai dengan tahap perkembangan kognitif peserta didik jenjang SMP, sekaligus berpotensi mendukung penguatan literasi lingkungan secara optimal. Temuan ini relevan dengan pandangan Oemar Hamalik, (2011) yang menegaskan bahwa materi pembelajaran hendaknya dikembangkan berdasarkan kurikulum yang berlaku, sehingga komponen isi, tujuan, metode, dan evaluasi pembelajaran dapat terorganisasi secara sistematis dan terpadu.

Komponen model inkuiri terbimbing yang diintegrasikan dalam e-LKPD yang dikembangkan menunjukkan tingkat kelayakan yang sangat tinggi, dengan persentase validitas sebesar 98,95% dan diklasifikasikan ke dalam kategori sangat valid berdasarkan rerata skor penilaian dari tiga validator. Validator ahli materi menyatakan bahwa konten yang disajikan dalam e-LKPD telah mencakup seluruh tahapan inkuiri terbimbing secara sistematis dan komprehensif, termasuk di antaranya penyajian permasalahan kontekstual yang relevan dengan karakteristik lingkungan lereng gunung api, sehingga mampu memfasilitasi peserta didik dalam menganalisis dan menyelesaikan permasalahan secara terstruktur dan terarah. Temuan ini selaras dengan pernyataan (Indrayanti et al., 2021) yang mengungkapkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing (*guided inquiry*) terbukti efektif dalam menumbuhkan kepedulian lingkungan sekaligus meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills/HOTS*) peserta didik melalui keterlibatan aktif mereka dalam proses investigasi permasalahan lingkungan secara langsung dan kontekstual.

Komponen kelayakan penyajian memperoleh persentase nilai sebesar 95,80%, yang terklasifikasi ke dalam kategori sangat valid. Capaian nilai tersebut mengindikasikan bahwa e-

LKPD yang dikembangkan tidak hanya menyajikan materi secara valid dan terintegrasi dalam kerangka sistematis, melainkan juga dilengkapi dengan desain visual yang estetik, sehingga berpotensi mengoptimalkan pemahaman peserta didik terhadap materi sekaligus mendorong keterlibatan aktif mereka dalam proses pembelajaran. Temuan ini sejalan dengan teori yang menegaskan bahwa penyajian materi yang terstruktur dan terorganisasi dengan baik akan memfasilitasi peserta didik dalam menerima, memproses, serta meretensi informasi secara lebih efektif Gagné et al., (2005).

Aspek kelayakan kebahasaan pada e-LKPD yang telah dikembangkan menunjukkan perolehan nilai persentase sebesar 94,4%, sehingga terklasifikasi ke dalam kategori sangat valid. Perolehan tersebut mengindikasikan bahwa e-LKPD telah dikonstruksi dengan menggunakan bahasa yang lugas, komunikatif, serta relevan dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP). Ketepatan pemilihan bahasa dalam suatu bahan ajar memegang peranan yang substansial dalam menunjang kemampuan peserta didik untuk memahami informasi maupun instruksi yang termuat di dalamnya, sehingga proses pembelajaran dapat terlaksana secara lebih efektif dan sistematis. Hal ini sejalan dengan pandangan yang menegaskan bahwa penyampaian materi pembelajaran melalui penggunaan bahasa yang sederhana dan tidak membebani kapasitas kognitif peserta didik secara empiris terbukti mampu mengoptimalkan pemahaman mereka terhadap konten pembelajaran (Richard E. Mayer., 2021).

Pada aspek literasi lingkungan, e-LKPD memperoleh persentase nilai sebesar 95% yang termasuk dalam kategori sangat valid. Capaian tersebut mengindikasikan bahwa e-LKPD yang dikembangkan telah berhasil mengakomodasi seluruh indikator literasi lingkungan secara komprehensif, mencakup pemahaman pengetahuan ekologi, kemampuan mengidentifikasi dan menganalisis isu-isu lingkungan, penyusunan alternatif solusi terhadap permasalahan yang ditemukan, serta penumbuhan komitmen peserta didik untuk berperan aktif dalam upaya pelestarian lingkungan hidup. Temuan ini selaras dengan kerangka konseptual literasi lingkungan yang dikemukakan oleh (North American Association for Environmental Education., 2011), yang menegaskan bahwa individu yang memiliki literasi lingkungan tidak cukup hanya memahami konsep dan isu lingkungan pada tataran teoritis semata, melainkan juga dituntut untuk mampu menganalisis permasalahan lingkungan secara kritis, mengambil keputusan yang tepat dan berbasis bukti empiris, serta mewujudkan perilaku yang bertanggung jawab terhadap kelestarian lingkungan. Sejalan dengan pandangan tersebut, menegaskan bahwa literasi lingkungan merupakan integrasi holistik dari dimensi pengetahuan, keterampilan, sikap, dan partisipasi aktif yang secara sinergis dibutuhkan dalam upaya pemecahan masalah lingkungan serta perwujudan keberlanjutan ekosistem dalam jangka panjang (Roth., 1992) .

Pada aspek pendekatan *deep learning*, e-LKPD memperoleh persentase kelayakan sebesar 98,6% yang terklasifikasi dalam kategori sangat valid. Capaian tersebut mengindikasikan bahwa e-LKPD yang dikembangkan telah berhasil mengakomodasi prinsip-prinsip fundamental dalam pendekatan *deep learning*, yang mencakup tiga dimensi utama pembelajaran secara komprehensif. Dimensi pertama, yakni *mindful learning*, termanifestasi melalui serangkaian aktivitas inkuiri yang dirancang secara sistematis guna melatih peserta didik dalam mengamati, menganalisis, serta merefleksikan berbagai fenomena lingkungan secara kritis dan terstruktur. Dimensi kedua, *meaningful learning*, dioperasionalisasikan melalui pengintegrasian konten pembelajaran dengan kondisi faktual kawasan lereng gunung api, sehingga memungkinkan peserta didik membangun keterkaitan yang bermakna antara konsep ilmiah dan realitas kontekstual. Dimensi ketiga, *joyful learning*, terealisasikan melalui pemanfaatan ragam media

pembelajaran yang variatif serta perancangan aktivitas belajar yang stimulatif, yang secara sinergis berkontribusi terhadap peningkatan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran. Keseluruhan temuan tersebut mengindikasikan bahwa e-LKPD yang dikembangkan mampu menciptakan pengalaman belajar yang tidak hanya bersifat mendalam dan bermakna, tetapi juga membangkitkan antusiasme peserta didik. Hal ini selaras dengan pandangan yang menegaskan bahwa pembelajaran mendalam (*deep learning*) akan terwujud apabila peserta didik mampu memahami makna suatu konsep secara utuh, mengonstruksi keterkaitan dengan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya, serta mengaplikasikannya dalam berbagai konteks yang relevan (MARTON & SÄALJÖ, 1976).

Hasil Validasi Ahli Media

Proses validasi oleh ahli media dilaksanakan guna mengkaji dan memverifikasi kualitas tampilan visual serta kemudahan aksesibilitas e-LKPD Jelajah Lereng Gunung Api Berbasis *Deep Learning*. Validasi tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa aspek grafis dan aksesibilitas yang termuat dalam media pembelajaran dimaksud mampu menunjang efektivitas proses pembelajaran, sekaligus menghadirkan pengalaman belajar yang menarik dan bersifat *user-friendly* bagi peserta didik. Adapun rincian hasil validasi media pada e-LKPD Jelajah Lereng Gunung Api Berbasis *Deep Learning* disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Validasi Ahli Media

No.	Aspek	Persentase	Kategori
1.	Tampilan Desain	93%	Sangat Valid
2.	Kegrafisan	89,40%	Sangat Valid
3.	Aksesibilitas	98,32%	Sangat Valid
Rata-rata kevalidan		94%	Sangat Valid

Berdasarkan hasil validasi ahli media sebagaimana tercantum dalam Tabel 5, aspek tampilan desain produk memperoleh persentase kelayakan sebesar 93%, sehingga diklasifikasikan ke dalam kategori sangat valid. Perolehan tersebut mengindikasikan bahwa e-LKPD yang dikembangkan telah memenuhi standar kualitas visual yang mencakup harmonisasi komposisi warna, ketepatan tata letak elemen antarmuka, kesesuaian ilustrasi dengan substansi materi, serta daya tarik estetika desain secara menyeluruh. Keterpaduan unsur-unsur visual dimaksud berkontribusi secara signifikan dalam mereduksi beban kognitif peserta didik, sehingga proses asimilasi materi dapat berlangsung secara lebih efektif sekaligus mendorong peningkatan motivasi belajar. Temuan ini sejalan dengan pandangan Richard E. Mayer., (2021) yang menyatakan bahwa penyajian informasi melalui integrasi teks dan representasi visual yang relevan secara sinergis dapat mengoptimalkan pemahaman konseptual peserta didik.

Aspek kegrafisan memperoleh persentase skor sebesar 89,5%, yang menempatkannya dalam kategori sangat valid. Pencapaian ini mengindikasikan bahwa elemen-elemen visual yang diimplementasikan dalam e-LKPD mencakup skema warna, tipografi (jenis dan ukuran huruf), serta penyajian ilustrasi telah terbukti efektif dalam mendukung penyampaian informasi secara jelas dan menarik bagi pengguna. Temuan ini bersesuaian dengan prinsip desain visual yang dirumuskan oleh, yang menegaskan bahwa kesesuaian pemilihan warna, keterbacaan tipografi, dan relevansi ilustrasi merupakan komponen fundamental dalam perancangan visual, mengingat ketiga elemen tersebut secara sinergis berkontribusi terhadap peningkatan keterbacaan konten sekaligus kemudahan pengguna dalam memahami informasi yang disajikan (Robin Williams., 2015).

Aspek aksesibilitas memperoleh persentase skor sebesar 98,32% dan dikategorikan sebagai sangat valid. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa e-LKPD yang dikembangkan

memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi, dapat diakses melalui berbagai jenis perangkat, serta dilengkapi dengan fitur-fitur pendukung yang berfungsi secara optimal dan dapat dioperasikan dengan mudah oleh pengguna. Tingginya tingkat aksesibilitas dan kemudahan penggunaan tersebut menunjukkan bahwa e-LKPD telah memenuhi prinsip aksesibilitas dan usability secara memadai, sehingga berpotensi meningkatkan efektivitas proses pembelajaran secara keseluruhan. Temuan ini sejalan dengan pendapat yang menyatakan bahwa media pembelajaran digital yang berkualitas hendaknya memenuhi sejumlah kriteria utama, antara lain mudah dipelajari oleh pengguna baru (*learnability*), efisien dalam pengoperasiannya (*efficiency*), serta mampu memberikan pengalaman penggunaan yang nyaman dan menyenangkan (*satisfaction*) (Jakob Nielsen, 1994).

Revisi Produk

Pada tahap ini e-LKPD jelajah lereng gunung api berbasis *deep learning* yang telah mendapatkan nilai validasi dari para ahli kemudian dilakukan revisi produk berdasarkan saran dan masukan para ahli, revisi produk dilakukan agar e-LKPD dapat digunakan lebih baik lagi oleh peserta didik untuk mendukung proses pembelajaran sehingga diharapkan e-LKPD jelajah lereng gunung api berbasis *deep learning* dapat menumbuhkan semangat belajar dan mendukung literasi lingkungan peserta didik. Revisi yang telah dilakukan terhadap e-LKPD sudah sesuai dengan saran dan masukan yang didapatkan dari para validator ahli. E-LKPD jelajah lereng gunung api berbasis *deep learning* dilakukan revisi untuk memperbaiki sesuatu yang dianggap masih kurang sesuai, sehingga hal tersebut harus diperbaiki agar mendapatkan produk yang lebih baik lagi. Berikut komponen-komponen yang mendapatkan saran serta komentar untuk dilakukan perbaikan terhadap e-LKPD yang telah dikembangkan: Berdasarkan hasil validasi ahli materi, terdapat saran dan masukan untuk e-LKPD yang telah dikembangkan, sehingga perlu diperbaiki agar semakin baik lagi. Saran tersebut mengacu pada kelayakan isi dan kelayakan penyajian. Berikut penjabaran saran dan komentar ahli materi yang dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini:

Tabel 7. Saran dan Masukan Para Ahli Materi

No.	Aspek	Validator Ahli Materi 1	Validator Ahli Materi 2	Validator Ahli Materi 3
1.	Kelayakan Isi	• Penambahan sitasi pada setiap materi	• Perbaikan penulisan pada capaian pembelajaran • Adanya penghubung antara materi C dan D agar terlihat keterkaitannya	• Penambahan pertanyaan reflektif pada bagian akhir kegiatan • Penambahan kasus lingkungan lokal pada aktivitas diskusi
2.	Kelayakan Penyajian		• Perbaikan konsistensi penulisan pada narasi petunjuk penggunaan peserta didik • Memperjelas instruksi pada bagian pendahuluan	

Revisi dilakukan dengan memperbaiki dan menambahkan komponen sesuai dengan saran dan komentar para ahli komponen tersebut berhubungan dengan kelayakan isi dan kelayakan penyajian. Berdasarkan hasil validasi ahli media, terdapat saran dan masukan untuk e-LKPD yang telah dikembangkan, sehingga perlu diperbaiki agar semakin baik lagi. Saran tersebut mengacu pada kelayakan isi dan kelayakan penyajian. Berikut penjabaran saran dan komentar ahli materi yang dapat dilihat pada tabel 8di bawah ini:

Tabel 8. Saran dan Masukan Para Ahli Media

No.	Aspek	Validator Ahli Media 1	Validator Ahli Media 2	Validator Ahli Media 3
1.	Tampilan Desain	-	- Perbaikan ukuran font harus konsisten - Daftar pustaka menggunakan sitasi tools	Perbaikan ukuran font dibagian isi materi dan daftar rujukan
2.	Aksesibilitas	Perbaikan tabel pengamatan untuk diberikan penanda	Perbaikan <i>icon button</i> untuk pengerjaan produk	-

Revisi dilakukan dengan memperbaiki dan menambahkan komponen sesuai dengan saran dan komentar para ahli, komponen tersebut berhubungan dengan tampilan desain dan aksesibilitas. Berikut adalah perbandingan produk sebelum dan setelah dilakukan revisi.

Hasil Respon Peserta Didik

Tahap berikutnya dalam pengembangan produk e-LKPD Jelajah Lereng Gunung Api Berbasis *Deep Learning* adalah pelaksanaan uji coba terhadap peserta didik selaku pengguna akhir (*end user*), yang bertujuan untuk memperoleh gambaran komprehensif mengenai tingkat penerimaan (*acceptability*), kepraktisan (*practicality*), serta kebermanfaatan produk dalam konteks pembelajaran. Pengujian respons peserta didik merupakan prosedur esensial yang perlu dilaksanakan, mengingat peserta didik merupakan subjek yang secara langsung berinteraksi dan memanfaatkan produk yang telah dikembangkan. Hal ini selaras dengan pandangan, yang menegaskan bahwa produk pembelajaran yang telah dinyatakan valid perlu menjalani serangkaian pengujian kepada pengguna untuk mengidentifikasi tingkat kepraktisan serta keterimaannya dalam kondisi pembelajaran yang autentik (Thiagarajan et al.,1974). Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam tahap ini berupa angket respons peserta didik, yang menghasilkan data kuantitatif sebagaimana tersaji pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Analisis Angket Respon Peserta Didik

No.	Komponen	Persentase	Kategori
1.	Desain dan Format Penulisan	84%	Sangat Baik
2.	Kebermanfaatan	85%	Sangat Baik
3.	Kepraktisan	82%	Sangat Baik
4.	Kemenarikan	83%	Sangat Baik
5.	Pendekatan <i>Deep Learning</i>	84%	Sangat Baik
Rata-rata kevalidan		83,60%	Sangat Baik

Berdasarkan hasil analisis terhadap respons peserta didik mengenai e-LKPD Jelajah Lereng Gunung Api Berbasis *Deep Learning*, seluruh aspek yang menjadi objek evaluasi menunjukkan tingkat keefektifan dan kualitas yang tinggi. Hal ini tercermin dari persentase penilaian pada tiap indikator yang secara keseluruhan berada dalam kategori sangat baik. Salah satu aspek yang menjadi fokus penilaian adalah desain tampilan dan format penulisan, yang memperoleh persentase sebesar 84% dan dikategorikan sebagai sangat baik. Perolehan nilai tersebut mengindikasikan bahwa peserta didik memberikan respons positif terhadap tampilan e-LKPD yang telah dikembangkan, meliputi pemilihan warna, tata letak, tipografi, penggunaan gambar ilustratif, serta sistematika penyajian materi yang mudah dipahami. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa kualitas desain konten e-learning berpengaruh positif terhadap hasil belajar peserta didik (Hidayati, 2021). Lebih lanjut, desain tampilan yang berkualitas mencakup sejumlah elemen esensial, di antaranya *interface design*, *usability*, *convenience*, dan *satisfaction*, yang secara sinergis berkontribusi dalam meningkatkan keterlibatan dan motivasi peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung.

Aspek kebermanfaatan pada instrumen e-LKPD menunjukkan persentase penilaian sebesar 84%, sehingga dikategorikan dalam klasifikasi sangat baik. Capaian tersebut mengindikasikan bahwa muatan materi dalam e-LKPD telah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran peserta didik, sekaligus mampu mengintegrasikan konsep-konsep IPA dengan permasalahan lingkungan yang relevan dalam konteks kehidupan sehari-hari. Hasil ini bersesuaian dengan Siregar et al., (2024), yang menyatakan bahwa penerapan model inkuiri terbimbing berbasis teknologi berpotensi meningkatkan efektivitas dan kebermaknaan pembelajaran, mengingat peserta didik terlibat secara aktif dalam setiap tahapan proses pembelajaran sehingga memperoleh pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan bermakna.

Kemudian aspek kepraktisan e-LKPD memperoleh persentase penilaian sebesar 82% yang termasuk dalam kategori sangat baik. Capaian tersebut mengindikasikan bahwa e-LKPD yang dikembangkan memiliki tingkat kemudahan penggunaan yang tinggi serta dapat diakses secara optimal oleh peserta didik dalam proses pembelajaran. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Raysa et al., (2024) yang mengungkapkan bahwa e-LKPD dengan tampilan yang menarik, kemudahan akses, serta keterpaduan dengan model pembelajaran terbukti berkontribusi dalam peningkatan literasi lingkungan peserta didik.

Aspek kepraktisan e-LKPD memperoleh persentase penilaian sebesar 82%, sehingga terklasifikasi dalam kategori sangat baik. Perolehan tersebut mengindikasikan bahwa e-LKPD yang dikembangkan memiliki tingkat usability yang tinggi dan dapat diakses secara optimal oleh peserta didik dalam kegiatan pembelajaran. Hal ini diperkuat oleh temuan yang menyatakan bahwa e-LKPD dengan desain antarmuka yang menarik, kemudahan aksesibilitas, serta keterintegrasian dengan model pembelajaran terbukti memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan literasi lingkungan peserta didik Raysa et al., (2024).

Aspek kemenarikan, e-LKPD yang dikembangkan memperoleh persentase penilaian sebesar 83%, sehingga tergolong dalam kategori sangat baik. Capaian tersebut mengindikasikan bahwa e-LKPD yang dikembangkan memiliki daya tarik visual maupun konten yang memadai untuk menstimulasi perhatian peserta didik, sekaligus berpotensi menciptakan iklim pembelajaran yang lebih aktif dan kondusif. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang mengungkapkan bahwa media pembelajaran interaktif memiliki peranan yang signifikan dalam meningkatkan minat belajar peserta didik, karena mampu menghadirkan pengalaman belajar yang variatif dan tidak bersifat monoton (Danila & Agustini, 2021).

Pada aspek pendekatan *deep learning*, e-LKPD yang dikembangkan memperoleh persentase penilaian sebesar 84%, sehingga terklasifikasi dalam kategori sangat baik. Capaian ini mengindikasikan bahwa e-LKPD yang dikembangkan mampu memfasilitasi pengalaman belajar yang bermakna, reflektif, dan menyenangkan bagi peserta didik sepanjang proses pembelajaran berlangsung. Temuan tersebut sejalan dengan konsepsi yang menyatakan bahwa pembelajaran mendalam (*deep learning*) terwujud ketika peserta didik mampu mengonstruksi pemahaman terhadap makna suatu konsep, menghubungkannya dengan pengetahuan atau pengalaman yang telah diperoleh sebelumnya, serta mengaplikasikannya dalam berbagai konteks pembelajaran yang bervariasi (Marton & Säljö, 1976).

Berdasarkan hasil evaluasi secara menyeluruh, e-LKPD Jelajah Lereng Gunung Api Berbasis *Deep Learning* memperoleh total persentase sebesar 83,60%, sehingga dapat dikategorikan dalam kriteria sangat baik. Temuan ini selaras dengan klasifikasi kriteria persentase yang dikemukakan oleh, yang menyatakan bahwa perolehan nilai persentase pada rentang 81% - 100% tergolong dalam kategori sangat baik (Riduwan, 2015). Hasil analisis uji respons peserta didik menunjukkan bahwa e-LKPD yang telah dikembangkan mampu

menyajikan materi pembelajaran secara efektif, sekaligus menghadirkan pengalaman belajar yang menarik dan interaktif bagi peserta didik.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, e-LKPD Jelajah Lereng Gunung Api berbasis *Deep Learning* memperoleh persentase kevalidan keseluruhan sebesar 95% dan diklasifikasikan ke dalam kategori sangat valid. Persentase tersebut merupakan hasil agregasi dari dua komponen validasi utama, yaitu validasi ahli materi sebesar 97% dan validasi ahli media sebesar 94%. Selain itu, produk yang dikembangkan memperoleh respons positif dari peserta didik dengan persentase sebesar 83%, yang tergolong dalam kategori sangat baik. Secara keseluruhan, capaian tersebut mengindikasikan bahwa e-LKPD yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan dari segi kevalidan materi, media, maupun respons pengguna. Merujuk pada keseluruhan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, terdapat beberapa rekomendasi yang perlu disampaikan guna mendukung pengembangan dan pemanfaatan e-LKPD Jelajah Lereng Gunung Api berbasis *Deep Learning* secara lebih optimal. Penelitian ini memiliki keterbatasan, yakni pelaksanaannya baru mencakup tahap uji respons peserta didik dalam lingkup yang terbatas. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk memperluas cakupan pengujian melalui implementasi langsung dalam kegiatan pembelajaran pada skala yang lebih representatif, sehingga efektivitas produk dapat dikaji secara lebih komprehensif. Di samping itu, e-LKPD yang telah dikembangkan memiliki fleksibilitas dalam penggunaannya, baik pada konteks pembelajaran luring maupun daring, sehingga berpotensi untuk dijadikan referensi bagi pendidik dalam merancang perangkat pembelajaran IPA.

Acknowledgment

-

Daftar Pustaka

- Ali, I., & Rahman, A. (2024). *Environmental Degradation: Causes, Effects and Solutions*. www.ijfmr.com
- Ardianto, D. , & R. B. (2021). Analisis Literasi Sains Peserta Didik SMP pada Pembelajaran IPA Terpadu Tema Pencemaran Lingkungan. . *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 9(1), 138-148.
- AUSUBEL, D. (1963). *Psikologi pembelajaran verbal yang bermakna*. Grune & Stratton.
- Azizah, N., & Roshayanti, F. (2024). Profil Literasi lingkungan siswa kelas X di SMKN 1 Ampelgading. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Di Sekolah*, 5(1), 209–214. <https://doi.org/10.51874/jips.v5i1.188>
- Bell, Smetana, R.L, Binns, & L. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30–33.
- Biggs, J. , & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university*. ((4th ed.)). McGraw-Hill Education.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE approach*. Department of Educational Psychology and Instructional Technology University of Georgia

- Charles E. Roth. (1992). *Environmental Literacy: Its Roots, Evolution and Directions in the 1990s*. OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.
- Cincera, J., Kroufek, R., & Bogner, F. X. (2023). The perceived effect of environmental and sustainability education on environmental literacy of Czech teenagers. *Environmental Education Research*, 29(9), 1276–1293. <https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2107618>
- Danila, R., & Agustini, R. (2021). Analisis Keterampilan Metakognitif Peserta Didik Menggunakan Model Inkuiri Terbimbing pada Materi Laju Reaksi Berbasis Pembelajaran Daring. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran*, 7(3), 596. <https://doi.org/10.33394/jk.v7i3.3487>
- Entwistle, N. (2009). *Teaching for understanding at university: Deep approaches and distinctive ways of thinking*. Palgrave Macmillan.
- Gagné, R. M. , Wager, W. W. , Golas, K. C. , & Keller, J. M. (2005). *Principles of Instructional Design* ((5th ed.). Wadsworth.
- Hidayati, N. M. (2021). Does E-Learning Content Design Affect Student Learning Outcomes? *SOCIA: Jurnal Ilmu-Ilmu Sosial*, 17(2), 89–99. <https://doi.org/10.21831/socia.v17i2.35571>
- Hmelo-Silver, C.E, Duncan, R.G, Chinn, & C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark. *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Ikasari Dewi, Fenny Roshayanti, & Endah Rita Sulistya Dewi. (2024). Student's Environmental Literacy Profile SMPN 1 Pekalongan. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 16(1), 85–93. <https://doi.org/10.25134/quagga.v16i1.70>
- Indrayanti, I., Ngabekti, S., & Astuti, B. (2021). Development of Guided Inquiry Based Learning Modules to Improve Environmental Attitude and HOTS. *Journal of Innovative Science Education*, 9(3), 65–69. <https://doi.org/10.15294/jise.v9i2.38368>
- IPCC. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. . Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jakob Nielsen. (1994). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann Publishers.
- Jannah, M. , & Julianto, J. (2018). Pengembangan media video animasi digestive system untuk meningkatkan hasil belajar siswa mata pelajaran IPA kelas V. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 6(2).
- Kemendikdasmen. (2023). *Konsep dan implementasi deep learning dalam pembelajaran*. . Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.
- Wahyuni, K. S. P., Candiasa, I. M., & Wibawa, I. M. C. (2021). Pengembangan E-LKPD berbasis kemampuan berpikir tingkat tinggi mata pelajaran tematik kelas IV sekolah dasar. *PENDASI Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 5(2), 301–311. https://doi.org/10.23887/jurnal_pendas.v5i2.476

- Latukau, M., Kie, S., & Abstract, R. (2023). Penerapan Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Sains dan Sikap Ilmiah Siswa SD. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(11), 31–39. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8062158>
- MARTON, F., & SÄALJÖ, R. (1976). ON Qualitative Differences In Learning—li Outcome As A Function Of The Learner's Conception Of The Task. *British Journal of Educational Psychology*, 46(2), 115–127. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1976.tb02304.x>
- MARTON, F., & SÄLJÖ, R. (1976). On Qualitative Differences In Learning: I—Outcome And Process*. *British Journal of Educational Psychology*, 46(1), 4–11. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1976.tb02980.x>
- Murdiyah, I. (2022). Pentingnya literasi sains pada pembelajaran berorientasi PISA. SMP Muhammadiyah 1 Kudus. . <https://Smpmutukudus.Sch.Id/2022/04/Pentingnya-Literasi-Sains-Pada-Pembelajaran-Berorientasi-Pisa/>.
- Mustofa, M., & Handini, O. (2023). Implementasi Tanggap Wilayah dalam Mitigasi Bencana Gunung Api di Sekolah Dasar. *International Journal of Community Service Learning*, 7(2), 151–154. <https://doi.org/10.23887/ijcs.v7i2.60106>
- Narbuko, C., & Achmadi, A. (2012). *Metodologi Penelitian* (12th ed.). Bumi Aksara.
- North American Association for Environmental Education. (2011). *Developing a Framework for Assessing Environmental Literacy*. . NAAEE.
- Nugroho, A. (2018). Pengembangan Model Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Meletus Di Sekolah Dasar Lereng Gunung Slamet. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Multidisiplin*, 1(2), 131–137. <https://doi.org/10.36341/jpm.v1i2.413>
- Octaviana, F. , Wahyuni, D. , & Supeno, S. (2022). Pengembangan E-LKPD untuk meningkatkan keterampilan kolaborasi siswa SMP pada pembelajaran IPA. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 2345-2353. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i2.2332>
- Oemar Hamalik. (2011). *Kurikulum dan Pembelajaran*. Bumi Aksara.
- Rahiem, M. D. H., & Widiastuti, F. (2020). Pembelajaran Mitigasi Bencana Alam Gempa Bumi untuk Anak Usia Dini melalui Buku Bacaan Bergambar. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(1), 36. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v5i1.519>
- Raysa, A., Ulfa Jhora, F., Fisika, P., & Negeri Padang, U. (2024). *Desain E-LKPD Pencemaran Lingkungan Terintegrasi Model PBL untuk Menstimulasi Literasi Lingkungan Peserta Didik*.
- Richard E. Mayer. (2021). *Multimedia Learning* ((3rd ed)). Cambridge University Press.
- Riduwan. (2015). *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Alfabeta.
- Riduwan. (2015). *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Alfabeta.
- Rizkika, M., Dwi, P., & Ahmad, N. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM pada Materi Tekanan Zat untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Development of E-LKPD Based on STEM on Substance Pressure Materials to Improve Critical Thinking Skills for Junior High School Student. *Pancasakti Science Education Journal PSEJ*, 7(1), 41–48. <https://doi.org/10.4905/psej.v7i1.142>
- Robin Williams. (2015). *The Non-Designer's Design Book* ((4th ed.)). CA: Peachpit Press.

- Saputri, D., Hidayati, N., Fauziah, N., & Artikel Abstrak, I. (2023). Lembar Validasi: Instrumen yang Digunakan Untuk Menilai Produk yang Dikembangkan Pada Penelitian Pengembangan Bidang Pendidikan. In *BIOLOGY AND EDUCATION JOURNAL* (Vol. 3, Number 2).
- Siahaan, K. W. A., Lumbangaol, S. T. P., Marbun, J., Nainggolan, A. D., Ritonga, J. M., & Barus, D. P. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan Multi Representasi terhadap Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep IPA. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 195–205. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i1.614>
- Siregar, S. D., Zhafira, Z., & Riandi, R. (2024). Inovasi Pembelajaran Model Inkuiri Terbimbing Berbasis Teknologi pada Materi Perubahan Lingkungan. *BIODIK*, 10(2), 101–110. <https://doi.org/10.22437/biodik.v10i2.32890>
- Sivasailam Thiagarajan, Semmel, D. S. , & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. . Bloomington: Indiana University.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. . Alfabeta.
- Vijaya, Dr. G. S. (2024). *Addressing Contemporary Environmental Challenges: A Focus on Climate Change, Waste Management, Biodiversity Conservation, and Sustainable Development*. 12–12. <https://doi.org/10.62422/978-81-970328-1-3-001>
- Vivi Fitriyani, A. (2020). Bahan Ajar E-Book Interaktif Mata Pelajaran Praktikum Akuntansi Lembaga Berbasis Kontekstual. In *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan* (Vol. 4, Number 3).
- Widiyanti, T., & Fitrotun Nisa, A. (2021). Pengembangan E-Lkpd Berbasis Pendekatan Saintifik Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Pembelajaran Ipa Kelas V Sekolah Dasar. *Trihayu: Jurnal Pendidikan Ke-SD-An*, 8(1). <https://doi.org/10.30738/trihayu.v8i1.11136>