



PENGARUH PENGGUNAAN E-MODUL TERHADAP PENINGKATAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK DI SMP NEGERI 1 GUNUNGSITOLI ALO'OA

Mistariani Putri Hulu¹, Novelina Andriani Zega²,

Toroziduhu Waruwu³, Hardikupatu Gulo⁴

Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Nias^{1,2,3,4}

e-mail: mistarianiputrihulumistariani@gmail.com

Diterima: 2/3/2026; Direvisi: 8/3/2025; Diterbitkan: 13/3/2026

ABSTRAK

Rendahnya literasi sains peserta didik, khususnya pada aspek penerapan konsep dan penalaran ilmiah, menunjukkan adanya kesenjangan antara tuntutan Kurikulum Merdeka dan praktik pembelajaran yang masih berpusat pada guru di SMP Negeri 1 Gunungsitoli Alo'oa. Pemanfaatan media digital interaktif belum optimal, sehingga diperlukan inovasi pembelajaran yang lebih kontekstual dan partisipatif. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penggunaan E-modul terhadap peningkatan literasi sains siswa. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi experiment tipe Nonequivalent Control Group Design. Sampel terdiri atas dua kelas yang dipilih secara purposive, yaitu kelas eksperimen (menggunakan E-modul) dan kelas kontrol (pembelajaran konvensional). Data dikumpulkan melalui tes dan angket literasi sains yang valid dan reliabel, kemudian dianalisis menggunakan Independent Sample t-test ($\alpha = 0,05$). Hasil menunjukkan perbedaan signifikan (Sig. < 0,05) dengan rata-rata literasi sains kelas eksperimen lebih tinggi. Temuan ini menegaskan bahwa E-modul efektif meningkatkan literasi sains dan memberikan kontribusi empiris terhadap penguatan pembelajaran digital berbasis Kurikulum Merdeka di tingkat SMP.

Kata Kunci: *E-Modul, Literasi Sains, Pembelajaran Digital Interaktif*

ABSTRACT

The low level of students' scientific literacy, particularly in the aspects of concept application and scientific reasoning, indicates a gap between the demands of the Merdeka Curriculum and teacher-centered instructional practices at SMP Negeri 1 Gunungsitoli Alo'oa. The use of interactive digital media has not been optimized, highlighting the need for more contextual and participatory learning innovations. This study aims to analyze the effect of E-module implementation on improving students' scientific literacy. The research employed a quantitative approach using a quasi-experimental method with a Nonequivalent Control Group Design. The sample consisted of two purposively selected classes: an experimental class (using E-modules) and a control class (conventional learning). Data were collected through valid and reliable scientific literacy tests and questionnaires and analyzed using an Independent Samples t-test ($\alpha = 0.05$). The results revealed a significant difference (Sig. < 0.05), with the experimental class achieving higher mean scores. These findings confirm that E-modules effectively enhance scientific literacy and provide empirical support for strengthening digital learning implementation within the Merdeka Curriculum at the junior secondary level.

Keywords: *E-Module, Scientific Literacy, Interactive Digital Learning*

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi telah mengubah paradigma pembelajaran dari pola konvensional menuju pembelajaran digital yang lebih interaktif dan adaptif. Salah satu inovasi yang



berkembang adalah penggunaan E-modul, yaitu modul digital yang dilengkapi multimedia seperti gambar, video, animasi, dan kuis interaktif. E-modul memiliki aksesibilitas tinggi, fleksibilitas waktu dan tempat belajar, serta penyajian materi yang lebih visual dan kontekstual sehingga memudahkan siswa memahami konsep secara mandiri (Trisnawati et al., 2024). Fatma et al. (2025) juga menegaskan bahwa E-modul mampu meningkatkan kualitas interaksi belajar melalui integrasi media digital yang variatif. Kusumaningsih et al. (2025) menunjukkan bahwa E-modul berbasis pendekatan tertentu dapat mendorong keterampilan berpikir kritis dan literasi sains peserta didik. Dengan karakteristik tersebut, E-modul tidak hanya berfungsi sebagai bahan ajar digital, tetapi juga sebagai strategi pedagogis yang mendorong transformasi proses belajar menjadi lebih partisipatif dan reflektif.

Literasi sains merupakan kompetensi esensial abad ke-21 yang menuntut kemampuan memahami konsep ilmiah, menginterpretasikan data, serta menerapkan pengetahuan dalam kehidupan nyata. Putri dan Fitri (2025) menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis masalah terbukti mendukung penguatan literasi sains karena melatih siswa berpikir analitis dan kontekstual. Namun, realitas di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains siswa masih memerlukan perhatian serius. Hasil observasi awal di SMP Negeri 1 Gunungsitoli Alo'oa menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep IPA dengan fenomena sehari-hari serta kurang terampil dalam menafsirkan data sederhana yang disajikan dalam bentuk grafik atau tabel. Rendahnya literasi sains tidak hanya berdampak pada capaian akademik, tetapi juga memengaruhi kesiapan generasi muda dalam menghadapi persoalan sosial, lingkungan, dan perkembangan teknologi yang semakin kompleks. Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran yang tidak sekadar menyampaikan materi, tetapi juga membangun kemampuan berpikir ilmiah secara komprehensif.

E-modul yang dirancang dengan pendekatan problem based learning maupun inquiry dinilai mampu menjawab tantangan tersebut. Nisfah dan Sulistyorini (2025) menyatakan bahwa pengembangan E-modul berbasis PBL dapat meningkatkan keaktifan dan kemandirian belajar siswa. Shelfia dan Nuryadi (2025) serta Sape et al. (2024) juga menemukan bahwa penggunaan E-modul efektif dalam meningkatkan literasi dan kreativitas belajar. Sumarhadi dan Supahar (2025) menegaskan bahwa E-modul berbasis PBL mampu meningkatkan literasi sains dan kemampuan berpikir kritis secara signifikan. Temuan-temuan tersebut menunjukkan konsistensi bahwa integrasi pendekatan pedagogis yang tepat dalam E-modul berpotensi menghasilkan dampak yang lebih terstruktur terhadap peningkatan literasi sains. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada pengembangan produk atau uji kelayakan E-modul, sementara kajian eksperimental yang secara spesifik menguji pengaruhnya terhadap literasi sains pada konteks sekolah dengan capaian literasi awal rendah masih terbatas.

Dalam konteks kebijakan pendidikan nasional, implementasi E-modul sejalan dengan semangat Kurikulum Merdeka yang menekankan fleksibilitas, diferensiasi, dan pembelajaran berpusat pada siswa (Fitra, 2023; Sofietaria & Nor Azmah, 2024). Selain itu, perkembangan teknologi termasuk pemanfaatan kecerdasan buatan dalam pengembangan modul ajar semakin memperkuat peluang inovasi pembelajaran (Damayanti et al., 2025). Agustin et al. (2025) dan Ismail dan Moh. Wardi (2025) menunjukkan bahwa E-modul berbasis literasi sains mampu melatih kemandirian dan mengintegrasikan nilai kontekstual dalam pembelajaran. Hal ini mengindikasikan bahwa E-modul tidak hanya relevan secara pedagogis, tetapi juga strategis dalam mendukung transformasi sistem pembelajaran yang adaptif terhadap perkembangan teknologi dan kebutuhan peserta didik.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berfokus pada pengaruh penggunaan E-modul terhadap peningkatan literasi sains peserta didik di SMP Negeri 1 Gunungsitoli Alo'oa.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian empiris melalui desain quasi experiment yang secara langsung membandingkan efektivitas E-modul dengan pembelajaran konvensional dalam konteks sekolah yang memiliki karakteristik literasi awal rendah, sehingga memberikan kontribusi komparatif yang lebih tegas dibandingkan penelitian sebelumnya yang umumnya bersifat pengembangan atau deskriptif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sejauh mana E-modul sebagai media pembelajaran interaktif mampu meningkatkan pemahaman konsep, penerapan pengetahuan ilmiah, serta keterampilan berpikir kritis dan analitis siswa. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menguji efektivitas media, tetapi juga memperkuat argumentasi tentang pentingnya desain pembelajaran digital yang terintegrasi dengan pengembangan literasi sains secara sistematis dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen semu (*quasi experimental design*) melalui desain *Nonequivalent Control Group Design*. Desain ini melibatkan dua kelompok yang tidak dipilih secara acak penuh, tetapi memiliki karakteristik akademik yang relatif setara. Kedua kelompok diberikan pretest untuk mengidentifikasi kemampuan awal literasi sains, kemudian kelas eksperimen memperoleh perlakuan berupa pembelajaran menggunakan E-modul, sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran konvensional. Setelah perlakuan, kedua kelompok diberikan posttest untuk mengukur perubahan hasil belajar. Perlakuan dilaksanakan selama empat kali pertemuan (masing-masing 2 x 40 menit) pada materi IPA yang sama di kedua kelas, dengan perbedaan terletak pada penggunaan media pembelajaran. Implementasi E-modul dilakukan secara terstruktur melalui tahap orientasi masalah, eksplorasi materi interaktif, diskusi terbimbing, serta evaluasi berbasis kuis digital sehingga prosedur perlakuan dapat direplikasi secara sistematis.

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas IX SMP Negeri 1 Gunungsitoli Alo'oa tahun ajaran 2024/2025 yang terdiri atas dua kelas. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling berdasarkan pertimbangan kesetaraan kemampuan akademik dari guru IPA. Sampel penelitian meliputi kelas IX-A sebagai kelas eksperimen (25 siswa) dan kelas IX-B sebagai kelas kontrol (24 siswa), tanpa adanya data yang gugur selama penelitian. Instrumen penelitian berupa tes literasi sains berbentuk uraian sebanyak 8 butir soal mengacu pada indikator PISA 2018 serta angket literasi sains berjumlah 22 pernyataan dengan skala Likert lima tingkat. Uji validitas dilakukan menggunakan korelasi *Pearson Product Moment* dan reliabilitas dihitung dengan Cronbach's Alpha ($\alpha > 0,70$). Analisis data dilakukan menggunakan IBM SPSS *Statistics* versi 26 melalui statistik deskriptif, uji normalitas Shapiro-Wilk, uji homogenitas Levene's Test, serta Independent Sample t-test pada taraf signifikansi 0,05. Selain itu, peningkatan literasi sains dianalisis menggunakan Gain Score yang dihitung dari selisih skor pretest dan posttest, dengan kriteria interpretasi peningkatan rendah, sedang, dan tinggi untuk memperjelas makna perubahan hasil belajar. Kisi-kisi instrumen dan indikator penilaian disajikan pada lampiran guna memastikan transparansi dan replikabilitas penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Validasi Logis Tes Literasi Sains

Sebelum instrumen digunakan dalam penelitian utama, dilakukan proses validasi logis oleh dua orang ahli untuk memastikan kesesuaian isi dengan indikator literasi sains. Validasi ini mencakup aspek substansi materi, kejelasan konstruksi soal, serta ketepatan penggunaan bahasa ilmiah yang komunikatif dan sesuai dengan tingkat perkembangan siswa. Tahapan ini

penting untuk menjamin bahwa instrumen benar-benar merepresentasikan konstruk yang diukur. Hasil penilaian validator dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi Logis Tes Literasi Sains

Validator	Skor Rata-rata	Kategori
Validator 1	4,00	Valid
Validator 2	4,00	Valid
Rata-rata	4,00	Valid

Berdasarkan Tabel 1, penilaian para validator menunjukkan bahwa instrumen berada pada kategori layak digunakan. Secara umum, aspek isi, konstruk, dan bahasa telah memenuhi kriteria kelayakan. Tidak terdapat revisi mendasar yang mengubah substansi instrumen. Dengan demikian, tes literasi sains dapat dilanjutkan pada tahap uji coba empiris.

2. Validitas dan Reliabilitas Tes

Setelah dinyatakan layak secara logis, instrumen diuji secara empiris untuk mengetahui tingkat validitas butir dan konsistensi internalnya. Pengujian ini bertujuan memastikan setiap item mampu mengukur literasi sains secara akurat dan stabil. Analisis dilakukan menggunakan korelasi Pearson untuk validitas dan Cronbach's Alpha untuk reliabilitas. Ringkasan hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan Validitas dan Reliabilitas Tes

Aspek	Hasil	Keterangan
Validitas Item	Seluruh item signifikan ($p < 0,05$)	Valid
Cronbach's Alpha	0,978	Sangat Reliabel

Merujuk pada Tabel 2, seluruh butir soal memenuhi kriteria validitas yang ditetapkan. Koefisien reliabilitas menunjukkan tingkat konsistensi internal yang sangat tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa instrumen mampu menghasilkan data yang stabil dan dapat dipercaya. Oleh karena itu, tes dinyatakan siap digunakan dalam pengumpulan data penelitian.

3. Statistik Deskriptif Tes Literasi Sains

Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk memberikan gambaran umum mengenai kecenderungan skor literasi sains sebelum dan sesudah perlakuan. Data yang dianalisis meliputi rerata dan penyebaran skor pada masing-masing kelompok. Penyajian ini bertujuan melihat pola perubahan hasil belajar secara umum sebelum dilakukan analisis inferensial. Ringkasan hasil disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Statistik Deskriptif Tes Literasi Sains

Kelas	Pretest (Mean)	Posttest (Mean)	SD Posttest
Kontrol	34,79	55,21	9,33
Eksperimen	71,90	85,90	7,92

Berdasarkan Tabel 3, kedua kelompok mengalami peningkatan hasil belajar setelah pembelajaran. Namun, kecenderungan peningkatan pada kelas eksperimen tampak lebih menonjol dibandingkan kelas kontrol. Variasi skor pada kedua kelompok relatif stabil. Secara deskriptif, penggunaan E-modul menunjukkan kontribusi yang lebih kuat terhadap peningkatan literasi sains.

4. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan sebagai prasyarat penggunaan statistik parametrik. Pengujian ini bertujuan memastikan bahwa distribusi data pada masing-masing kelompok memenuhi asumsi normalitas. Dengan terpenuhinya asumsi tersebut, analisis komparatif dapat dilakukan secara tepat. Ringkasan hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

Kelompok	Sig. Shapiro-Wilk	Keterangan
Kontrol	> 0,05	Normal
Eksperimen	> 0,05	Normal

Berdasarkan Tabel 4, data pada kedua kelompok memenuhi asumsi distribusi normal. Dengan demikian, analisis parametrik dapat dilanjutkan. Terpenuhinya asumsi ini memperkuat validitas pengujian hipotesis yang dilakukan selanjutnya. Oleh karena itu, analisis perbedaan antar kelompok dilakukan menggunakan uji t.

5. Uji Homogenitas

Selain normalitas, dilakukan pula uji homogenitas untuk memastikan kesamaan varians antar kelompok. Uji ini menjadi prasyarat sebelum melakukan uji perbedaan rerata. Hasil pengujian menentukan apakah asumsi kesetaraan varians terpenuhi. Ringkasan hasil disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas

Aspek	Sig.	Keterangan
Tes Literasi Sains	> 0,05	Homogen

Merujuk pada Tabel 5, varians kedua kelompok dinyatakan homogen. Artinya, tidak terdapat perbedaan varians yang signifikan antara kelas kontrol dan eksperimen. Dengan terpenuhinya asumsi ini, pengujian hipotesis dapat dilakukan menggunakan prosedur equal variances assumed. Hal ini memperkuat keabsahan analisis komparatif yang dilakukan.

6. Uji Hipotesis Tes Literasi Sains

Setelah seluruh prasyarat terpenuhi, dilakukan pengujian hipotesis untuk mengetahui pengaruh penggunaan E-modul terhadap literasi sains. Analisis dilakukan menggunakan Independent Sample t-test pada taraf signifikansi yang telah ditetapkan. Pengujian ini bertujuan melihat perbedaan hasil akhir antar kelompok secara statistik. Ringkasan hasil disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Independent Sample t-test

Variabel	Sig. (2-tailed)	Keputusan
Literasi Sains	0,000	Signifikan

Berdasarkan Tabel 6, terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok eksperimen dan kontrol. Dengan demikian, hipotesis alternatif diterima. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan E-modul memberikan pengaruh terhadap peningkatan literasi sains siswa. Temuan ini menguatkan hasil analisis deskriptif sebelumnya.

7. Statistik Deskriptif Angket Literasi Sains

Selain aspek kognitif, penelitian ini juga menganalisis respons siswa melalui angket literasi sains. Analisis dilakukan untuk melihat kecenderungan sikap dan persepsi siswa terhadap pembelajaran yang diterapkan. Penyajian data ini melengkapi hasil tes sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif. Ringkasan hasil disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Statistik Deskriptif Angket Literasi Sains

Kelas	Mean	Kategori
Kontrol	79,50	Tinggi
Eksperimen	92,47	Sangat Tinggi

Berdasarkan Tabel 7, kelas eksperimen menunjukkan kategori yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan E-modul tidak hanya berdampak pada aspek kognitif, tetapi juga pada sikap ilmiah siswa. Respons positif siswa memperkuat efektivitas pembelajaran berbasis E-modul. Dengan demikian, peningkatan literasi sains terjadi secara menyeluruh pada ranah kognitif dan afektif.

Pembahasan

Peningkatan literasi sains siswa dalam penelitian ini tidak hanya tercermin dari kenaikan skor, tetapi juga dari kualitas pemahaman konseptual dan keterampilan ilmiah setelah penggunaan E-modul. Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis digital interaktif mampu mengintegrasikan aspek kognitif dan proses ilmiah secara lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional. Secara teoretis, literasi sains mencakup kemampuan memahami konsep, menerapkan pengetahuan dalam konteks kehidupan, serta mengambil keputusan berbasis bukti ilmiah (Roy et al., 2025). Oleh karena itu, peningkatan yang ditemukan dalam penelitian ini mengindikasikan bahwa E-modul telah memfasilitasi pengembangan literasi sains sesuai kerangka konseptual tersebut. Temuan ini sejalan dengan kajian literatur yang



menyatakan bahwa e-module interaktif berpotensi meningkatkan literasi sains karena memadukan teks, visual, dan aktivitas reflektif secara sistematis (Herlina & Abidin, 2024). Namun demikian, berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya menekankan peningkatan hasil belajar kognitif, penelitian ini menunjukkan penguatan simultan antara pemahaman konseptual dan proses ilmiah dalam satu desain intervensi yang terintegrasi.

Pada indikator proses sains, siswa menunjukkan perkembangan dalam kemampuan menganalisis data, menginterpretasi fenomena, dan menarik kesimpulan secara logis. Hal ini menandakan bahwa pembelajaran tidak hanya berorientasi pada hasil akhir, tetapi juga pada proses berpikir ilmiah. E-modul yang dirancang berbasis masalah kehidupan sehari-hari mendorong siswa melakukan eksplorasi, observasi, dan refleksi, sehingga terbentuk pola berpikir ilmiah yang lebih mendalam (Yaqutunnafis & Prasetyo, 2025). Penguatan ini juga konsisten dengan pendekatan socio-scientific issues (SSI) yang terbukti meningkatkan kemampuan argumentasi dan evaluasi berbasis bukti (Puspitarini et al., 2025). Dengan demikian, peningkatan proses sains dalam penelitian ini dapat dijelaskan melalui desain pembelajaran yang mengintegrasikan investigasi kontekstual dan analisis kritis. Keunggulan desain ini terletak pada penyelarasan antara aktivitas eksploratif digital dan indikator literasi sains yang diukur secara langsung, sehingga hubungan antara intervensi dan capaian kompetensi menjadi lebih terukur dibandingkan studi terdahulu yang hanya mengandalkan pengukuran parsial.

Pada indikator pemahaman dan penerapan konsep, peningkatan menunjukkan bahwa siswa mampu menghubungkan konsep abstrak dengan permasalahan nyata. Penggunaan multimedia interaktif mempermudah visualisasi konsep yang sebelumnya sulit dipahami. Pendekatan STEM berbasis e-modul telah terbukti meningkatkan keterkaitan antara konsep dan aplikasi melalui integrasi sains, teknologi, dan konteks kehidupan siswa (Prihatiningtyas et al., 2025). Selain itu, penelitian nasional menunjukkan bahwa E-modul berbasis SSI tidak hanya meningkatkan literasi sains, tetapi juga hasil belajar secara signifikan (Fatwa & Agustina, 2025; Rosmayuni et al., 2024). Hal ini memperkuat argumentasi bahwa peningkatan dalam penelitian ini bukan fenomena yang berdiri sendiri, melainkan konsisten dengan tren empiris terkini. Akan tetapi, penelitian ini memberikan kontribusi tambahan dengan menunjukkan bahwa integrasi multimedia, konteks kehidupan nyata, dan pengukuran literasi yang komprehensif dapat menghasilkan dampak yang lebih holistik dibandingkan pendekatan e-modul yang berfokus pada satu dimensi kompetensi saja.

Pada ranah afektif, peningkatan sikap dan minat terhadap sains menunjukkan bahwa E-modul mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna. Desain interaktif dan navigasi mandiri memungkinkan siswa belajar secara fleksibel dan aktif. Model E-modul berbasis literasi sains kolaboratif dilaporkan dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan belajar karena siswa berpartisipasi secara aktif dalam konstruksi pengetahuan (Rani & Budiarmo, 2025). Temuan serupa juga dilaporkan pada penggunaan E-modul interaktif dalam pembelajaran kimia dasar yang meningkatkan partisipasi dan pemahaman mahasiswa (Ihsan et al., 2024). Dengan demikian, dimensi afektif dalam penelitian ini berkembang seiring dengan meningkatnya keterlibatan kognitif siswa. Hal ini menunjukkan bahwa transformasi digital dalam pembelajaran sains tidak hanya berdampak pada capaian akademik, tetapi juga membentuk disposisi ilmiah yang lebih positif dan berkelanjutan.

Dari perspektif implementasi inovasi pembelajaran, efektivitas E-modul juga dipengaruhi oleh kesiapan guru dan dukungan lingkungan belajar. Transformasi digital dalam pendidikan sains memerlukan adaptasi pedagogis dan penguatan kompetensi profesional. Meta-analisis terbaru menunjukkan bahwa efektivitas inovasi pembelajaran sains sangat dipengaruhi

oleh kualitas pengembangan profesional guru (You et al., 2025). Selain itu, integrasi teknologi dalam pembelajaran dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal yang menentukan keberhasilan adopsi inovasi (Li, 2025). Oleh karena itu, keberhasilan E-modul dalam penelitian ini tidak hanya ditentukan oleh kualitas medianya, tetapi juga oleh ekosistem pembelajaran yang mendukung. Meskipun demikian, penelitian ini masih terbatas pada konteks satuan pendidikan tertentu sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan secara hati-hati melalui studi lanjutan dengan karakteristik sampel yang lebih beragam.

Secara keseluruhan, penelitian ini memperkuat bukti bahwa E-modul mampu meningkatkan literasi sains pada ranah kognitif dan afektif secara simultan. Pendekatan pembelajaran inovatif seperti Learning Cycle 5E berbasis STEM juga terbukti efektif meningkatkan literasi sains melalui tahapan eksplorasi dan refleksi yang sistematis (Batubara et al., 2025). Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi E-modul interaktif dengan pengukuran literasi sains yang komprehensif pada tingkat SMP, serta penguatan simultan pada indikator proses sains, pemahaman konsep, dan sikap ilmiah. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang cenderung menguji efektivitas media secara terpisah atau pada satu indikator saja, studi ini menghadirkan model integratif yang menghubungkan desain digital, pendekatan kontekstual, dan evaluasi multidimensi dalam satu kerangka penelitian. Kontribusi ini memperluas temuan sebelumnya dengan menunjukkan bahwa desain digital yang kontekstual dapat mentransformasi pembelajaran dari sekadar transfer pengetahuan menjadi pengembangan kompetensi ilmiah yang utuh. Dengan demikian, E-modul dapat diposisikan sebagai strategi inovatif yang relevan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains abad ke-21.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan E-modul memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan literasi sains peserta didik. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis E-modul tidak hanya meningkatkan capaian hasil belajar, tetapi juga memperkuat kemampuan peserta didik dalam memahami konsep sains secara mendalam, menerapkan pengetahuan dalam konteks kehidupan nyata, serta mengembangkan sikap ilmiah dalam proses pembelajaran. Secara substantif, hasil penelitian ini menegaskan bahwa integrasi media digital interaktif mampu mentransformasi pembelajaran sains dari proses penyampaian informasi menjadi proses konstruksi pengetahuan yang aktif, kontekstual, dan bermakna. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk menganalisis pengaruh penggunaan E-modul terhadap literasi sains telah tercapai dan menunjukkan kompatibilitas yang jelas antara rumusan masalah, tujuan penelitian, serta temuan pada bagian hasil dan pembahasan.

Lebih lanjut, secara teoretis penelitian ini menegaskan bahwa desain E-modul yang kontekstual, interaktif, dan berbasis masalah merupakan strategi efektif dalam mengembangkan literasi sains secara komprehensif, baik pada aspek kognitif, afektif, maupun penerapan konsep dalam kehidupan sehari-hari. Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan kontribusi bagi pengembangan praktik pembelajaran di sekolah, khususnya dalam mengoptimalkan pemanfaatan teknologi digital sebagai media pembelajaran yang inovatif dan adaptif terhadap tuntutan kompetensi abad ke-21. Oleh karena itu, sekolah diharapkan dapat menyediakan dukungan infrastruktur dan kebijakan yang mendorong integrasi media pembelajaran digital secara berkelanjutan, sedangkan guru disarankan mengembangkan serta memanfaatkan E-modul secara sistematis untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan pada cakupan sampel yang lebih luas dan konteks yang lebih beragam, serta mengkaji variabel lain seperti kemampuan berpikir



kritis, kolaborasi, kreativitas, dan metakognisi guna memperkaya pengembangan literasi sains secara lebih holistik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, S., Vitasari, M., & Resti, V. D. A. (2025). Implementation of E-Modules Based on Scientific Literacy with the Theme Let's Prepare for Disasters to Train the Learning Independence of Junior High School Students. *PENDIPA Journal of Science Education*, 9(3), 878–886. <https://doi.org/10.33369/pendipa.9.3.878-886>
- Batubara, Y., Marjanah, M., & Mahyuny, S. R. (2025). Peningkatan Literasi Sains Melalui Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle (5E) Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) di SMAN 3 Langsa. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 10(2), 1032–1037. <https://doi.org/10.29303/jipp.v10i2.3210>
- Damayanti, P., Haryanto, Z., Falentino, C., & Farida, S. D. W. P. (2025). Pemanfaatan AI Dalam Pembuatan Modul Ajar Untuk Mendukung Implementasi Kurikulum Merdeka. *Archive: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 356-369. <https://doi.org/10.55506/arch.v4i2.173>
- Fatma, M. T., Selaras, G. H., Fadilah, M., Fajrina, S., & Rahmi, F. O. (2025). Tinjauan Literatur tentang Penggunaan E-Modul sebagai Media Pembelajaran Biologi. *JURNAL BIOSHELL*, 14(2), 269-278. <https://doi.org/10.56013/bio.v14i2.4845>
- Fatwa, Z. P., & Agustina, P. (2025). Pengaruh Penggunaan E-Modul Berbasis SSI Terhadap Literasi Sains dan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas VII SMPN 5 Sukoharjo TA 2024/2025. *ORYZA: Jurnal Pendidikan Biologi*, 14(1), 1-11. <https://jurnal.stkipbima.ac.id/index.php/OZ/article/view/3178>
- Fitra, D. (2023). Kurikulum Merdeka dalam Pendidikan Modern. *Jurnal Inovasi Edukasi*, 6(2), 149–156. <https://doi.org/10.35141/jie.v6i2.953>
- Herlina, E., & Abidin, Z. (2024). Development Of Interactive E-Modules to Improve Students' Scientific Literacy Abilities: A Literature Review. *Jurnal Mangifera Edu*, 8(2), 74-87. <https://doi.org/10.31943/mangiferaedu.v8i2.181>
- Ihsan, M. S., Husain, P., & Fauziah, N. (2024). Analisis Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa pada Pembelajaran Kimia Dasar Menggunakan E-modul Interaktif. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1384–1388. <https://jipp.unram.ac.id/index.php/jipp/article/view/1964>
- Ismail, I., & Moh. Wardi, M. W. (2025). Transforming Elementary School Students' Science Literacy through Scratch-Based E-Modules Integrated with Islamic Value. *International Journal of Elementary Education*, 9(2), 237–247. <https://doi.org/10.23887/ijee.v9i2.91708>
- Kusumaningsih, N. K. H., Pujani, N. M., & Tika, I. N. (2025). Efektivitas E-modul IPA bermuatan SSI dengan Model PBL utk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Literasi Sains Peserta Didik SMP. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(8), 977-988. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i8.12300>
- Li, M. (2025). Integrating artificial intelligence in primary mathematics education: Investigating internal and external influences on teacher adoption. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(5), 1283-1308. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10515-w>
- Nisfah, R. F., & Sulistyorini, Y. (2025). Pengembangan E-Modul Dengan Pendekatan Inquiry Berbasis Problem Based Learning. *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik*, 6(1), 180–189. <https://doi.org/10.33365/ji-mr.v6i1.597>



- Prihatiningtyas, S., Shofiyah, N., Yunus, S. R., Ma'arif, I. B., & Putra, I. A. (2025). Enhancing science literacy through flipbook-based STEM Qur'an e-modules: a case study in Islamic boarding schools. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 1-12. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05054-w>
- Puspitarini, B. I., Widodo, W., & Suprpto, N. (2025). Development of an Interactive Module Based on Socio-Scientific Issues (SSI) to Improve Students' Scientific Literacy. *International Journal of Emerging Research and Review*, 3(3), 000120. <https://doi.org/10.56707/ijoeer.v3i3.120>
- Putri, S., & Fitri, R. (2025). Pengaruh Problem Based Learning terhadap Literasi Sains Peserta didik SMA: Tinjauan Sistematis pada materi Sistem Pernafasan. *BioSintesa: Jurnal Pendidikan Biologi*, 2(1). <https://journal.publinesia.com/index.php/biosintesa/article/view/118>
- Rani, A., & Budiarmo, A. S. (2025). Pengembangan E-Modul Berbasis Literasi Sains Kolaboratif Untuk Siswa Di Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmu Pendidikan Sekolah Dasar*, 12(2), 153-166. <https://jipsd.unej.ac.id/index.php/JIPSD/article/view/53704>
- Rosmayuni, A. A. A. P., Suma, K., & Suja, I. W. (2024). E-Modul Pembelajaran IPA Berbasis Isu-Isu Sosial Sains untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Literasi Sosial Peserta Didik Kelas VIII. *Indonesian Journal of Instruction*, 5(2), 204-215. <https://doi.org/10.23887/iji.v5i2.81607>
- Roy, G., Sikder, S., & Danaia, L. (2025). Adopting scientific literacy in early years from empirical studies on formal education: a systematic review of the literature. *International Journal of STEM Education*, 12(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00547-1>
- Sape, H., Lukman, & Sambara, P. M. (2024). Penggunaan E-Modul Interaktif dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(2), 101-106. <https://doi.org/10.62388/jpdp.v4i2.522>
- Shelfia, I., & Nuryadi, N. (2025). Efektivitas Penggunaan E-Modul Berbasis Problem Solving Untuk Meningkatkan Berpikir Kreatif Dan Kemandirian Belajar Siswa. *Journal of Innovative and Creativity*, 5(2), 13365-13371. <https://joecy.org/index.php/joecy/article/view/1957>
- Sofietaria, & Nor Azmah. (2024). Pemanfaatan Teknologi Dalam Pengembangan Modul Ajar Digital Kurikulum Merdeka. *QAZI: Journal of Islamic Studies*, 1(1), 197-203. <https://doi.org/10.61104/qazi.v1i1.146>
- Sumarhadi, A., & Supahar, S. (2025). Development of a Science E-Module Based on Problem Based Learning Using Moodle to Improve Students' Science Literacy and Critical Thinking Abilities. *Journal of World Science*, 4(8), 1083-1094. <https://doi.org/10.58344/jws.v4i8.1481>
- Trisnawati, F. P., Widya, M., & Fujiarti, A. (2024). Studi Literatur: Pengaruh E-Modul terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 7149-7156. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/13484>
- Yaqutunnafis, S. T., & Prasetyo, Z. (2025). Development of an Interactive Multimedia E-Module Based on Everyday-Life Problems to Enhance Science Literacy Competence on the Digestive System. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 15(2), 832-846. [10.23960/jpp.v15i2.pp832-846](https://doi.org/10.23960/jpp.v15i2.pp832-846)
- You, H., Park, S., Hong, M., & Warren, A. (2025). Unveiling effectiveness: A meta-analysis of professional development programs in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 62(4), 971-1005. <https://doi.org/10.1002/tea.21985>