

Meta Sintesis: Implementasi Model Pembelajaran E-Learning Pada Pendidikan Sains Secara Global

Dedeh Lisna Lestari¹, Zaenal Abidin²

¹ Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi, Pascasarjana, Universitas Kuningan, Jawa Barat, Indonesia.

² Program Studi Pendidikan Biologi, Pascasarjana, Universitas Kuningan, Jawa Barat, Indonesia.

Email: 20241310006@uniku.ac.id

ARTICLE INFO

Article History

Received : 2025-07-17

Revised : 2025-07-24

Accepted : 2025-08-31

KEYWORDS

Model pembelajaran

E-Learning

Meta-sintesis

Pendidikan sains

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas dan hambatan implementasi e-learning dalam pembelajaran sains berdasarkan kajian sistematis terhadap jurnal nasional dan internasional yang diterbitkan antara tahun 2020 hingga 2024. Hasil studi menunjukkan bahwa e-learning berpotensi meningkatkan pemahaman konsep, kemandirian belajar, dan literasi digital siswa, khususnya ketika diterapkan melalui pendekatan blended learning, simulasi virtual, dan integrasi teknologi seperti *Augmented Reality* serta Web 3D. Namun demikian, efektivitas e-learning sering kali terhambat oleh keterbatasan akses internet, rendahnya kompetensi digital guru dan siswa, kurangnya interaksi pembelajaran, serta rendahnya motivasi belajar. Kendala-kendala tersebut menegaskan pentingnya kesiapan infrastruktur, pelatihan pendidik, dan dukungan kebijakan dalam menunjang transformasi digital pendidikan. Kebaruan penelitian ini terletak pada sintesis kritis antara efektivitas pedagogis dan hambatan struktural dalam konteks pembelajaran sains, yang menegaskan posisi e-learning sebagai bagian integral dari strategi pembelajaran sains yang adaptif dan berkelanjutan

ABSTRACT

The study aims to analyze the effectiveness and constraints of the implementation of e-learning in scientific studies based on systematic studies of national and international journals published from 2020 to 2024. Studies indicate that e-learning has the potential to enhance understanding concepts, learning independence, and digital literacy of students, especially when applied through blended learning, virtual simulations, and integration of technologies such as augmented reality and web 3d. Nevertheless, the effectiveness of e-learning is often hampered by limited Internet access, a lack of digital competence of teachers and students, a lack of learning interaction, and a lack of learning motivation. The obstacles understate the importance of infrastructure preparedness, educators training, and policy support in supporting the digital transformation of education. The new research lies in a critical synthesis between pedagogical effectiveness and structural barriers in the context of scientific learning, which reinforces e-learning as an integral part of an adaptive and sustained scientific learning strategy

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah membawa transformasi signifikan dalam sistem pendidikan global, termasuk dalam ranah pendidikan sains. Salah satu dampak nyata dari perubahan ini adalah pemanfaatan e-learning sebagai strategi pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi digital ke dalam proses belajar-mengajar. E-learning tidak lagi diposisikan hanya sebagai solusi darurat akibat disrupsi pandemi COVID-19, tetapi telah menjadi pendekatan pembelajaran jangka panjang yang adaptif terhadap tuntutan pembelajaran abad ke-21 (Adedoyin & Soykan, 2023). Dalam konteks pendidikan sains, e-learning menjanjikan perluasan akses terhadap sumber belajar yang interaktif, penggunaan simulasi virtual, laboratorium digital, hingga peningkatan partisipasi siswa dalam eksplorasi ilmiah berbasis teknologi (Permatasari et al., 2024).

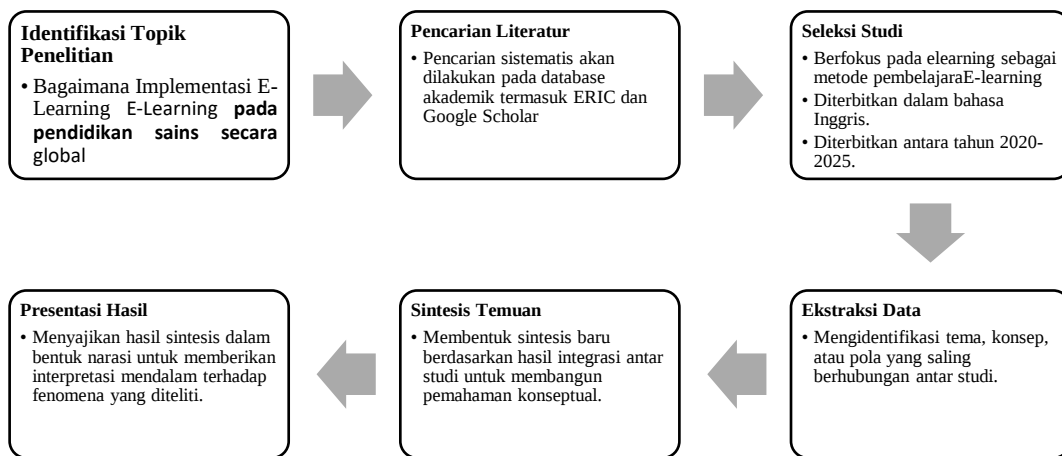
Namun demikian, meskipun banyak penelitian menunjukkan efektivitas e-learning dalam meningkatkan pemahaman konsep, kemandirian belajar, dan keterampilan berpikir kritis siswa, implementasinya di berbagai negara dan jenjang pendidikan masih menghadapi tantangan yang kompleks. Hambatan-hambatan tersebut antara lain mencakup keterbatasan infrastruktur digital, rendahnya literasi digital guru dan siswa, kualitas konten pembelajaran yang belum sepenuhnya kontekstual, serta kesulitan dalam memfasilitasi eksperimen sains secara daring yang menuntut praktik langsung (*hands-on*) (Permana et al., 2023). Ketimpangan akses internet dan ketersediaan perangkat digital turut memperlebar kesenjangan pembelajaran, terutama di wilayah-wilayah dengan sumber daya terbatas (Rahiem, 2020).

Di sisi lain, berbagai model pembelajaran berbasis e-learning telah dikembangkan untuk merespons permasalahan tersebut, antara lain model *blended learning*, *flipped classroom*, *problem-based learning (PBL)*, hingga pemanfaatan *learning management system (LMS)* seperti Moodle, Edmodo, *Google Classroom*, dan WhatsApp sebagai platform kolaboratif (Sukmawati & Nensia, 2019). Masing-masing model memiliki karakteristik dan efektivitas yang berbeda, tergantung pada konteks sosial, kesiapan teknologi, dan kebijakan pendidikan yang diterapkan di negara atau institusi terkait. Oleh karena itu, pemetaan secara sistematis dan analisis kritis terhadap implementasi berbagai model pembelajaran e-learning dalam pendidikan sains sangat diperlukan untuk menghasilkan sintesis pemahaman yang komprehensif.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan meta-sintesis terhadap hasil-hasil penelitian yang fokus pada implementasi model pembelajaran e-learning dalam pendidikan sains secara global. Pendekatan sintesis kualitatif digunakan untuk mengidentifikasi pola implementasi, efektivitas model, kendala teknis dan pedagogis, serta solusi yang telah diupayakan dalam berbagai studi. *State of the art* dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi konseptual dalam memahami lanskap global pemanfaatan e-learning dalam pendidikan sains dari berbagai pendekatan pembelajaran yang telah dikembangkan. Sementara itu, kebaruan (*novelty*) dari studi ini terletak pada integrasi temuan lintas studi melalui metode meta-sintesis, yang tidak hanya menilai efektivitas model secara terpisah, tetapi juga mengaitkan hasil-hasil penelitian tersebut menjadi dasar dalam merumuskan kebijakan dan praktik pembelajaran sains berbasis e-learning yang lebih kontekstual, inklusif, dan berkelanjutan.

METODE

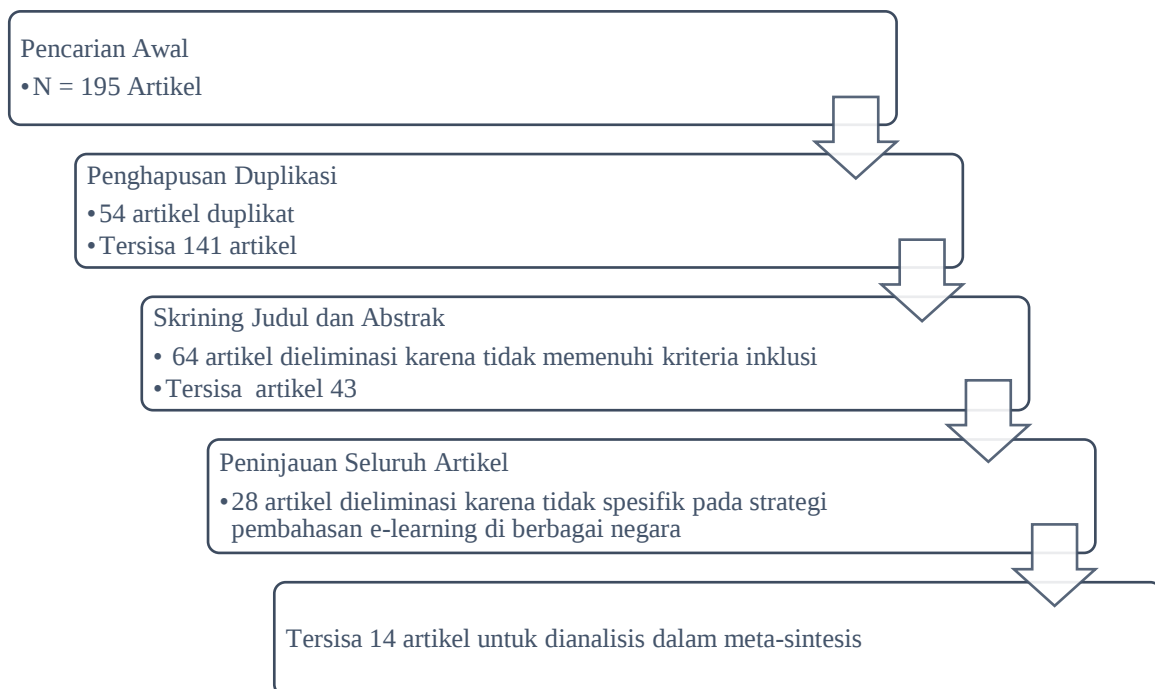
Penelitian ini akan menggunakan pendekatan meta sintesis untuk mengintegrasikan dan menginterpretasikan temuan dari berbagai penelitian terhadap penggunaan E-Learning pada pendidikan sains secara global. Metasintesis merupakan pendekatan interpretatif yang mengintegrasikan temuan dari berbagai studi kualitatif untuk menghasilkan pemahaman baru dan konsep yang lebih mendalam, bukan sekadar menggabungkan data mentah. Sim & Mengshoel (2023) menjelaskan bagaimana metasintesis harus menyeimbangkan konteks empiris dan teoretik setiap studi asli agar sintesis tetap sahih tanpa kehilangan makna kontekstual. Meta sintesis dipilih karena kemampuannya dalam menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam dan komprehensif dibandingkan dengan tinjauan literatur konvensional. Proses meta sintesis akan dilakukan melalui enam tahapan sesuai dengan kerangka yang dikembangkan oleh Noblit dan Hare (1998):



Gambar 1. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencarian literatur dilakukan pada database akademik internasional, yaitu ERIC dan Google Scholar. Pencarian artikel dibatasi pada artikel yang terbit dalam rentang lima tahun terakhir 2020-2025 dengan kombinasi dari beberapa kata kunci berikut, “implementasi e-learning”, “pendidikan sains”, “pembelajaran daring”, “pembelajaran global”. Adapun proses seleksi artikel disajikan dalam bentuk diagram alir berikut:



Gambar 2. Analisis Jurnal

Sebanyak Empat Belas artikel yang lolos seleksi akhir dianalisis menggunakan pendekatan meta-sintesis untuk mengidentifikasi tema-tema utama terkait implementasi e-learning pendidikan sains secara global. Berdasarkan hasil analisis meta-sintesis yang telah dilakukan, penulis mengidentifikasi tiga pola utama dalam implementasi e-learning pada pendidikan sains secara global. Ketiga pola tersebut disajikan secara sistematis dalam tabel-tabel berikut guna mendukung interpretasi yang lebih terstruktur dan mendalam.

Tabel. 1 Implementasi E-Learning pada pendidikan sains

No	Nama Penulis	Tahun Terbit	Negara	Desain Penelitian	Jumlah Sampel	Ruang Lingkup Materi	Jenjang Pendidikan	Platform E-learning
1.	Fatmi et al.	2021	Indonesia	Kuantitatif	60	Matematika dan Fisika	SMA	Moodle
2.	Hisan et al.	2023	Indonesia	Penelitian Pendidikan	40	Biologi	SMA	Tidak disebutkan
3.	Ismail & Akbari	2021	Indonesia	Implementasi	Tidak disebutkan	Pembelajaran gempa bumi	SMA	E-learning (tidak disebutkan)
4.	Mamonto et al.	2021	Indonesia	Eksperimen	30	Gelombang bunyi	SMA	Edmodo + WhatsApp
5.	Munzil & Rochmawati	2021	Indonesia	Pengembangan	25	Hidrokarbon + Augmented Reality	SMA	E-learning (tidak spesifik)
6.	Lin, et al.	2022	Taiwan (New Taipei City)	Deskriptif kuantitatif dan kualitatif (mixed-method)	15.000+ siswa dan guru dari 50 sekolah	Matematika, Sains, Teknologi, serta Manajemen Pembelajaran Online	SD, SMA	Google Meet, Microsoft Teams, dan Moodle
7.	Patriot & Laksono	2024	Indonesia	Deskriptif	100	Self-Regulated Learning	S1	Online learning
8.	Santos	2021	Australia	Studi Kualitatif	Tidak disebutkan	STEM & teknologi	SMA	Classroom elektronik
9.	Sasalia et al.	2020	Indonesia	Studi Kebutuhan	Tidak disebutkan	Program remedial matematika	SMA	E-learning
10.	Sofya et al.	2023	Indonesia	Eksperimen	40	Blended learning	SMA	Blended (online + offline)
11.	Son	2021	Vietnam	Studi Eksperimen	Tidak disebutkan	Seni dengan Web-3D + AR	SMA	Web-3D + AR
12.	Sukma et al.	2022	Indonesia	Pengembangan	35	STEM: sel surya	SMA	E-learning module
13.	Triyasmina et al.	2022	Indonesia	Pengembangan	60	PBL Kimia Interaktif	SMA	Multimedia interaktif
14.	Wayan Santyasa et al.	2021	Indonesia	Eksperimen	120	Proyek e-learning kimia	SMA	Project based e-learning

Hasil penelitian menunjukkan platform e-learning yang paling banyak digunakan meliputi *Learning Management System* (LMS) berbasis *Moodle*, WhatsApp, Edmodo, dan video conference seperti Zoom atau Google Meet. Masing-masing platform digunakan sesuai dengan konteks kebutuhan dan aksesibilitas siswa. Pendekatan penelitian yang digunakan juga bervariasi, mulai dari kuantitatif eksperimental hingga pengembangan.

Tabel 2. Efektivitas E-Learning pada pendidikan sains

No	Aspek Pembelajaran	Frekuensi	Persentase (%)
1.	Hasil Belajar	4	28.57%
2.	Interaktivitas	3	21.43%
3.	Kemandirian Belajar	2	14.29%
4.	Pembelajaran STEM	2	14.29%
5.	Pemecahan Masalah	2	14.29%
6.	Pemahaman Konsep	1	7.14%

E-learning terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa (28,57%), interaktivitas (21,43%), kemandirian belajar, pembelajaran STEM dan pemecahan masalah (14,29%), dan pemahaman konsep (7,14%).

Tabel 3. Kendala Implementasi E-Learning pada pendidikan sains

No.	Nama Author	Kendala Utama yang Diidentifikasi
1.	Fatmi et al., (2021)	Akses internet terbatas dan keterbatasan penguasaan teknologi siswa di daerah tertentu
2.	Hisan et al., (2023)	Rendahnya interaksi langsung siswa-guru, kesulitan memahami materi biologi secara virtual
3.	Ismail & Akbari, (2021)	Kurangnya kesiapan infrastruktur dan kurangnya pengalaman guru dalam e-learning gempa bumi
4.	Sasalia et al.,(2020)	Kebutuhan akan e-learning remedial yang belum terpenuhi, keterbatasan media interaktif
5.	Sofya et al., (2023)	Kesulitan mengatur waktu belajar mandiri dalam blended learning, rendahnya motivasi siswa
6.	Son,(2021)	Keterbatasan perangkat yang mendukung Web-3D/AR, keterampilan teknis guru belum merata
7.	Triyasmina et al., (2022)	Keterbatasan literasi digital siswa dalam memanfaatkan media interaktif
8.	Mamonto et al., (2021)	Ketergantungan pada WhatsApp kurang efektif untuk konsep abstrak seperti gelombang suara
9.	Munzil & Rochmawati, (2021)	Pengembangan media AR membutuhkan waktu dan perangkat yang memadai
10.	Lin, et al. (2022)	Keterbatasan akses perangkat digital, infrastruktur, kompetensi guru yang bervariasi, dan kesulitan dalam membangun interaksi dan keterlibatan siswa secara merata.
11.	Patriot & Laksono, (2024)	Kurangnya pendampingan dalam pembelajaran daring tahun pertama mahasiswa
12.	Santos, (2021)	Wilayah regional Australia menghadapi keterbatasan bandwidth, tantangan integrasi teknologi
13.	Sukma et al., (2022)	Tantangan integrasi konten STEM ke dalam platform daring, akses materi belum sepenuhnya merata
14.	Wayan Santyasa et al., (2021)	Proyek daring sulit dilakukan karena minimnya interaksi dan kontrol guru

Tabel 4. Presentase Kendala Implementasi E-Learning pada pendidikan sains

No	Kendala Umum	Frekuensi	Persentase
1	Keterbatasan akses internet	6	19.4%
2	Kurangnya keterampilan digital guru/siswa	5	16.1%
3	Kurangnya interaksi pembelajaran	4	12.9%
4	Rendahnya motivasi belajar siswa	4	12.9%
5	Keterbatasan perangkat atau teknologi	3	9.7%
6	Materi kurang sesuai dengan konteks sains	2	6.5%
7	Evaluasi pembelajaran tidak optimal	3	9.7%
8	Kesulitan manajemen kelas daring	2	6.5%
9	Kendala teknis pada platform e-learning	2	6.5%

Berdasarkan hasil kajian kendala paling menonjol dalam implementasi e-learning pada pendidikan sains mencakup keterbatasan akses internet (19,4%) merupakan kendala terbesar dari kendala yang lainnya, kurangnya keterampilan digital guru (16,1%) kurangnya infrastruktur dan rendahnya motivasi siswa (12,9%) serta kendala teknis (6,5 %). Faktor lain keterbatasan perangkat, gangguan teknis, materi kurang sesuai dengan konteks, evaluasi pembelajaran tidak optimal, kesulitan manajemen kelas daring, dan kendala teknis lainnya.

Pembahasan

Implementasi e-learning dalam pembelajaran sains telah menjadi bagian penting dalam transformasi pendidikan abad ke-21, khususnya pasca-pandemi COVID-19 yang memaksa lembaga pendidikan untuk mengadopsi pendekatan digital secara masif. Berdasarkan analisis terhadap jurnal yang terpilih, dapat disimpulkan bahwa e-learning memiliki efektivitas yang cukup signifikan dalam meningkatkan aspek-aspek kognitif, afektif, hingga keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa. Namun demikian, efektivitas ini tidak terlepas dari sejumlah tantangan yang mengiringinya, terutama ketika diimplementasikan dalam konteks pembelajaran sains yang menuntut praktikum, visualisasi kompleks, dan interaksi intensif.

Lebih dari 50% jurnal yang telah dianalisis menyatakan bahwa *e-learning* mampu mendukung peningkatan hasil belajar siswa secara signifikan, khususnya pada aspek kognitif dan *self-regulated learning*. Misalnya, penelitian Patriot & Laksono, (2024) menunjukkan bahwa penggunaan e-learning berbasis platform LMS dalam pendidikan fisika meningkatkan kemandirian belajar dan kemampuan metakognitif mahasiswa. Begitu pula studi oleh Sukma et al., (2022) yang menggunakan pendekatan STEM menunjukkan adanya peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep sel surya. Ini menandakan bahwa *e-learning*, ketika dikembangkan secara kontekstual dan interaktif, dapat menjadi media efektif dalam membentuk literasi sains modern. Lebih lanjut, integrasi teknologi seperti *augmented reality* dalam penelitian Munzil & Rochmawati, (2021) atau Web-3D dalam penelitian Son, (2021) kedua hal tersebut membuka peluang baru dalam visualisasi konsep-konsep abstrak dalam sains, yang selama ini menjadi kelemahan utama dalam pembelajaran daring konvensional. Selain itu, keberhasilan *blended learning* dalam meningkatkan hasil belajar, penelitian Sofya et al., (2023) menunjukkan bahwa kombinasi pembelajaran tatap muka dan daring adalah pendekatan yang adaptif dan responsif terhadap dinamika kebutuhan peserta didik.

Meski efektivitas *e-learning* cukup menjanjikan, analisis terhadap jurnal menunjukkan bahwa hambatan masih menjadi isu utama yang perlu diperhatikan secara serius. Dari tabel frekuensi hambatan yang telah dirangkum, terdapat lima kendala dominan: keterbatasan akses internet (19.4%), kurangnya keterampilan digital guru dan siswa (16.1%), rendahnya interaksi pembelajaran (12.9%), motivasi belajar siswa yang rendah (12.9%), serta keterbatasan perangkat teknologi (9.7%).

Pertama, isu infrastruktur menjadi hambatan sistemik yang sangat kontekstual dengan kondisi geografis dan ekonomi. Di beberapa wilayah Indonesia maupun negara berkembang lainnya, akses internet yang tidak merata menyebabkan ketimpangan dalam pencapaian pembelajaran. Hal ini diperparah oleh minimnya perangkat digital yang dimiliki oleh siswa dari kalangan ekonomi menengah ke bawah. Kedua, kemampuan guru dan siswa dalam mengelola pembelajaran berbasis teknologi juga menjadi kendala serius. Apabila tanpa pelatihan intensif dan berkelanjutan, guru cenderung hanya memindahkan konten tatap muka ke dalam format daring tanpa adaptasi pedagogis yang memadai. Hal ini menyebabkan pengalaman belajar siswa menjadi pasif, tidak interaktif, dan kurang bermakna. Ketiga, aspek psikososial seperti rendahnya motivasi dan kurangnya interaksi sosial dalam kelas virtual juga banyak dilaporkan. Hal ini menandakan bahwa pembelajaran sains tidak hanya membutuhkan konten yang tepat, tetapi juga strategi pedagogis yang mampu membangun koneksi emosional dan keterlibatan siswa secara aktif.

Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi e-learning dalam pembelajaran sains masih menghadapi banyak kendala. Salah satu kendala utama adalah keterbatasan akses terhadap teknologi, baik dari sisi perangkat keras maupun koneksi internet. Studi yang dilakukan Fatmi (2021) dan Santos, (2021) menegaskan bahwa siswa di daerah pinggiran atau pedesaan tidak memiliki perangkat dan akses internet yang memadai untuk mengikuti pembelajaran daring secara optimal. Hal ini diperparah dengan rendahnya literasi digital baik pada siswa maupun guru, sehingga penggunaan platform digital seperti *Learning Management System* (LMS) atau aplikasi pembelajaran seperti *Moodle* dan *Google Classroom* belum dimanfaatkan secara maksimal.

Kendala lain yang signifikan adalah rendahnya interaksi antara guru dan siswa selama proses pembelajaran daring. Penelitian Hisan et al., (2023) dan Wayan Santyasa et al., (2021) menunjukkan

bahwa banyak siswa merasa kesulitan memahami materi sains tanpa adanya penjelasan langsung dan praktik bersama. Situasi ini membuat proses belajar menjadi pasif dan monoton. Ketiadaan interaksi yang bermakna juga berpengaruh pada turunnya motivasi belajar siswa dan menurunnya kemampuan mereka dalam mengembangkan pemahaman konsep secara mandiri.

Aspek psikologis dan kognitif siswa juga menjadi tantangan tersendiri. Beberapa studi mengungkapkan bahwa rendahnya kemampuan regulasi diri menjadi hambatan dalam keberhasilan e-learning. Penelitian Patriot & Laksono, (2024) ditemukan dan tercatat bahwa mahasiswa cenderung mengalami kesulitan dalam mengelola waktu belajar, menetapkan tujuan belajar, dan mempertahankan konsistensi dalam mengikuti kegiatan pembelajaran daring. Hal ini membuat proses pembelajaran menjadi tidak terstruktur dan tidak terarah.

Keterbatasan kompetensi guru dalam mengadaptasi teknologi pembelajaran juga turut memperumit situasi. Dalam penelitian Ismail & Akbari, (2021) mengungkapkan bahwa banyak guru yang belum memiliki keterampilan teknis yang memadai untuk menyusun materi ajar yang sesuai dengan format e-learning yang efektif. Mereka cenderung melakukan konversi langsung dari materi cetak ke bentuk digital tanpa menyesuaikan pendekatan pedagogis yang sesuai dengan karakteristik media digital. Hal ini menyebabkan materi tidak menarik dan kurang interaktif bagi siswa.

Untuk menjawab berbagai kendala tersebut, beberapa pendekatan solusi telah dikembangkan dalam berbagai penelitian. Salah satunya adalah penggunaan blended learning, yakni kombinasi antara pembelajaran daring dan luring, untuk mengatasi keterbatasan interaksi dan mengoptimalkan pemanfaatan media pembelajaran. Sofya et al., (2023). Model ini memberikan fleksibilitas bagi siswa untuk belajar secara mandiri sekaligus tetap mendapatkan pendampingan secara langsung dari guru. Selain itu, pengembangan e-modul berbasis Problem-Based Learning (PBL) juga mulai banyak diterapkan dalam e-learning sains. Pendekatan ini menempatkan siswa sebagai subjek aktif yang ditantang untuk menyelesaikan permasalahan kontekstual yang berkaitan dengan materi sains Triyasmina et al., (2022)

Integrasi multimedia interaktif seperti animasi, simulasi virtual, dan laboratorium digital juga telah terbukti meningkatkan efektivitas pembelajaran sains secara daring. Hasil penelitian dari Sukma et al., (2022) dan Mamonto et al., (2021) menunjukkan bahwa penggunaan media visual interaktif dapat membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak seperti gelombang suara, fotosintesis, atau hukum Newton secara lebih konkret. Media ini juga membantu meningkatkan minat belajar siswa dan mendorong keterlibatan kognitif mereka dalam proses pembelajaran.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa e-learning memiliki efektivitas yang signifikan dalam meningkatkan pemahaman konsep, kemandirian belajar, dan literasi digital peserta didik pada pembelajaran sains, terutama ketika didukung oleh pendekatan pedagogis yang inovatif seperti blended learning dan pemanfaatan teknologi interaktif. Namun, implementasinya masih menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan akses teknologi, rendahnya kompetensi digital guru dan siswa, serta kurangnya interaksi sosial dalam proses pembelajaran daring. Temuan ini mengindikasikan bahwa keberhasilan e-learning sangat bergantung pada kesiapan infrastruktur, dukungan kebijakan, dan pelatihan berkelanjutan bagi pendidik. Oleh karena itu, e-learning perlu diposisikan tidak hanya sebagai alternatif, tetapi sebagai bagian integral dari transformasi pendidikan sains yang adaptif, kontekstual, dan berorientasi pada masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adedoyin, O. B., & Soykan, E. (2023). Covid-19 pandemic and online learning: the challenges and opportunities. *Interactive Learning Environments*, 31(2), 863–875. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1813180>
- Fatmi, N., Muhammad, I., Muliana, M., & Nasrah, S. (2021). The Utilization of Moodle-Based Learning Management System (LMS) in Learning Mathematics and Physics to Students' Cognitive Learning

- Outcomes. *International Journal for Educational and Vocational Studies*, 3(2), 155. <https://doi.org/10.29103/ijevs.v3i2.4665>
- Hisan, M., Muslim, A., & Education, B. (2023). *Biosfer : Jurnal Pendidikan Biologi*. 16(2), 346–362.
- Ismail, R., & Akbari, M. (2021). Implementation of E-Learning Method in Earthquake Learning. *Proceedings of the 2nd International Conference on Science, Technology, and Modern Society (ICSTMS 2020)*, 576(Icstms 2020), 197–200. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210909.044>
- Lin, M. C., Chen, H. C., Liu, H. H., & Chang, C. Y. (2022). Implementation of E-Learning in New Taipei City During COVID-19. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(4), 2–8. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11889>
- Mamonto, M. R., Odja, A. H., & Abdjul, T. (2021). The Effect of E-Learning Application through the Use of Whatsapp-Assisted Edmodo on the Students' Learning Outcomes in the Concept of Sound Waves. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(1), 56–62. <https://doi.org/10.26618/jpf.v9i1.4361>
- Munzil, M., & Rochmawati, S. (2021). Development of e-learning teaching materials based on guided inquiry models equipped with augmented reality on hydrocarbon topics as teaching materials for COVID-19 pandemic. *AIP Conference Proceedings*, 2330(0), 77–87. <https://doi.org/10.1063/5.0043238>
- Patriot, E. A., & Laksono, P. J. (2023). Implementation e-learning through physics education study program learning on Self-Regulated Learning (SRL). *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.30870/gravity.v9i1.11590>
- Patriot, E. A., & Laksono, P. J. (2024). Profile of Self-Regulated Learning on First-Year Students at Science Education Department in Online Learning. *Paedagogia*, 27(1), 93. <https://doi.org/10.20961/paedagogia.v27i1.84009>
- Permana, N. D., Ramadan, C. P., Syarif, M. I., Mahartika, I., Setyaningsih, R., & Wibowo, F. C. (2023). The Development of Science E-modules in Junior High Schools Integrated with Al-Qur'an Verses and Assisted by Virtual Simulations on the Subject of Vibration, Waves and Sound. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 9(2), 164–176. <https://doi.org/10.21831/jipi.v9i2.61041>
- Permatasari, D. A., Risdhayanti, A. D., Azhar, G. Al, Adibah, A., Permatasari, D. A., Risdhayanti, A. D., Azhar, G. Al, & Adibah, A. (2024). Penerapan Augmented Reality (AR) Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Di MI Sunan Gunung Jati Malang. *Multiple*, 2(12), 3980–3990. <https://journal.institercom-edu.org/index.php/multiple>
- Rahiem, M. D. H. (2020). The emergency remote learning experience of university students in Indonesia amidst the COVID-19 crisis. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(6), 1–26. <https://doi.org/10.26803/ijlter.19.6.1>
- Santos, L. M. D. (2021). The challenges of technological tools and electronic classrooms in regional Australian schools: perspectives from STEM teachers. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 19(3), 293–298.
- Sasalia, P., Abidin, S. T. F., & Mailizar. (2020). Senior high schools teachers and students' needs for the e-learning in a remedial program of mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(3), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032046>
- Sofya, R., Utami, P. R., & Ritonga, M. (2023). *The Effect of Blended Learning on Student Learning Outcomes*. 16(4), 286–295. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-158-6_25
- Son, N. D. (2021). The application of web-3d and augmented reality in e-learning to improve the effectiveness of arts teaching in Vietnam. *Journal of Physics: Conference Series*, 1835(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1835/1/012071>
- Sukma, M., Halim, A., & Evendi, E. (2022). Implementation of e-Learning Module Based on Science Technology Engineering Mathematics on Solar Cells Topic. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 7(1), 60. <https://doi.org/10.26737/jipf.v7i1.2237>
- Sukmawati, S., & Nensia, N. (2019). The Role of Google Classroom in ELT. *International Journal for Educational and Vocational Studies*, 1(2), 142–145. <https://doi.org/10.29103/ijevs.v1i2.1526>
- Triyasmina, T., Rusdi, M., Asyhar, R., Dachia, H. A., & Rukondo, N. (2022). Chemistry Learning Revolution: Interactive Multimedia E-Learning with a Problem Based Learning Approach. *Tekno - Pedagogi: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 12(2), 1–9. <https://doi.org/10.22437/teknopedagogi.v12i2.32521>
- Wayan Santyasa, I., Agustini, K., & Eka Pratiwi, N. W. (2021). Project based e-learning and academic procrastination of students in learning chemistry. *International Journal of Instruction*, 14(3), 909–928. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14353a>