

EFEKTIVITAS E-BOOK KONSEP DASAR FISIKA DAN KIMIA BERBASIS KARAKTER BERBANTUAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE UNTUK MENINGKATKAN LITERASI SAINS MAHASISWA PRODI PGSD FIP UNIMED

Suyit Ratno¹, Imelda Free Unita Manurung², Fahrur Rozi³, Fenny Rizky Amelia⁴

^{1,2,3}Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Medan, Indonesia

suyit85@unimed.ac.id^{1*}

Article History

Submitted :
04 September 2025

Revised:
15 Oktober 2025

Accepted :
22 Oktober 2025

Published :
03 November 2025

Kata Kunci:

E-Book, Literasi Sains, Karakter, Artificial Intelligence, Model 4D, PGSD

Keywords:

e-book, science literacy, character-based, Artificial Intelligence, 4D model, PGSD, PGSD.

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan serta menguji efektivitas e-book Konsep Dasar Fisika dan Kimia yang dirancang dengan integrasi nilai-nilai karakter dan dukungan Artificial Intelligence (AI) dalam meningkatkan literasi sains mahasiswa Program Studi PGSD FIP UNIMED. Penelitian menggunakan metode pengembangan (Research and Development) dengan model 4D (Define, Design, Develop, Disseminate), yang dibatasi hingga tahap Develop. Tahap Define mencakup analisis kebutuhan, karakteristik mahasiswa, dan kurikulum. Tahap Design difokuskan pada perancangan struktur materi, penyisipan nilai karakter, serta tampilan antarmuka e-book. Tahap Develop melibatkan validasi ahli dan uji coba terbatas terhadap 40 mahasiswa yang dipilih melalui teknik purposive sampling. Instrumen penelitian berupa tes pilihan ganda beralasan digunakan untuk mengukur peningkatan literasi sains dengan desain one group pretest-posttest. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan skor rata-rata dari 54,00 pada pre-test menjadi 82,25 pada post-test. Uji paired t-test menghasilkan nilai signifikansi $p = 0,000$, menandakan adanya perbedaan yang signifikan, dengan N-Gain sebesar 0,76 dalam kategori tinggi. Dengan demikian, e-book yang dikembangkan terbukti efektif dalam meningkatkan literasi sains mahasiswa dan dapat dijadikan alternatif inovatif untuk pembelajaran bermakna di era pendidikan abad ke-21.

Abstract: This study aims to develop and test the effectiveness of the e-book Basic Concepts of Physics and Chemistry designed with the integration of character values and the support of Artificial Intelligence (AI) in improving the scientific literacy of students of the Elementary School Teacher Training Program, Faculty of Social and Political Sciences, University of Medan. The study uses a development method (Research and Development) with a 4D model (Define, Design, Develop, Disseminate), which is limited to the Develop stage. The Define stage includes analysis of needs, student characteristics, and curriculum. The Design stage focuses on designing the material structure, inserting character values, and the e-book interface display. The Develop stage involves expert validation and limited trials on 40 students selected through a purposive sampling technique. The research instrument in the form of a reasoned multiple-choice test was used to measure the improvement of scientific literacy with a one-group pretest-posttest design. The results showed an increase in the average score from 54.00 in the pre-test to 82.25 in the post-test. The paired t-test produced a significance value of $p = 0.000$, indicating a significant difference, with an N-Gain of 0.76 in the high category. Thus, the developed e-book has proven effective in improving students' scientific literacy and can be used as an innovative alternative for meaningful learning in the 21st century education era.



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



A. PENDAHULUAN

Perguruan tinggi memegang peran strategis dalam mempersiapkan generasi muda sebagai agen perubahan yang mampu menghadapi tantangan kompleks pada era Revolusi Industri 4.0 serta masyarakat abad ke-21. Dalam konteks pendidikan calon guru, terutama pada Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD), mahasiswa diharuskan menguasai empat pilar kompetensi utama, yaitu kompetensi pedagogik, profesional, sosial, dan kepribadian. Keempat kompetensi tersebut tidak hanya menjadi standar kelulusan, namun juga merupakan landasan utama dalam membentuk profil guru masa depan yang berkualitas dan relevan dengan kebutuhan zaman.

Salah satu kompetensi yang menjadi fokus utama dalam pengembangan kurikulum abad ke-21 adalah literasi sains. Literasi ini meliputi kemampuan untuk memahami konsep dan proses ilmiah, menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari, serta membuat keputusan berdasarkan data dan penalaran logis. Selain itu, literasi sains juga melibatkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah secara sistematis, serta refleksi terhadap berbagai isu ilmiah yang muncul dan berkembang di masyarakat (Yore et al., 2020; Widodo, 2020). Dengan demikian, literasi sains menjadi indikator penting dalam menilai kualitas calon guru, karena guru yang memiliki kemampuan literasi sains tinggi akan mampu menumbuhkan pola pikir ilmiah pada siswa sejak dini.

Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa level literasi sains mahasiswa PGSD di Indonesia masih tergolong rendah, yang salah satu penyebabnya adalah lemahnya pemahaman terhadap konsep dasar sains, terutama pada mata kuliah Fisika dan Kimia Dasar. Kedua bidang ini kerap dianggap sulit karena karakteristiknya yang abstrak, sarat simbol dan rumus, serta menuntut kemampuan visualisasi terhadap proses mikroskopis yang kompleks (Suryani & Sugiyarto, 2021; Latip & Faisal, 2021). Kesulitan ini diperburuk oleh minimnya pendekatan pembelajaran yang kontekstual dan bermakna, sehingga mahasiswa sulit mengaitkan konsep sains dengan pengalaman nyata dalam kehidupan sehari-hari. Akibatnya, minat belajar menurun dan pemahaman konseptual menjadi dangkal.

Selain aspek kognitif, persoalan lain yang turut memengaruhi rendahnya mutu pembelajaran sains adalah kurangnya integrasi nilai-nilai karakter dalam proses belajar. Dalam konteks pendidikan dasar, guru berperan bukan sekedar sebagai penyampai materi, melainkan juga sebagai teladan dalam mengembangkan karakter peserta didik. Oleh sebab itu, mahasiswa PGSD perlu ditanamkan nilai-nilai karakter seperti rasa ingin tahu, ketekunan, tanggung jawab, kerja sama, dan kemampuan refleksi diri sejak masa perkuliahan. Sayangnya, pembelajaran sains di perguruan tinggi masih dominan berfokus pada aspek kognitif, sementara dimensi afektif dan nilai karakter sering diabaikan (Kemendikbud, 2020). Padahal, pendidikan karakter merupakan komponen integral dalam membentuk guru yang holistik, inspiratif, dan berintegritas.

Untuk menjawab tantangan tersebut, pemanfaatan teknologi digital menjadi alternatif yang menjanjikan. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membuka peluang luas bagi terciptanya media pembelajaran yang lebih menarik, fleksibel, dan sesuai dengan kebutuhan individu. Salah satu terobosan terbaru dalam bidang pendidikan adalah penerapan Artificial Intelligence (AI). Teknologi AI memiliki potensi besar dalam mentransformasi proses belajar melalui personalisasi pembelajaran, pemberian umpan balik otomatis, serta penciptaan interaksi dinamis antara sistem dan pengguna (Sape & Ridwan, 2024; Rahman et al., 2023). Ketika AI diintegrasikan ke dalam media digital seperti e-book, hasilnya adalah pengalaman belajar yang interaktif, adaptif, dan bermakna.

Menanggapi kebutuhan tersebut, penelitian ini mengembangkan inovasi berupa e-book interaktif Konsep Dasar Fisika dan Kimia yang memadukan integrasi nilai-nilai karakter dengan dukungan teknologi AI. Media ini tidak hanya menyajikan materi akademik melalui teks, ilustrasi, dan video, tetapi juga memuat fitur cerdas seperti latihan soal adaptif, simulasi eksperimen virtual, serta evaluasi otomatis. Selain itu, setiap unit materi disertai dengan pembinaan karakter yang dirancang untuk mengembangkan sikap positif terhadap sains, seperti rasa ingin tahu, berpikir kritis, serta tanggung jawab dalam proses belajar. Melalui pendekatan ini, mahasiswa diharapkan tidak hanya memahami konsep secara kognitif, tetapi juga mampu menginternalisasi nilai-nilai ilmiah dalam diri mereka (Ayu & Pratama, 2022; Sari et al., 2023).

Beberapa peneliti sebelumnya turut mendukung efektivitas pendekatan tersebut. Misalnya, Ayu dan Pratama (2022) menunjukkan bahwa media digital yang mengintegrasikan nilai-nilai karakter dapat meningkatkan keterlibatan aktif dan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Fitriani et al. (2023) juga menemukan bahwa penerapan teknologi AI dalam pembelajaran meningkatkan efektivitas penguasaan materi melalui personalisasi konten dan peningkatan partisipasi belajar. Namun, kajian yang secara langsung mengevaluasi efektivitas e-book karakter berbantuan AI dalam konteks pembelajaran Fisika dan Kimia Dasar di lingkungan pendidikan guru masih terbatas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada evaluasi efektivitas e-book Konsep Dasar Fisika dan Kimia yang dikembangkan dengan pendekatan karakter dan dukungan AI dalam meningkatkan literasi sains mahasiswa PGSD di Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Medan. Tujuan dari penelitiannya adalah untuk mengkaji sejauh mana media tersebut mampu memperkuat pemahaman konseptual, menumbuhkan keterampilan berpikir ilmiah, dan menanamkan nilai-nilai karakter positif. Hasil penelitian diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan media pembelajaran inovatif yang berbasis teknologi dan berorientasi pada karakter, serta menjadi referensi bagi pengembangan serupa di pendidikan tinggi lainnya.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian pengembangan (Research and Development) yang bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran berupa E-Book Konsep Dasar Fisika dan Kimia berbasis karakter berbantuan Artificial Intelligence (AI) yang interaktif, mengintegrasikan nilai-nilai karakter, serta mendukung peningkatan literasi sains mahasiswa PGSD. Model pengembangan yang digunakan mengacu pada model 4D (Define, Design, Develop, Disseminate) yang dikemukakan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel. Namun, penelitian ini dibatasi hanya sampai tahap Develop karena keterbatasan waktu serta focus penelitian yang diarahkan pada pengujian kelayakan dan efektivitas awal produk.

Pada tahap *Define*, dilakukan analisis kebutuhan melalui studi literatur, wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah Konsep Dasar Fisika dan Kimia, serta analisis kurikulum dan karakteristik mahasiswa PGSD sebagai calon pengguna media. Analisis ini bertujuan untuk memahami kesenjangan pembelajaran dan menentukan nilai-nilai karakter yang perlu dikembangkan, seperti rasa ingin tahu, tanggung jawab, dan kejujuran akademik.

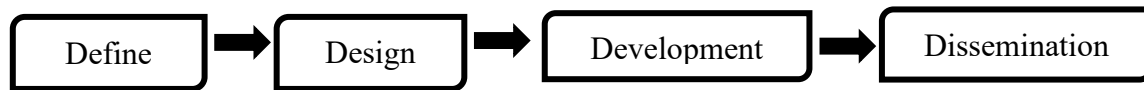
Tahap *Design* berfokus pada perancangan konten e-book yang mencakup materi Fisika dan Kimia dasar secara kontekstual, sekaligus mengintegrasikan nilai-nilai karakter melalui aktivitas pembelajaran dan refleksi diri. Pada tahap ini juga dirancang fitur-fitur berbasis AI seperti evaluasi otomatis, simulasi interaktif, dan sistem umpan balik adaptif untuk meningkatkan pengalaman belajar mahasiswa. Selain itu, disusun pula instrumen evaluasi literasi sains dan lembar observasi karakter untuk mendukung proses pengujian efektivitas media.

Tahap *Develop* meliputi pembuatan prototipe e-book digital, validasi oleh para ahli, serta uji coba terbatas kepada mahasiswa. Proses validasi dilakukan oleh empat validator, terdiri atas tiga ahli materi (dosen bidang Fisika dan Kimia) dan satu ahli media pembelajaran. Kriteria validator mencakup pengalaman mengajar minimal tiga tahun atau memiliki publikasi terkait pengembangan media pembelajaran. Instrumen validasi berupa lembar penilaian skala Likert empat poin dengan aspek kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, integrasi karakter, dan fitur AI. Analisis hasil validasi menggunakan Content Validity Index (CVI), dengan nilai $CVI \geq 0,78$ sebagai batas kelayakan. Saran dari validator digunakan untuk memperbaiki e-book sebelum tahap uji coba.

Uji coba dalam skala terbatas dilaksanakan dengan 40 mahasiswa PGSD FIP UNIMED yang ditentukan secara purposive berdasarkan Tingkat keterlibatan mereka dalam mata kuliah Konsep Dasar Fisika dan Kimia. Desain penelitian yang digunakan adalah One Group Pretest-Posttest Design, yaitu desain tanpa kelompok kontrol. Sebelum diberikan perlakuan, mahasiswa terlebih dahulu mengikuti pretest yang terdiri atas 20 butir soal literasi sains yang telah divalidasi oleh ahli. Selanjutnya, mahasiswa mengikuti pembelajaran menggunakan e-book interaktif berbasis karakter dan AI selama dua kali pertemuan, masing-masing berdurasi 2×45 menit. Setelah pembelajaran, mahasiswa mengerjakan posttest dengan soal yang setara untuk mengukur peningkatan literasi sains.

Durasi perlakuan yang relatif singkat diakui sebagai salah satu keterbatasan penelitian ini, mengingat literasi sains memerlukan proses berpikir reflektif dan eksploratif yang mendalam. Oleh karena itu, pembelajaran dilakukan secara intensif dengan penugasan berbasis proyek mini, eksplorasi konsep melalui simulasi AI, dan refleksi karakter di setiap sesi. Peneliti merekomendasikan agar penelitian lanjutan menggunakan waktu perlakuan yang lebih panjang untuk memperoleh hasil peningkatan literasi sains yang lebih komprehensif.

Data dari hasil pretest dan posttest dianalisis menggunakan uji paired t-test dengan bantuan perangkat lunak SPSS untuk melihat perbedaan signifikan literasi sains sebelum dan sesudah penggunaan e-book. Selain itu, penelitian ini juga dihitung nilai gain (N-gain untuk menentukan tingkat efektivitas peningkatan literasi sains. Data kualitatif dari hasil observasi dan tanggapan mahasiswa dianalisis secara deskriptif untuk mendukung hasil kuantitatif.



Gambar 1. Langkah-langkah penelitian pengembangan 4D.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini melibatkan 40 mahasiswa Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD) Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Medan yang mengikuti pembelajaran menggunakan e-book interaktif Konsep Dasar Fisika dan Kimia berbasis karakter berbantuan Artificial Intelligence (AI). Media ini dirancang tidak hanya menyajikan konten keilmuan, tetapi juga mengintegrasikan nilai-nilai karakter seperti tanggung jawab, kemandirian, rasa ingin tahu, serta berpikir kritis, serta fitur AI adaptif yang memberi umpan balik otomatis sesuai kebutuhan pengguna.

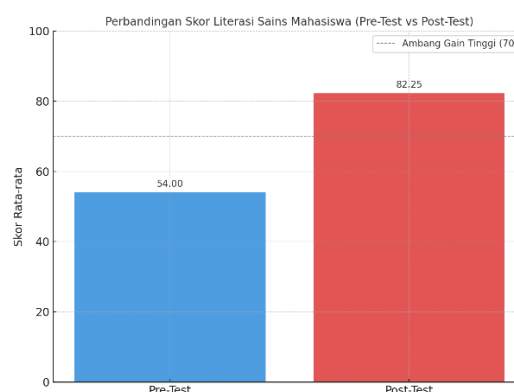
Instrumen pengumpulan data berupa tes literasi sains objektif berjumlah 20 butir soal pilihan ganda beralasan yang telah divalidasi oleh dua ahli materi dan satu ahli evaluasi pembelajaran. Hasil validitas isi menunjukkan nilai *Aiken's V* sebesar 0,89, yang termasuk dalam kategori sangat valid. Tes diberikan sebelum perlakuan (pre-test) dan setelah perlakuan (post-test) untuk mengukur peningkatan literasi sains mahasiswa.

Data dianalisis dengan menggunakan uji statistic inferensial paired sample t-test untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antara hasil pre-test dan post-test, serta dilakukan perhitungan N-Gain guna menentukan Tingkat efektivitas peningkatan hasil belajar mahasiswa.

Tabel 1. Hasil Analisis Statistik Literasi Sains Mahasiswa

Parameter	Pre-Test	Post-Test	Gain	Kategori (Sundayana)
Minimum	40	70	-	-
Maksimum	70	95	-	-
Rata-rata	54,00	82,25	0,76	Efektif
Standar Deviasi	9,63	7,84	-	-
Nilai Sig. (p)	-	-	0,000	Signifikan

Berdasarkan tabel tersebut, rata-rata skor pre-test sebesar 54,00 meningkat menjadi 82,25 pada post-test, dengan nilai N-Gain sebesar 0,76, yang tergolong dalam kategori “tinggi” (efektif). Hasil uji paired sample t-test menunjukkan nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$, yang menandakan adanya perbedaan yang signifikan antara hasil sebelum dan sesudah perlakuan.



Gambar 2. Perbandingan Skor Pre-Test dan Post-Test Literasi Sains Mahasiswa

Grafik tersebut secara jelas memperlihatkan adanya peningkatan skor rata-rata dari 54,00 pada pre-test menjadi 82,25 pada post-test, menunjukkan kenaikan sebesar 28,25 poin. Kenaikan yang cukup besar ini mencerminkan adanya peningkatan pemahaman konsep-konsep dasar Fisika dan Kimia secara signifikan setelah penggunaan media e-book. Keterlibatan teknologi AI yang memberikan umpan balik personal serta integrasi nilai-nilai karakter dalam materi diyakini turut memberikan

kontribusi besar terhadap peningkatan ini. Secara keseluruhan, hasil ini tidak hanya memperkuat bahwa media e-book yang dikembangkan mampu menjadi sarana pembelajaran yang efektif secara kognitif, tetapi juga memiliki potensi dalam membentuk karakter mahasiswa sebagai calon pendidik yang berintegritas dan adaptif terhadap perkembangan teknologi pendidikan.

Pembahasan

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa pemanfaatan e-book berbasis karakter dan Artificial Intelligence (AI) secara signifikan meningkatkan literasi sains mahasiswa PGSD. Nilai N-Gain sebesar 0,76 menunjukkan peningkatan pada kategori tinggi, yang menandakan adanya kemajuan substansial dalam kemampuan mahasiswa memahami konsep Fisika dan Kimia serta dalam berpikir ilmiah secara reflektif dan analitis. Peningkatan ini bukan hanya mencerminkan perbaikan pemahaman kognitif, tetapi juga penguatan nilai karakter yang mendukung proses pembelajaran bermakna. Mahasiswa menjadi lebih mampu menalar fenomena ilmiah secara logis, menafsirkan data eksperimen, dan mengaitkan konsep-konsep sains dengan konteks kehidupan sehari-hari.

Temuan ini memperlihatkan bahwa e-book interaktif yang dikembangkan memiliki efektivitas tinggi dalam meningkatkan literasi sains mahasiswa. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian Rahmadani & Mulyani (2020) yang menunjukkan bahwa e-book interaktif berbasis karakter mendorong keterlibatan aktif mahasiswa dalam memahami konsep ilmiah karena memfasilitasi interaksi dua arah antara mahasiswa dan media. Menurut peneliti, hal ini menunjukkan bahwa keterlibatan aktif menjadi kunci keberhasilan pembelajaran berbasis digital, sebab semakin tinggi partisipasi mahasiswa dalam eksplorasi konten, semakin baik pula pemahaman konseptual yang terbentuk. Lebih lanjut, Fajri, Lubis, & Simatupang (2021) menemukan bahwa penggunaan media digital yang menyediakan fitur refleksi diri dan auto-feedback membantu mahasiswa mengoreksi miskonsepsi dan meningkatkan minat belajar terhadap sains. Peneliti berpendapat bahwa kehadiran umpan balik otomatis tersebut berfungsi seperti bimbingan langsung dari dosen, memungkinkan mahasiswa memperbaiki kesalahpahaman secara mandiri dan meningkatkan rasa percaya diri dalam memahami materi. Sejalan dengan itu, Putri & Yuliana (2022) melaporkan bahwa media pembelajaran berbasis AI menciptakan *personalized learning* yang menyesuaikan gaya belajar individu, sehingga mahasiswa belajar dengan ritme dan pendekatan yang sesuai dengan kebutuhannya. Menurut peneliti, sistem ini menjadi solusi atas permasalahan heterogenitas gaya belajar mahasiswa di kelas, karena AI mampu menyesuaikan tingkat kesulitan dan rekomendasi belajar bagi tiap individu, yang pada akhirnya meningkatkan efektivitas pembelajaran secara signifikan.

Dalam konteks pendidikan calon guru, hasil penelitian ini konsisten dengan temuan Hendriani et al. (2023) yang menegaskan bahwa integrasi teknologi digital dalam pembelajaran PGSD berperan penting dalam membentuk guru yang memiliki literasi sains dan literasi teknologi (*technological and scientific literacy*). Dengan demikian, peningkatan literasi sains pada penelitian ini bukan hanya berimplikasi terhadap peningkatan kemampuan aspek akademik, melainkan juga berperan dalam menyiapkan mahasiswa PGSD sebagai pendidik abad ke-21 yang kompeten, adaptif, dan berkarakter.

E-book yang dikembangkan dalam penelitian ini mengintegrasikan nilai-nilai karakter seperti rasa tanggung jawab, kemandirian, dan rasa ingin tahu melalui berbagai aktivitas reflektif dan simulasi interaktif. Pendekatan ini sejalan dengan konsep teori pembelajaran konstruktivistik yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui pengalaman dan interaksi bermakna (Piaget dalam Sagala, 2020). Integrasi AI dalam e-book juga berfungsi memberikan umpan balik otomatis serta rekomendasi belajar yang dipersonalisasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Susilowati & Nugroho (2021) yang mengemukakan bahwa pemanfaatan kecerdasan buatan dalam pendidikan memiliki kemampuan untuk meningkatkan efisiensi pembelajaran sekaligus memberikan bimbingan individual sesuai tingkat pemahaman peserta didik.

Penelitian Zainuddin & Khalid (2023) juga memperkuat temuan ini dengan menunjukkan bahwa sistem pembelajaran berbasis AI mampu menciptakan pembelajaran yang reflektif dan mandiri, karena mahasiswa dapat belajar sesuai ritme mereka sendiri sambil menerima koreksi otomatis. Kondisi tersebut memperkuat hasil penelitian ini, yang menunjukkan bahwa mahasiswa dengan bantuan AI mampu memperbaiki kesalahan konseptual secara mandiri dan meningkatkan literasi sains tanpa terlalu bergantung pada dosen.

Jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya, temuan ini semakin menegaskan efektivitas media pembelajaran digital berbasis karakter dan AI. Nursalim et al. (2021) menunjukkan bahwa e-book berbasis karakter dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi sains mahasiswa pendidikan dasar. Arifin & Dewi (2022) menunjukkan bahwa pembelajaran digital berbantuan AI mendorong motivasi belajar dan retensi konsep pada mahasiswa calon guru sains. Sementara itu, Rosidah et al. (2023) melaporkan

bahwa e-book adaptif tidak hanya menumbuhkan kemampuan literasi ilmiah tetapi juga membangun karakter ilmiah seperti tanggung jawab dan kemandirian belajar. Berdasarkan hasil-hasil tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa e-book berbasis karakter dan AI memiliki kontribusi ganda, yakni meningkatkan pemahaman konseptual (aspek kognitif) serta menumbuhkan karakter ilmiah (aspek afektif) mahasiswa.

Secara teoretis, peningkatan literasi sains yang signifikan ini memperlihatkan bahwa media berbasis AI mendukung terwujudnya pembelajaran yang berfokus pada peserta didik (student-centered learning) sebagaimana dikemukakan oleh Trilling & Fadel (2021) dalam kerangka keterampilan abad ke-21. Teknologi AI memungkinkan mahasiswa mengeksplorasi konsep-konsep sains melalui pengalaman belajar yang adaptif, kolaboratif, dan berbasis pemecahan masalah. Temuan ini juga mendukung prinsip Self-Determination Theory dari Deci & Ryan (2020), yang menekankan pentingnya otonomi, kompetensi, dan keterhubungan sebagai faktor dalam memotivasi pembelajaran intrinsik. Fitur refleksi diri dalam e-book membantu mahasiswa mengevaluasi kemajuan belajar secara mandiri, sehingga mereka merasa lebih kompeten dan termotivasi untuk terus mengembangkan diri.

Walaupun hasil penelitian menunjukkan efektivitas yang tinggi, masih diperlukan pengembangan lanjutan pada tahap diseminasi untuk menguji penerapan e-book dalam skala yang lebih luas. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menelaah pengaruh media ini terhadap aspek lain seperti kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan komunikasi ilmiah mahasiswa. Dengan demikian, e-book berbasis karakter dan AI dapat menjadi inovasi pembelajaran yang tidak hanya mengembangkan literasi sains, tetapi juga membentuk profil mahasiswa PGSD yang unggul secara akademik, memiliki karakter yang baik serta siap menghadapi tantangan dalam pembelajaran di masa depan.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan e-book Konsep Dasar Fisika dan Kimia berbasis karakter berbantuan Artificial Intelligence (AI) terbukti memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan literasi sains mahasiswa Program Studi PGSD FIP UNIMED. Hasil pre-test memperlihatkan bahwa sebelum diberikan perlakuan, rata-rata skor literasi sains mahasiswa tergolong rendah, yakni sebesar 54,00. Setelah penerapan pembelajaran dengan menggunakan e-book, rata-rata nilai post test meningkat menjadi 82,25. Berdasarkan hasil analisis uji statistik dengan metode paired sample t-test, diperoleh nilai signifikan sebesar 0,000, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara pre-test dan post-test. Selain itu, nilai gain ternormalisasi sebesar 0,76 menunjukkan bahwa peningkatan literasi sains mahasiswa termasuk ke dalam kategori tinggi. Hasil ini mengindikasikan bahwa integrasi AI dan penguatan karakter dalam e-book mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih fleksibel dan sesuai dengan kemampuan mahasiswa, kontekstual, dan bermakna bagi mahasiswa.

Bagi dosen dan pendidik di lingkungan pendidikan guru, temuan penelitian ini menegaskan bahwa media pembelajaran digital yang dirancang dengan pendekatan karakter dan teknologi cerdas dapat meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa secara signifikan. Fitur-fitur seperti evaluasi otomatis, simulasi interaktif, dan narasi penguatan karakter dapat memperkuat proses internalisasi konsep sains dasar secara lebih menyeluruh. Oleh karena itu, dosen disarankan untuk lebih aktif mengintegrasikan media digital berbasis karakter dan teknologi AI dalam proses pembelajaran guna mendukung kompetensi pedagogik dan profesional mahasiswa calon guru.

Sementara itu, bagi pengambil kebijakan di institusi pendidikan tinggi, hasil penelitian ini memberikan rekomendasi penting untuk mendorong pengembangan kurikulum dan media pembelajaran yang lebih inovatif dan responsif terhadap tantangan abad ke-21. Diperlukan dukungan institusional melalui kegiatan pelatihan pengembangan media yang memanfaatkan teknologi AI dan karakter bagi dosen, serta penyediaan infrastruktur digital yang mendukung penerapan teknologi pembelajaran modern di ruang-ruang kuliah.

Walaupun penelitian ini menghasilkan temuan yang signifikan, terdapat beberapa batasan yang diperlukan. Penelitian ini difokuskan pada satu program studi dengan jumlah responden sebanyak 40 mahasiswa, sehingga generalisasi hasil masih terbatas. Selain itu, fokus penelitian ini lebih menitikberatkan pada aspek literasi sains, tanpa mengeksplorasi lebih dalam dimensi afektif seperti motivasi belajar atau keterlibatan emosional mahasiswa. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian dapat dilanjutkan dengan melibatkan sampel yang lebih banyak dan memiliki variasi yang lebih beragam, serta mengintegrasikan analisis pada aspek afektif dan perilaku agar diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas e-book berbasis karakter dan AI. Penelitian lanjutan juga perlu menguji efektivitas media ini pada mata kuliah lain atau jenjang pendidikan yang berbeda untuk memperluas validitas eksternal dari temuan ini.

Dengan demikian, meskipun penelitian ini menunjukkan efektivitas yang tinggi dalam meningkatkan literasi sains melalui penggunaan e-book berbasis karakter berbantuan AI, kajian lebih lanjut tetap diperlukan untuk memperkuat temuan dan mendalami dampaknya dalam berbagai konteks pembelajaran di masa depan.

DAFTAR RUJUKAN

- Arifin, S., & Dewi, L. (2022). *AI-based learning media to enhance student motivation and concept retention in science education*. Jurnal Teknologi Pendidikan, 9(1), 55–66. <https://doi.org/10.24036/jtp.v9i1.5241>
- Ayu, R., & Pratama, R. (2022). *Integrasi karakter dalam media pembelajaran berbasis digital untuk mahasiswa PGSD*. Jurnal Inovasi Pendidikan Sains, 13(2), 112–122. <https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/klitika/article/download/3504/1822>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2020). *Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. New York: Guilford Press.
- Fajri, R., Lubis, M., & Simatupang, S. (2021). *Media digital reflektif dengan auto-feedback untuk meningkatkan minat belajar sains mahasiswa PGSD*. Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara, 7(2), 133–145. <https://doi.org/10.33369/jpdn.v7i2.4189>
- Firdausy, B. A. (2017). *Keefektifan interactive e-book IPA untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa SMP*. PENSA: E-Jurnal Pendidikan Sains, 5(3), 1–7. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa/article/view/21742/19932>
- Fitriani, D., Nuraini, R., & Sari, N. (2023). *Pengaruh media pembelajaran interaktif berbasis AI terhadap peningkatan literasi sains mahasiswa*. Jurnal Teknologi dan Pembelajaran, 6(1), 45–56. <https://journal.almeeraeducation.id/jpdp/article/view/521>
- Hariyanto, B. H., Nugroho, S., & Anwar, R. (2022). *4D model learning device development method of the physical geography field work guidance book*. MATEC Web of Conferences, 372, 05008. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202237205008>
- Hendriani, N., Prasetyo, A., & Hidayat, R. (2023). *Digital learning integration in PGSD curriculum: Building scientific and technological literacy*. Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia, 8(1), 23–34. <https://doi.org/10.52333/jpdi.v8i1.4511>
- Indaryanti, R. B., Santoso, D., & Wijaya, M. (2025). *4D research and development model: Trends, challenges, and opportunities*. Jurnal Karya Ilmiah, 25(1), 91–98. <https://ejournal.ubharajaya.ac.id/index.php/JKI/article/view/3387>
- Kemendikbud. (2020). *Panduan penguatan pendidikan karakter di perguruan tinggi*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
- Latip, A., & Faisal, A. (2021). *Upaya peningkatan literasi sains siswa melalui media pembelajaran IPA berbasis komputer*. Jurnal Pendidikan UNIGA, 15(1), 444–452. <https://journal.uniga.ac.id/index.php/IP/article/view/1179>
- Nursalim, M., Hidayati, S., & Yulianto, D. (2021). *Pengembangan e-book berbasis karakter untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi sains mahasiswa pendidikan dasar*. Jurnal Pendidikan Karakter, 11(3), 222–237. <https://doi.org/10.21831/jpk.v11i3.39145>
- Piaget, J. (dalam Sagala, S.). (2020). *Teori konstruktivisme dalam pembelajaran sains di sekolah dasar*. Jurnal Pendidikan Dasar, 9(2), 187–198. <https://doi.org/10.31227/osf.io/j2u84>
- Putri, M., & Yuliana, T. (2022). *AI-based personalized learning system to enhance student engagement in higher education*. International Journal of Educational Technology, 4(1), 58–68. <https://doi.org/10.56778/ijet.v4i1.821>
- Rahmadani, L., & Mulyani, E. (2020). *Efektivitas e-book interaktif berbasis karakter dalam meningkatkan keterlibatan mahasiswa pada pembelajaran sains dasar*. Jurnal Inovasi Pembelajaran IPA, 6(2), 102–113. <https://doi.org/10.24036/jipi.v6i2.3715>
- Rahman, A., Santosa, T. A., Ilwandri, I., Suharyat, Y., Aprilisia, S., & Suhaimi, S. (2023). *The effectiveness of AI-based blended learning on student scientific literacy: A meta-analysis*. LITERACY: International Scientific Journals, 2(1), 141–150. <https://doi.org/10.56910/literacy.v2i1.542>
- Ratno, S., Amelia, F. R., Mandasari, N. K., Apriyanda, A., Butar Butar, N. C., Situmorang, N. D., Marbun, M. M., & Harahap, N. M. (2024). *Analisis kreatifitas dan inovasi dalam pembelajaran IPAS di SDN 101766 Bandar Setia*. JIIC: Jurnal Intelek Insan Cendikia, 1(9), 6244–6256.

- Rosidah, N., Setiawan, D., & Puspita, R. (2023). *Adaptive e-book for building scientific character and literacy in PGSD students*. Jurnal Teknologi Pendidikan, 11(2), 98–110. <https://doi.org/10.46733/jtp.v11i2.5221>
- Sape, H., & Ridwan, M. (2024). *Pengaruh penggunaan Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran interaktif untuk meningkatkan literasi numerasi mahasiswa*. Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran, 5(1), 12–25. <https://doi.org/10.62388/jdp.v5i1.521>
- Sari, P. A., Inggritiya, S. E., Reza, M. D., Wijayanto, R., Mahardika, I. K., & Bektiarso, S. (2023). *Peran teknologi dalam literasi sains siswa*. Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, 9(2), 437–442. <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/3660/2635>
- Sugiyono. (2016). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suryani, A., & Sugiyarto, K. (2021). *Kesulitan mahasiswa dalam memahami konsep IPA dasar: Studi kasus pada mahasiswa PGSD*. Jurnal Pendidikan Dasar, 12(1), 65–74. http://repository.unissula.ac.id/27163/2/34301800026_fullpdf.pdf
- Susilowati, N., & Nugroho, D. (2021). *Pemanfaatan kecerdasan buatan dalam pembelajaran adaptif di perguruan tinggi*. Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan, 8(2), 142–153. <https://doi.org/10.32585/jitp.v8i2.4941>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2021). *21st century skills: Learning for life in our times*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Widodo, S. (2020). *Literasi sains dalam pembelajaran abad 21: Tantangan dan strategi penguatan*. Jurnal Pendidikan Sains Indonesia, 8(3), 297–308. <https://journal.citradharma.org/index.php/eductum/article/download/681/283/1598>
- Windyariani, S., Santoso, D., & Rahayu, P. (2022). *The effect of professional flip PDF-based digital book media on elementary students' scientific literacy*. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA), 8(5), 2266–2271. <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa/article/view/2437>
- Yore, L. D., Anderson, J. O., & Shymansky, J. A. (2020). *Science literacy for all: More than a slogan*. International Journal of Science Education, 42(7), 1031–1048. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1748257>
- Zainuddin, Z., & Khalid, N. (2023). *AI-based reflective learning systems to enhance autonomous learning in higher education*. Journal of Educational Research and Innovation, 11(2), 59–74. <https://doi.org/10.46733/jeri.v11i2.5371>