Jurnal Pendidikan MIPA
Volume 15. Nomor 4, Desember 2025 | ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v15i4.3530

Pengembangan E-Modul Berbasis *Problem Based Learning* Topik "Leuit: Tatali Paranti Karuhun dalam Ketersediaan Pangan" untuk Memfasilitasi Kemampuan Literasi Sains

Tela Piyana, Dwi Indah Suryani, Annisa Novianti Taufik

[1)]Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

*Corresponding Author: 2281210012@untirta.ac.id

ABSTRAK

Kemampuan literasi sains merupakan satu dari sekian kemampuan yang harus dimiliki siswa pada abad ke-21 ialah. Dimana bahan ajar ialah salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan literasi sains peserta didik. Bahan ajar dalam bentuk e-modul kemudian bisa menjadi salah satu solusi untuk memfasilitasi kemampuan literasi sains seperta didik dengan mengintegrasikannya dengan model pembelajaran *Problem based learning* yang mengangkat topik isu ketersediaan pangan dilingkungan masyarakat adat. Metode yang digunakan ialah metode *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan model pengembangan 4D dari Thiagarajan yang dibatasi pada tahap *development*. Sample yang digunakan berjumlah 33 orang peserta didik dengan 9 ahli validator. Instrumen yang digunakan dalam mengukur kevalidan produk ialah angket validasi dan angket untuk uji keterbacaan peserta didik. Hasil persentase penilaian validasi sebesar 85,68% dengan kategori "Sangat layak", dan hasil persentase uji keterbacaan peserta didik sebesar 83,17% dengan kategori "Baik". Sehingga e-modul ini dapat digunakan dilapangan dengan revisi.

Kata Kunci: E-modul; *Problem Based Learning*; Literasi Sains

Received: 4 Oct 2025; **Revised**: 21 Oct 2025; **Accepted**: 24 Oct 2025; **Available Online**: 25 Oct 2025

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

PENDAHULUAN

Sains merupakan ilmu yang mengintegrasikan beberapa bidang ilmu didalamnya, yang kemudian tercermin dalam hakikat sains yaitu, sains sebagai sikap, sains sebagai proses, dan sains sebagai produk (Sahroni, 2020). Hakikat sains dalam proses pembelajaran IPA bukan sekedar mentransfer pengetahuan, akan tetapi berperan dalam penanaman proses berpikir ilmiah. Proses eksperimen, penyelidikan dan mengolah serta menganalisis data melatih kemampuan berpikir kritis serta kemampuan pemecahan masalah yang menjadi pondasi dalam keterampilan abad 21. Dalam proses pembelajaran IPA kegiatan pembelajaran juga merangsang rasa ingin tahu dan kreativitas siswa dalam menemukan solusi atas permasalahan. Pendidikan dianggap berkualitas jika proses pembelajaran di kelas berjalan secara efektif dan siswa dapat menguasai materi dengan baik (Hutabarat, 2024). Dengan demikian, hakikat sains yang diterapkan di kelas tidak hanya memberikan pemahaman konsep kepada peserta didik, tetapi juga membentuk mereka menjadi individu yang adaptif, inovatif, dan mampu berkontribusi dalam masyarakat global.. *World Economic Forum* (WEF) menyatakan bahwa salah satu keterampilan yang harus dimiliki siswa agar dapat bersaing di abad ke-21 adalah kemampuan literasi sains yang bertujuan mendorong ilmu pengetahuan dengan tujuan utama mempersiapkan masyarak at untuk abad ke-21 (Tillah et al., 2025).

Kemampuan literasi sains lebih merujuk pada keahlian dasar manusia untuk bisa membaca konsep atau fenomena sains dalam kehidupan sehari-hari dan lebih bersifat lahiriah. Sesuai dengan visi WEF dengan *The Boston Consulting Group* (BCG) yang tercantum didalam *New Vision For Education : Unlocking the potential of technology* terdapat 16 keterampilan abad 21 yang diadopsi dari WEF dan BCG kemudian dibagi kedalam 3 keterampilan yaitu kompetensi atau keterampilan berpikir tingkat tinggi, keterampilan Literasi dasar yang memuat 6 sub literasi yaitu baca tulis, menghitung, literasi sains, teknologi informasi dan komunikasi, keuangan, serta kebudayaan dan kewarganegaraan, dan keterampilan karakter (Nugraha, 2020). Visi WEF dan BCG

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v15i4.3530

kemudian diturunkan kepada program prioritas presiden yang dimulai pada tahun 2016, dan dikenal dengan istilah Gerakan Literasi Naional (GLN). Program GLN bertujuan membentuk individu agar dapat menciptakan ide maupun sesuatu yang baru dan bermanfaat, dimana salah satu dari ketiga keterampilan yang diusung oleh WEF adalah kemampuan literasi sains.

Literasi sains didefinisikan sebagai kemampuan dalam menerapkan konsep-konsep sains untuk dapat beradaptasi dengan perubahan kehidupan yang serba cepat (Wasis et al., 2020). Pada usia sekolah literasi sains berperan penting dalam membentuk peserta didik agar dapat menghadapi permasalahan dilingkungan masyarakat yang mengalami perubahan cepat (Indrawan et al., 2022). Kemampuan literasi sains berperan penting dalam mencetak peserta didik menjadi agen-agen pemecahan masalah yang dapat beradaptasi dengan globalisasi. Literasi sains memiliki peran penting dalam menunjang kemampuan abad 21, dimana bentuk perkembangan revolusi 4.0 yang berkualitas, peserta didik diharapkan telah memiliki kemampuan berpikir kritis, menguasai teknologi, berkomunikasi, berkolaborasi, dan menghubungkan pengetahuan alam dengan kemampuan literasi sains (Sulistina et al., 2024).

Namun kemampuan literasi sains di Indonesia belum tercapai maksimal, yang kemudian menyebabkan adanya kesenjangan kemampuan apabila dibandingkan dengan standar internasional. Hal ini dibuktikan dengan data PISA tahun 2022 menunjukkan bahwa Indonesia menempati urutan ke-62 dalam literasi sains dari 72 negara (OECD, 2024). Rata-rata kemampuan literasi sains di Indonesia ada di level 3 dari 7 level yang tercantum dalam hasil PISA. Dimana level 3 bermakna bahwa peserta didik sudah dapat memanfaatkan pengetahuan konten yang kompleks agar dapat mengidentifikasi atau menstukturisasi penjelasan mengenai fenomena yang umum ditemukan tetapi terjadi dalam situasi yang kurang familiar. Maka dari itu, proses pembelajaran di sekolah harus mampu memfasilitasi pengembangan kemampuan literasi sains peserta didik yang dapat dibentuk melalui berbagai strategi pembelajaran.

Akan tetapi berdasarkan hasil penyelidikan awal di 3 Sekolah menunjukkan bahwa strategi pembelajaran tidak diterapkan secara efektif seperti pada model pembelajaran yang digunakan langkah-langkah pembelajarannya tidak diimplementasikan secara utuh dsehingga efektifitas model pembelajaran tidak maksimal dan penggunaan bahan ajar yang tidak lengkap komponennya. Dimana menurut Kristyo (2019) bahan ajar merupakan salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya kemampuan literasi sains pada peserta didik. Seperti yang terjadi di Sekolah penelitian bahan ajar yang digunakan masih berupa teks book dengan materi saduran dari buku yang telah dibeli atau digunakan oleh institusi tanpa berusaha untuk merencanakan, mempersiapkan, atau mengembangkan sendiri Dengan ini menunjukkan bahwa maka bahan ajar yang digunakan mungkin tidak menarik, tidak authentic, serta tidak memenuhi kebutuhan siswa (Tauhid et al., 2024). E-Modul yang menggabungkan antara teks, gambar, video, maupun bentuk aplikasi lainnya dapat meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik. Selain itu e-modul memiliki keunggulan yaitu modul yang lebih interaktif, bersifat fleksibel, dan didukung dengan sistem pembelajaran *online* yang menjadikan modul mudah dijangkau apabila dibandingkan dengan modul cetak (Suryani et al., 2022).

Selain menyajikan konsep-konsep sains dalam bahan ajar menurut Westhisi (2019) guru IPA di sekolah harus menerapkan model pembelajaran yang efisien untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik. Dimana model pembelajaran berfungsi sebagai struktur konseptual yang mengilustrasikan langkah-langkah terstruktur guna mencapai tujuan pembelajaran secara spesifik. Salah satu model pembelajaran alternatif yang mampu mengembangkan kemampuan literasi sains sebagai fokus utama peserta didik adalah pembelajaran berbasis masalah atau *Problem based learning* (Najuah et al., 2020). Maka dari itu untuk Bahan ajar berbentuk e-modul dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* dapat memfasilitasi kemampuan literasi sains peserta didik pada saat pembelajaran berlangsung.

Salah satu karakteristik dari model pembelajaran Problem based learning adalah menghadirkan permasalahan dunia nyata kepada siswa dan menciptakan kondisi pembelajaran aktif (Sunaryati et al., 2024). Salah satu permasalahan authentic yang tengah berkembang dimasyarakat adalah terkait perubahan iklim yang berdampak pada menurunnya jumlah ketersediaan pangan atau kita kenal dengan kondisi krisis pangan. Issue ini merupakan indikator tercapainya goal tanpa kelaparan pada program SDGS. Tujuan kedua dari SDGS bertujuan untuk menghapuskan kelaparan, mencapai ketahanan pangan, meningkatkan pertanian berkelanjutan untuk memastikan keberlanjutan sistem pangan pada tahun 2030 (Blesh et al., 2019). Dalam tatanan masyarakat adat kasepuhan Banten Kidul terdapat tatali paranti karuhun atau tradisi terun temurun

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v15i4.3530

salah satunya adalah dengan menyimpan padi di Leuit. Leuit dapat menyimpan padi bertahun-tahun bahkan sampai puluhan tahun. Secara kajian IPA, Leuit dapat menangani isu krisis pangan akibat gagal panen. Selain itu leuit juga berkontribusi untuk menjaga kestabilan ketersediaan pangan dalam jangka panjang serta menjadi batasan agar masyarakat adat tidak mengeksploitasi sumber daya alam secara berlebihan. Namun sangat disayangkan pada era globalisasi dengen banyak masuknya teknologi dan budaya luar, nilai-nilai kearifan lokal mulai berkurang, dan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk kembali menanamkan nilai kearifan lokal adalah dengan mengintegrasikan kearifan lokal pada pembelajaran di Sekolah.

Berdasarkan permasalahan diatas peneliti melakukan penelitian dengan judul "Pengembangan E-Modul Berbasis Problem Based Learning Topik "Leuit : Tatali Paranti Karuhun Dalam Ketersediaan Pangan" Untuk Memfasilitasi Kemampuan Literasi Sains". Dimana penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat validitas e-modul dan tingkat keterbacaan peserta didik terhadap e-modul yang dikembangkan.

METODE

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan dengan menggunakan model pengembangan 4D yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1974). Pada model pengembangan ini terdapat empat tahap yaitu define, design, develop, dan disseminate. Namun pada penelitian ini tahap pengembangan modul dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan, sehingga tahap pengembangan dibatasi hanya sampai pada tahap *develop*. Tahapan *disseminate* tidak dilakukan dikarenakan fokus penelitian pada pengembangan bahan ajar dalam bentuk e-modul serta mengukur tinggal validasi produk. Berikut ini ialah langkah-langkah penelitian menggunakan model 4D :

Define (Tahap pendefinisian)

Pada tahap define peneliti menetapkan serta mendefinisikan tujuan pengembangan yang didasarkan pada kebutuhan dalam pembelajaran IPA. Pada tahap *define* meliputi langkah-langkah berikut ini, yaitu Analisis ujung depan, analisis peserta didik, analisis tugas, analisis konsep, dan menentukan instruksi tujuan. Analisis ujung depan bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan utama, dimana pada tahap ini digunakan lembar wawancara dan angket obsevasi kelas. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi, guru belum pernah mengembangkan bahan ajar mandiri dan hanya menggunakan buku ajar dari kemendikbud. Selanjutnya analisis peserta didik, dimana analisis ini bertujuan untuk mengetahui karakter serta tahap perkembangan peserta didik agar terciptanya pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan jenjang perkembangan peserta didik. Dalam tahap ini dilakukan wawancara terhadap peserta didik terkait proses pembelajaran. Berdasarkan hasil wawancara diperoleh bahwa pembelajaran dikelas dikelas sudah menggunakan model pembelajaran yang beragam terutama PBL, namun sintak-sintaknya belum diterapkan sepenuhnya. SElain itu diperoleh informasi bahwa peserta didik lebih menyukai gaya pembelajaran interaktif dan menginginkan bahan ajar dalam bentuk elektronik agar lebih fleksibel. Selain itu kemampuan kognitif peserta didik juga masih belum bisaberfikir abstrak dan harus diberikan contoh atau gambaran mengenai topik yang dibahas. Selanjutnya ialah tahap analisis tugas, dimana tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi rangkaian tugas utama yang akan dilaksanakan. Berdasarkan hasil analisis model pembelajaran *Problem Based Learning* memuat langkah-langkah pembelajaran yang sesuai dengan aspek kemampuan literasi sains. Tahap selanjutnya yaitu analisis konsep, dimana analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi materi yang akan dimuat dalam produk pengembangan. Setelah mengetahui permasalahan serta kondisi lapangan sekolah dan telah menentukan langkah pembelajaran yang sesuai dalam memfasilitasi peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik, materi yang akan dimuat ialah materi yang berhubungan dengan kehidupan nyata peserta didik atau bersifat kontekstual yaitu materi mengenai ketersediaan pangan yang dikaitkan dengan tatali paranti karuhun dilingkungan adat. Tahap terakhir yaitu menantukan instruksi tujuan, dimana pada tahap ini memuat capaian pembelajaran, yaitu Peserta didik memproseskan interaksi antar makhluk hidup dan lingkungannya, serta dapat merancang upaya-upaya mencegah dan mengatasi pencemaran serta perubahan iklim. Selain memuat CP tahap terakhir ini juga memuat tujuan pembelajaran, yaitu Peserta didik dapat mengenali interaksi mahluk hidup dengan lingkungan yang menyebabkan pemanasan global dengan baik, Peserta didik dapat menguraikan dampak pemanasan global terhadap perubahan iklim dengan tepat, dan menentukan upaya mengatasi dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian di wilayah adat. Dengan keterampilan proses mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses, menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi, dan mengkomunikasikan hasil.

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v15i4.3530

***Design* (Tahap perancangan)**

Pada tahap design meliputi beberapa tahapan, yaitu : Penyusunan instrument penilaian, dimana pada penilaian elektronik modul yang dikembangkan yakni jenis instrument dengan berupa angket validasi produk serta angket uji keterbacaan. Selanjutnya pemilihan media yang bertujuan untuk menentukan media bantu dalam pengembangan produk. Media yang dipilih untuk mengembangkan e-modul ialah Canva dengan dikolaborasikan dengan web pendukung dan *assembler edu.* Pemilihan canva sebagai media pengembangan dikarenakan banyaknya ikon pendukung yang beragam dan output yang fleksibel sehingga e-modul yang sudah didesign dapat diperoleh dalam bentuk PDF dan diakses secara offline. Sedangkan *assembler edu* dipilih karena media yang didesign dapat ditampilkan dalam bentuk 3 dimensi dan dapat diakses dengan menggunakan handphone. Selanjutnya ialah pemilihan format panduan e-modul yaitu tinjauan mata pelajaran, pendahuluan, relevansi, kegiatan pembelajaran, latihan, rambu-rambu jawaban latihan, rangkuman, tes formatif, dank unci jawaban tes formatif. Dan yang terakhir ialah rancangan awal dan dituangkan dalam bentuk *storyboard* e-modul berbasis model pembelajaran *Problem Based Learning.*

***Develop* (Tahap Pengembangan)**

Pada tahap develop peneliti mulai memodifikasi storyboard awal yang telah dikembangkan menjadi produk akhir sesuai dengan hasil uji keterbacaan dan umpan balik berupa penilaian dan masukan dari validator ahli.

Adapun subjek dalam penilitian ini ialah ahli materi, ahli media, ahli bahan ajar, dan peserta didik dari SMPN 2 Cibeber, SMPN 4 Cibeber, dan SMPN 7 Cibeber. Peserta didik akan dipilih dengan teknik *random sampling* yaitu 5% dari jumlah populasi (Saryono, 2020). Dimana 5% dari jumlah populasi keseluruhan peserta didik kelas 9 dari 3 sekolah ialah sebanyak 33 pesetta didik. Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil 2025/2026 dan bertempat di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, dan tiga SMP yang berada di Kecamatan Cibeber Kabupaten Lebak Provinsi Banten yaitu SMPN 2 Cibeber, SMPN 4 Cibeber, dan SMPN 7 Cibeber. Ketiga sekolah tersebut dipilih karena berada dilingkungan wilayah adat yang masih menerapkan tatali paranti karuhun dalam hal ini leuit sebagai tempat menyimpan padi yang merupakan pangan lokal masyarakat adat. Jenis data pada penelitian pengembangan ini adalah data kuantitatif dan data kualitatif. Dimana data kuantitatif didapatkan dari rekapitulasi angket validasi yang dinilai dengan menggunakan skala likert kemudian dihitung dan direkapitulasi menggunakan rumus sehingga menghasilkan skor kelayakan produk, serta skor Persentase uji keterbacaan peserta didik. Sedangkan hasil data kualitatif berasal dari indikator penilaian pada tiap-tiap angket yang dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan merangkum dari jawaban dan umpan balik. Dimana angket validasi terbagi kedalam tiga validasi ahli, yaitu validasi ahli media, validasi ahli materi, serta validasi ahli bahan ajar , serta angket uji keterbacaan skala terbatas dan lembar wawancara pada peserta didik serta saran dan masukan dari para validator. Pada penelitian ini isntrumen pengumpulan data menggunakan lembar angket validasi produk dan lembar angket uji keterbacaan peserta didik.

Penilaian produk penelitian pengembangan dilakukan oleh para ahli dengan menggunakan lembar angket validasi dengan menggunakan skala likert pada tiap indikator penilaian dengan menggunakan skor (1), dan data kuantitatif hasil uji validasi akan dianalisis menggunakan persamaan (1) yang diadopsi dari (Afriyanti, 2018).

Tabel 1. Skor kevalidan produk

Skor	Kriteria
4	Sangat valid
3	Valid
2	Kurang valid
1	Tidak valid

$$x_i = \frac{\sum^s}{s_{max}} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan ; x^i = Presentase ; $\sum^s$ = Jumlah skor ; S^{max}= Skor maksimal. Selanjutnya hasil skor presentase kelayakan yang diperoleh disesuaikan dengan kriteria kelayakan produk pada tabel 2.

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v15i4.3530

Tabel 2. Kategori tingkat kevalidan produk

Presentase skor	Keterangan
81,25 ≤×≤ 100	Sangat valid
62,50 ≤×≤ 81,25	Valid
43,75 ≤×≤ 62,50	Kurang valid
25≤×≤ 43,75	Tidak valid

Selain penilaian validasi produk, dilakukan juga uji kterbacaan ptoduk oleh peserta didik dengan menggunakan lembar angket keterbacaan dengan mengunakan skala likert dengan kategori pada tabel 3 dan adat hasil uji keterbacaan akan dianalisis dengan menggunakan rumus persamaan (2)

Tabel 3. Kriteria skor keterbacaan produk

Skor Penilaian	Kategori
4	Sangat setuju
3	Setuju
2	Kurang setuju
1	Tidak setuju

$$PRS : \frac{A}{N} \times 100\% \quad (2)$$

Dengan : PRS= Persen respon siswa; A= Jumlah jawaban respon; N= Jumlah penilaian total tiap kategori. Selanjutnya hasil skor presentase uji keterbacaan yang diperoleh disesuaikan dengan kriteria keterbacaan produk pada tabel 4.

Tabel 4. Kriteria keterbacaan prduk

Skor (%)	Kategori
85 (%)-100(%)	Sangat baik
70(%)-<85(%)	Baik
60(%)-<70(%)	Cukup baik
50(%)-<60(%)	Kurang baik
<50(%)	Tidak baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Validasi ahli materi, ahli media, dan ahli bahan ajar

Pada pengembangan e-modul ini divalidasi oleh 9 validator ahli yang mahir dibidang masing-masing. Diantaranya 3 validator ahli materi yaitu dosen dari salah satu Universitas di Bandung, Serang, dan Cirebon. Selanjutnya 3 Validator ahli media yaitu dosen dari salah satu Universitas di Serang, dan Lebak, serta 3 Validator ahli bahan ajar dari dosen salah satu universitas swasta di Serang dan guru SMPN 4 Cibeber di Kabupaten Lebak dan SMPN 1 Amal Mulia di Kabupaten Bogor. Pada tabel 5 dibawah ini akan ditampilkan hasil akumulasi penilaian dari validator ahli.

Dalam pengembangan e-modul validasi materi, media dan bahan ajar saling keteraitan. Dimana validasi materi bertujuan untuk mengukur keakuratan isi dan kesesuaian konten materi. Validasi media mengukur interaktivitas teknologi pendukung dan estetika tampilan e-modul. Sedangkan validasi bahan ajar bertujuan untuk menilai secara keseluruhan baik dari sisi media dan materi yang termuat. Ketiga validasi sama-sama bertujuan untuk menilai dan memastikan efektifitas modul dalam pembelajaran.

Tabel 5. Hasil validasi keseluruhan

No	Validator ahli	Persentase	Kategori
1	Ahli materi	75,91%	Valid
2	Ahli media	94,44%	Sangat valid
3	Ahli bahan ajar	86,70%	Sangat valid
	Total	85,68%	Sangat valid

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v15i4.3530

Pada tabel 5 menunjukkan bahwa secara umum komponen e-modul yang dikembangkan sudah lengkap serta memuat materi ketahanan pangan yang sudah disesuaikan tingkat kedalaman dan keluasan materi maupun secara hirarki penyususnan materi serta kegiatan pembelajaran berbasis model *Problem Based Learning* yang termuat dalam e-modul sudah memfasilitasi kemampuan literasi sains pada saat pembelajaran. Dari sisi media e-modul sangat fleksibel untuk digunakan oleh peserta didik serta komponen pendukung seperti, gambar, video, dan penambahan *Augmented Reality* turut menambah nilai jual e-modul. Akan tetapi karena ketidakmaksimalan skor dan ketidaksempurnaan, e-modul harus melalui tahap revisi atau perbaikan berdasarkan saran dan masukan dari ahli validasi untuk meningkatkan efektifikas e-modul yang dikembangkan.

Tabel 6. Hasil validasi ahli materi

No	Aspek	Persentase nilai validasi	Kategori nilai validasi
1	Kelayakan isi	76,83%	Valid
2	Penyajian	75%	valid
	Total	75,91%	valid

Penilaian pertama dilihat dari sisi penyampaian materi pada e-modul yang dinilai oleh 3 validator ahli dan memperoleh nilai total validasi materi sebesar 75,91% dengan kategori valid. Pada penilaian ini terdapat dua aspek penilaian, yaitu kelayakan isi dan aspek penyajian. Berdasarkan persentase skor yang diperoleh menunjukkan bahwa materi yang termuat didalam e-modul sudah valid dan telah disesuaikan dengan capaian pembelajaran peserta didik pada fase D yaitu peserta didik dapat menganalisis interaksi antar mahluk hidup dengan lingkungannya, serta upaya menangani ancaman dampak perubahan iklim dan tujuan pembelajaran yang telah disusun secara sistematis mulai dari tujuan pembelajaran dengan level kognitif terendah hingga level kognitif tertinggi. Persentase ini juga menunjukkan bahwa e-modul sudah memuat materi yang menyajikan isu lokal yaitu mengenai upaya masyarakat adat dalam mewujudkan ketahanan pangan dengan menyimpan padi di Leuit. Penilaian ini juga menunjukkan bahwa Pada pengembangan materi juga sudah menggunakan capaian pembelajaran kurikulum merdeka, dimana menurut (Jumriani et al., 2024) sesuai dengan kurikulum merdeka revisi 2024 muatan topik dalam pembelajaran IPA harus relevan dengan isu-isu kontemporer seperti perubahan iklim yang disesuaikan tingkat kedalaman materi dengan kemampuan siswa dan perkembangan ilmu pengetahuan terbaru.

Selanjutnya pada aspek penyajian memperoleh skor sebesar 75% dengan kategori valid. Hal ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan dalam e-modul sudah tersusun secara sistematis. Hal ini selaras dengan Fitriani, M. A., & Putri, (2020) yang menyatakan bahwa bahan ajar bersifat sistematis artinya disusun secara urut sehingga memudahkan peserta didik dalam belajar. Selain itu dalam aspek penyajian juga mengukur penggunaan bahasa dalam menyampaikan materi dalam e-modul. Dimana berdasarkan penilaian ahli e-modul yang dikembangkan sudah menggunakan bahasa yang sesuai dengan KBBI dan tidak mengandung kalimat multitafsir atau bermakna ganda. Selaras dengan pernyataan Taufik et al., (2023) bahwa materi yang disusun dengan akurat dapat mengurangi miskonsepsi dan mengurangi multitafsir bagi peserta didik.

Tabel 7. Hasil penilaian ahli media

No	Indikator	Persentase nilai validasi	Kategori nilai validasi
1	Fleksibilitas modul	97,22%	Sangat valid
2	Desain cover e-modul	91,66%	Sangat valid
3	Desain isi e-modul	94,44%	Sangat valid
	Total	94,44%	Sangat valid

Berdasarkan tabel 7 penilaian ahli media mendapatkan nilai total 94,44% dengan kategori sangat valid, dimana hal ini menunjukkan e-mdoul yang dikembangkan secara tampilan, design dan aktifitas berbantuan teknologi yang lain sudah layak digunakan dalam pembelajaran. Dalam penilaian ahli media terdapat 3 indikator yaitu fleksibilitas modul, desain cover e-modul, dan desain isi e-modul. Indikator fleksibilitas e-modul memperoleh skor persentase sebesar 97,22% dengan kategori sangat valid. Dari penilaian tersebut dapat dilihat bahwa barcode yang tertera sudah dapat diakses dengan baik, serta tampilan struktur leuit dalam *Augmented Reality* terlihat dengan jelas. Selanjutnya indikator desain isi e-modul memperoleh skor sebesar 91,66% dengan kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa Hal ini menunjukkan bahwa desain cover e-modul sudah

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v15i4.3530

dapat merepresentasikan atau menggambarkan topik ketersediaan pangan yang dibahas didalam e-modul. Selain itu penilaian ini juga menggambarkan adanya keselarasan dalam memilih jenis huruf dalam menuliskan materi maupun heading judul, kontras warna dan ukuran huruf dengan latar e-modul serta proporsi huruf yang sudah sesuai. Karena untuk dapat memperoleh bahan ajar yang efektif diperlukan elemen-elemen yang harus dipenuhi diantaranya ialah penyusunan bahan ajar harus konsisten dalam pemakaian font, spasi, dan tata letak (Magdalena et al., 2020). Indikator yang terakhir yaitu desain isis e-modul, dimana indikator ini memperoleh skor sebesar 94,44% dengan kategori sangat valid. Skor Persentase yang diperoleh menunjukkan bahwa tema warna yang dipilih yaitu hijau, kuning, putih, dan coklat sudah sesuai dengan topik ketersediaan pangan. Selain itu penambahan dan penempatan ilustrasi pendukung seperti gambar, video dan *Augmented Reality* sudah sesuai dengan topik yang dibahas dan tidak berslebihan. Dalam penyusunan huruf dan spasi dalam e-modul sudah mudah dibaca, serta susunan dan antar paragraf tidak menimbulkan kesan tumpang tindih atau bahkan terlihat tidak rapi.

Tabel 8. Hasil validasi ahli bahan ajar

No	Aspek	Persentase nilai validasi	Kategori nilai validasi
1	Kelayakan isi	88,48%	Sangat valid
2	Kebahasaan	83,33%	Sangat valid
3	Aksebilitas	91,66%	Sangat valid
4	Ekonomis	83,33%	Sangat valid
	Total	86,70%	Sangat valid

Penilaian selanjutnya ialah validasi ahli bahan ajar yang bertujuan untuk menilai bahan ajar dalam sudut pandang praktisi. Ahli bahan ajar dipilih berdasarkan kriteria diantaranya adalah setidaknya pernah mengembangkan bahan ajar serta telah menggunakan bahan ajar dalam pembelajaran seperti guru. Secara keseluruhan penilaian validasi ahli bahan ajar memperoleh skor sebesar 86,70% dengan kategori sangat valid. Dalam instrumen yang dikembangkan terdapat beberapa aspek yang digunakan dalam penilaian ahli bahan ajar, diantaranya ialah aspek kelayakan isi yang menilai mengenai kelengkapan materi yang disampaikan, materi pendukung serta indikator literasi sains didalam proses pembelajaran yang memperoleh nilai Persentase sebesar 88,48% dengan kategori "Sangat Valid". Skor presentase ini menunjukkan bahwa isi e-modul sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran dan capaian pembelajaran peserta didik yang disesuaikan dengan tingkat kemampuan awal peserta didik. Hal ini sejalan dengan tingkatan level kognitif menurut (Nafiati, 2021).

Selanjutnya terdapat aspek kebahasaan yang menilai mengenai konsistensi dalam penggunaan kalimat dan kesesuaian dengan kamus KBBI yang kemudian memperoleh nilai sebesar 83,33% dengan kategori "Sangat Valid". Hal ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan telah menggunakan Bahasa yang sesuai dengan KBBI dan tidak mengandung kalimat yang ambigu. Dimana menurut Salma et al., (2024) sebuah kata atau kalimat yang dapat ditafsirkan lebih dari satu makna maka dianggap ambigu.

Kemudian ada aspek aksebilitas yang memuat indikator penilaian kemudahan dalam mengakses materi pendukung dengan Persentase penilaian sebesar 91,66% dengan kategori "Sangat Valid". Hal ini menunjukkan bahwa e-modul dapat diakses menggunakan berbagai perangkat seperti Handphone maupun laptop. Selain itu angka persentase ini juga menunjukkan kemudahan peserta didik dalam menggunakan barcode video yang akan diarahkan ke aplikasi youtube mengenai penjelasan materi terjadinya perubahan iklim dan ke web padlet serta mengakses sains report secara lebih rinci. Sejalan dengan pernyataan menurut Magdalena et al., (2020) bahwa bahan ajar mesti sesuai dengan perkembangan zaman.

Selanjutnya aspek ekonomis yang memperoleh skor 83,33% dengan kategori "Sangat Valid". Penilaian ini dapat diartikan bahwa e-modul dapat diakses dimana saja baik dalam jaringan maupun diluar jaringan dan mendukung pembelajaran mandiri peserta didik.

Uji keterbacaan produk

Uji keterbacaan peserta didik merupakan tahap lanjutan setelah mendapatkan skor validasi dari 9 validator. Uji keterbacaan ini dilakukan dengan tujuan memperoleh gambaran sudut pandang serta saran dan kritik peserta didik terhadap e-modul berbasis Problem based learning yang telah dikembangkan. Uji keterbacaan kemudian dilakukan oleh siswa SMP kelas IX yang berasal dari 3 sekolah, yaitu 12 peserta didik dari SMPN 2 Cibeber, 11 Peserta didik dari SMPN 4 Cibeber, dan 10 Peserta didik dari SMPN 7 Cibeber. Sampel penelitian

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v15i4.3530

ini diperoleh menggunakan teknik random sampling dan jumlahnya ditetapkan 5% dari total populasi disekolah penelitian. Pada tabel 9 berikut ini adalah Persentase hasil uji keterbacaan peserta didik yang telah dilakukan.

Tabel 9. Hasil uji keterbacaan produk

No	Subjek	Persentase hasil	Kategori
1	SMPN 2 Cibeber	83,67 %	Baik
2	SMPN 4 Cibeber	83,31%	Baik
3	SMPN 7 Cibeber	82,54%	Baik
	Total	83,17%	Baik

Berdasarkan tabel 9 hasil uji keterbacaan produk pada peserta didik di tiga sekolah mengenai e-modul berbasis *Problem Based Learning* topik "Leuit: Tatali paranti karuhun dalam ketersediaan pangan" memperoleh total skor presentase 83,17% dengan kategori "Baik". Dimana hasil uji keterbacaan produk di SMPN 2 Cibeber mendapatkan persentase sebesar 83,67% dengan kategori "baik", hasil uji keterbacaan produk di SMPN 4 Cibeber mendapatkan persentase sebesar 83,31% dengan kategori "baik", dan hasil uji keterbacaan produk di SMPN 7 Cibeber mendapatkan persentase sebesar 82,54% dengan kategori "baik". Adapun rincian persentase tingkat keterbacaan peserta didik pada setiap aspek dapat dilihat pada tabel 10 dibawah ini.

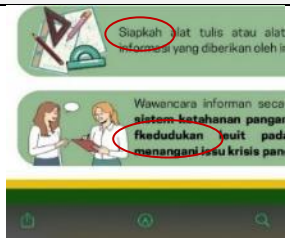
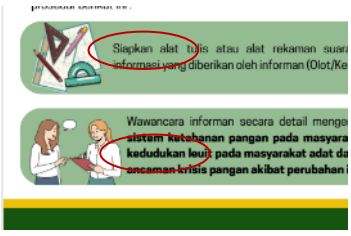
Tabel 10. Persentase tingkat keterbacaan peserta didik SMPN Cibeber pada setiap aspek

Aspek	Persentase skor (%)				Kategori nilai validasi
	SMPN 2	SMPN 4	SMPN 7	Nilai Rata-Rata	
Kelayakan isi	84,71%	81,37%	83,33%	83,13%	Baik
Kebahasaan	86,10%	81,81%	81,66%	83,19%	Baik
Kegrafikan	84,72%	88,25%	79,58%	84,18%	Baik
Keefektifan modul terhadap kemampuan literasi sains	79,16%	81,81%	85,62%	82,19%	Baik
Total	83,67%	83,31%	82,54%	83,17%	Baik

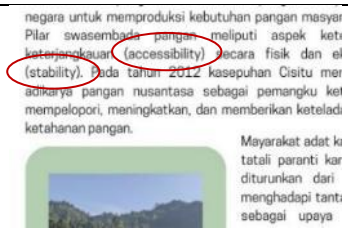
Berdasarkan penilaian uji keterbacaan produk dengan kategori "Baik" menunjukkan bahwa penyampaian materi sudah memuat fenomena ilmiah yang ada dilingkungan peserta didik yaitu krisis air akibat perubahan iklim serta membahas mengenai upaya menigkatkan ketersediaan pangan dengan cara memperkuat tatali paranti karuhun atau tradisi lokal dengan menyimpan hasil panen padi di Leuit. Persentase ini juga menunjukkan bahwa penyampaian materi serta instruksi didalam e-modul sudah sesuai dengan kaidah KBBI, serta tidak mengandung kalimat yang bermakna ganda. Dari aspek kegrafikan ini menunjukkan bahwa Tampilan background secara keseluruhan sudah kontras dengan warna dan jenis font sehingga memudahkan peserta didik dalam penggunaan e-modul. Sejalan dengan pendapat Magdalena et al., (2020) bahwa bahan ajar harus memuat kriteria konsistensi dimana penyusunannya mesti memperhatikan konsistensi dalam penggunaan font, jarak antar spasi, serta tata letak.

Revisi produk

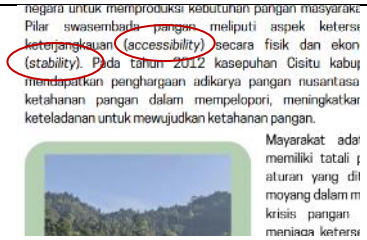
Tabel 11. Revisi dari masukan para validasi ahli

Sebelum	Sesudah
 Kesalahan penulisan atau typo "Siapkah" dan "fkedudukan"	 Setelah diperbaiki menjadi "Siapkan" dan "Kedudukan"

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v15i4.3530



Penulisan Bahasa asing “Accsebility” dan “Stability” belum ditulis miring



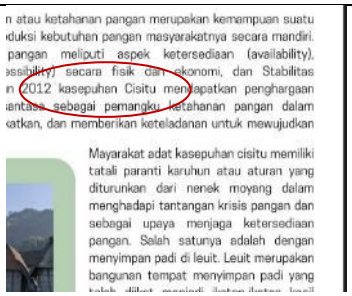
Penulisan Bahasa asing “Accsebility” dan “Stability” sudah ditulis miring

Dihalaman ini belum ditambahkan keterkaitan leuit dengan dampak perubahan iklim

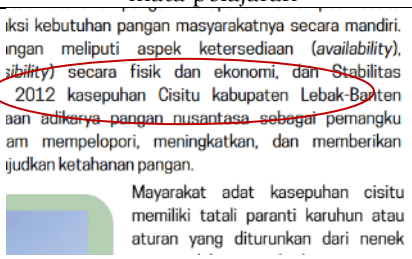
Sudah ditambahkan alasan lama penyimpanan padi dalam menangani krisis pangan akibat perubahan iklim

Pada halaman cover belum terdapat kalimat“mata pelajaran”

Pada halaman cover sudah terdapat kalimat “mata pelajaran”



Belum ditambahkan detail lokasi kasepuhan Cisitu



Sudah ditambahkan detail lokasi kasepuhan Cisitu kabupaten Lebak-Banten

Belum ditambahkan sumber gambar

Sudah ditambahkan sumber gambar

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v15i4.3530

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa E-modul berbasis *Problem Based Learning* topik "Leuit: Tatali paranti karuhun dalam ketersediaan pangan" untyk memfasilitasi kemampuan literasi sains memiliki tingkat kevalidan produk sebesar 85,68% dengan kategori "Sangat valid" dengan nilai rata-rata uji keterbacaan peserta didik sebesar 83,17% dengan kategori "Baik".

Daftar Pustaka

. O. (2024). Pisa 2022. In *Perfiles Educativos* (Vol. 46, Issue 183). https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2024.183.61714

Blesh, J., Hoey, L., Jones, A. D., Friedmann, H., & Perfecto, I. (2019). Development pathways toward "zero hunger." *World Development*, *118*, 1–14. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.02.004

Fitriani, M. A., & Putri, A. A. (2020). *Analisis pengembangan bahan ajar. 2(1), 170–187. 2*, 170–187.

Hutabarat, C. E. M. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Modul STEM dengan Model Learning Cycle 5E Pada Pelajaran IPA di Kelas 8 Sekolah Menengah Pertama. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, *13*(1), 1063–1070. https://doi.org/10.58230/27454312.331

Ilmiah, J., Mahasiswa, P., Aqilah, S., Islam, U., Sumatera, N., Islam, U., & Sumatera, N. (2025). *Efek Perubahan Iklim terhadap Pola Curah Hujan dan Dampaknya pada Lingkungan*. *3*(1), 300–305.

Indrawan, D. R., Uswatun, D. A., Lyesmaya, D., Herdiana, H., & Ilhami, B. (2022). Pengaruh Model Problem Based Learning (Pbl) Terhadap Literasi Sains Siswa Kelas 3 Sd. *Primary: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, *11*(2), 558. https://doi.org/10.33578/jpfkip.v11i2.8876

Jumriani, Ramadhani, S. F., & Rahmah, N. (2024). Analisis Komparatif Capaian Pembelajaran IPA Sekolah Menengah Pertama pada Kurikulum Merdeka dan Kurikulum Merdeka Revisi 2024. *Saqbe : Sains Dan Pembelajaran*, *2*(2), 64–73.

Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Ayu Amalia, D., & Muhammadiyah Tangerang, U. (2020). Analisis Bahan Ajar. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, *2*(2), 311–326. https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara

Nafiati, D. A. (2021). Revisi taksonomi Bloom: Kognitif, afektif, dan psikomotorik. *Humanika*, *21*(2), 151–172. https://doi.org/10.21831/hum.v21i2.29252

Najuah, Lukitoyo, P. S., & Wirianti, W. (2020). Modul Elektronik: Prosedur Penyusunan dan Aplikasinya. In *Yayasan Kita Menulis.*

Nugraha, D., & Octavianah, D. (2020). Diskursus Literasi Abad 21 di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Edutama*, *7*(1), 107. https://doi.org/10.30734/jpe.v7i1.789

Sahroni, O. (2020). Hakikat Pendidikan Karakter Dengan Sains (Saling Beririsan Kah? *BIO EDUCATIO : (The Journal of Science and Biology Education)*, *5*(2), 44–49. https://doi.org/10.31949/be.v5i2.2602

Salma, N. R., Salsabila, S. H. A., Khairunnisaa', R. A., Ullifa, W. C., Liani, G. A., Astuti, S. M., & Nurhaura, V. N. (2024). Analisis pengaruh typological error dan ambiguitas terhadap reaksi kognitif pengguna Twitter (penelitian terhadap mahasiswa Universitas Negeri Semarang). *Jurnal Mediasi*, *3*(1), 119–130. http://jurnalilmiah.org/journal/index.php/mediasi

Sulistina, O., Purwandari, A., Deaningtyas, S. A., Putrikundia, S. A., & Faradillah, N. I. (2024). Peran Pendekatan Socio-Scientific Issue (Ssi) Dalam Meningkatkan Scientific Literacy Pada Pembelajaran Kimia. *UNESA Journal of Chemical Education*, *13*(2), 118–128. https://doi.org/10.26740/ujced.v13n2.p118-128

Sunaryati, T., Kaddafi, T., Mujwah, M. B., Aulia, S., Satia, S. A., & Didik, P. (2024). *EVALUASI PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING DALAM MEMBENTUK KARAKTERISTIK SISWA DI SEKOLAH*. *7*, 10748–10753.

Suryani, L., Noer Hodijah, S. R., & Taufik, A. N. (2022). Pengembangan E-Modul IPA Berbasis Science Process

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v15i4.3530

Skills dengan Tema Transportasi si-Hijau untuk Melatih Keterampilan Komunikasi Sains Siswa SMP Kelas VIII. *PENDIPA Journal of Science Education*, *6*(2), 322–330. https://doi.org/10.33369/pendipa.6.2.322-330

Taufik.A.N, Kristina.H , Gibran.B.F , Sabililah.A , Septiani.S , Warraihanah.D.A , Nurmalia.L , Syofiarni, S., & Oyok Tati Risalah. (2023). Pengembangan E-Book Kontekstual Berorientasi Kearifan Lokal Banten untuk Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Mipa*, *13*(4), 1095–1104. https://doi.org/10.37630/jpm.v13i4.1251

Tauhid, K., Aini, H. N., Agustin, P., Aliyah, R. R., & Ajar, B. (2024). *PERAN GURU DALAM MENGEMBANGKAN BAHAN AJAR DI SEKOLAH DASAR*. *3*, 9701–9713.

Wasis, Rahayu, Y. S., Sunarti, T., & Indana, S. (2020). *HoTs dan Literasi Sains*. 1–153.