

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Abad ke-21 ditandai dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan informasi yang sangat pesat. Perubahan ini menuntut adanya transformasi dalam dunia pendidikan agar mampu mencetak generasi yang tidak hanya cerdas secara akademik, tetapi juga memiliki kecakapan hidup abad ke-21 (Adnyana et al., 2025). Dalam konteks ini, pembelajaran tidak lagi hanya berfokus pada aspek kognitif semata, melainkan harus mampu membentuk individu yang berpikir kritis, kreatif, mampu berkomunikasi, dan berkolaborasi (Prayogi, 2020). Sebagai respons terhadap tuntutan tersebut, Indonesia melakukan transformasi dalam sistem pendidikannya dengan mengadopsi Kurikulum Merdeka yang bertujuan untuk menciptakan pembelajaran yang relevan dengan konteks kehidupan, lebih fleksibel, serta menitikberatkan pada pembentukan karakter siswa melalui penguatan Profil Pelajar Pancasila. Namun, dalam praktiknya, pembelajaran sains di Indonesia masih dihadapkan pada tantangan, seperti dominasi pendekatan teoritis, kurangnya pemanfaatan teknologi, dan minimnya integrasi lintas disiplin (Saputra et al., 2025).

Idealnya, pendidikan sains abad ke-21 harus bersifat aplikatif dan kontekstual, yakni mampu menghubungkan teori dengan praktik kehidupan sehari-hari. Oleh sebab itu, dibutuhkan pendekatan pembelajaran yang tidak hanya mengembangkan pengetahuan, tetapi juga keterampilan abad ke-21, termasuk literasi teknologi dan kemampuan berpikir ilmiah (Judijanto et al., 2025). Namun, kenyataannya di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran sains di sekolah masih cenderung bersifat teoritis dan kurang kontekstual. Siswa lebih sering diarahkan untuk menghafal konsep daripada menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Proses pembelajaran yang semestinya dapat menggugah rasa ingin tahu dan kemampuan berpikir ilmiah, justru menjadi pasif dan monoton (Priyanti et al., 2023)

Keterampilan berpikir kritis (*Critical Thinking Skills*) merupakan salah satu kompetensi esensial yang harus dimiliki siswa di abad ke-21. Kemampuan ini memungkinkan siswa untuk menganalisis informasi secara logis, mengevaluasi argumen, membuat keputusan berbasis bukti, serta menyelesaikan masalah secara sistematis (Wayudi et al., 2020). Dalam dunia pendidikan, berpikir kritis sangat penting karena dapat mendorong siswa untuk menjadi pembelajar yang mandiri, reflektif, dan mampu mengambil keputusan secara rasional dalam berbagai situasi. Berpikir kritis mencakup enam aspek utama, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan, dan regulasi diri, yang secara kolektif mendukung proses pengambilan keputusan yang rasional (Maskur, R., 2020). Kemampuan ini juga menjadi dasar dalam penguasaan keterampilan lain seperti pemecahan masalah, inovasi, dan kolaborasi, yang sangat dibutuhkan untuk menghadapi dinamika kehidupan global (Hanipah, 2023).

Mata pelajaran IPA, termasuk Biologi, memiliki karakteristik unik karena mencakup aspek produk, proses, dan prosedur ilmiah yang saling terintegrasi (Wilujeng, 2020). Karakteristik ini menjadikan Biologi sebagai salah satu mata pelajaran yang sangat potensial dalam menumbuhkan dan melatih keterampilan abad ke-21, termasuk berpikir kritis (Pasa et al., 2025). Untuk memahami dan menerapkan ketiga aspek tersebut secara utuh, siswa perlu memiliki kemampuan berpikir kritis yang kuat dalam menganalisis fenomena ilmiah dan memecahkan permasalahan kontekstual. Namun, pada kenyataannya, kemampuan berpikir kritis siswa Indonesia dalam konteks pembelajaran IPA masih tergolong rendah. Berdasarkan laporan *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2018, Indonesia menempati peringkat ke-71 dari 79 negara dalam bidang sains. Hasil ini mencerminkan lemahnya kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal yang menuntut keterampilan analisis, evaluasi, logika, dan penalaran (Indawati et al., 2021). Padahal, kebutuhan pendidikan saat ini semakin menekankan pentingnya kemampuan untuk menalar dan

menganalisis berbagai permasalahan nyata, termasuk isu-isu lingkungan dan keberlanjutan.

Rendahnya capaian ini mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran yang digunakan di kelas belum sepenuhnya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Siswa belum terbiasa untuk menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, atau memecahkan masalah berbasis data ilmiah yang nyata (Rizki, 2024). Hal ini menandakan pentingnya penerapan strategi pembelajaran inovatif dan kontekstual yang mampu memfasilitasi siswa dalam mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti melalui kegiatan berbasis proyek dan pendekatan lintas disiplin yang terintegrasi dengan teknologi (Ali et al., 2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa metode pembelajaran yang konvensional belum sepenuhnya mampu mendorong siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis (Sucipta et al., 2023).

Salah satu penyebab dari permasalahan tersebut adalah belum diterapkannya model pembelajaran yang mampu menstimulasi keterlibatan aktif siswa dalam membangun pengetahuannya secara mandiri dan kontekstual (Aprina et al., 2024). Proses pembelajaran yang masih berpusat pada guru (*teacher-centered*) membuat siswa hanya menjadi penerima informasi, bukan sebagai subjek yang berpikir, bertanya, dan mencipta. Selain itu, pembelajaran belum diarahkan untuk mengaitkan konsep biologi dengan kehidupan sehari-hari yang dekat dengan siswa, baik dari sisi lingkungan, teknologi, maupun nilai-nilai sosial dan religius (Susdarwati et al., 2024). Oleh karena itu, solusi yang ditawarkan adalah dengan mengembangkan pembelajaran yang mampu mendorong siswa untuk mengasah kemampuan berpikir kritis. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk mengevaluasi informasi, mengidentifikasi masalah, dan merumuskan solusi secara mandiri maupun kolaboratif (Khotimah & Sari, 2020).

Sejalan dengan kebutuhan tersebut, salah satu fokus penting dalam pendidikan sains adalah penguatan literasi lingkungan, yaitu kemampuan memahami, menganalisis, dan menyelesaikan masalah lingkungan (Nugraha

& Octavianah, 2020). Untuk menjawab tantangan ini, pendekatan *Environmental-STEM* (E-STEM) mulai diterapkan dalam pembelajaran, mengintegrasikan sains, teknologi, dan isu lingkungan untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa (Artika et al., 2023). Pendekatan ini mengintegrasikan pembelajaran sains dengan isu-isu lingkungan melalui pemanfaatan teknologi dan eksplorasi konsep rekayasa, sehingga mendorong siswa untuk berpikir secara sistematis dan solutif terhadap permasalahan nyata di sekitarnya (Artawan et al., 2023). Seiring dengan meningkatnya kebutuhan pembelajaran abad ke-21 yang tidak hanya menekankan pada kemampuan logis dan analitis, tetapi juga pada kreativitas, inovasi, dan ekspresi seni, pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) mengalami pengembangan menjadi STEAM dengan memasukkan unsur *Art* (seni) sebagai komponen penting. STEAM hadir sebagai pendekatan yang lebih holistik dibanding STEM, karena mendorong keterlibatan emosi, imajinasi, serta kepekaan etis dalam proses pembelajaran. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk mengembangkan keseimbangan antara berpikir kritis dan apresiasi seni, serta melihat fenomena dari berbagai perspektif lintas disiplin (Chung & Li, 2021).

Integrasi STEAM dalam pembelajaran sains memberikan dampak yang lebih holistik tidak hanya menekankan kemampuan berpikir kritis, logis, dan teknologis, pendekatan ini juga mendorong pembentukan karakter, kreativitas, serta keterampilan komunikasi yang dibutuhkan dalam dunia nyata (Mu'minah, 2020). Pendekatan ini sejalan dengan semangat Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berdiferensiasi, kontekstual, dan berorientasi pada penguatan Profil Pelajar Pancasila, khususnya dalam aspek mandiri, bernalar kritis, kreatif, dan gotong royong (Purwoko, 2025). Dengan demikian, STEAM menjadi fondasi penting dalam menyusun pembelajaran abad ke-21 yang relevan, bermakna, dan menyenangkan. Pendekatan STEAM memberikan ruang bagi siswa untuk berlatih mengintegrasikan pengetahuan lintas disiplin dengan pendekatan

yang kreatif dan solutif, terutama saat dihadapkan pada permasalahan kontekstual yang kompleks (Bancong, 2024).

Transformasi dari pendekatan STEAM ke STREAM merupakan penyempurnaan konsep pembelajaran lintas disiplin dengan memasukkan unsur Religion sebagai komponen penting dalam membentuk karakter siswa. Dalam pendekatan STREAM (*Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, Mathematics*), dimensi spiritual menjadi bagian integral dari proses berpikir dan bertindak, sehingga pembelajaran tidak hanya berorientasi pada kemampuan kognitif dan kreativitas, tetapi juga pada nilai-nilai moral dan tanggung jawab sosial (Agustina et al., 2020). Elemen *Religion* dalam STREAM memperkuat kesadaran siswa bahwa ilmu pengetahuan harus dimanfaatkan untuk kemaslahatan dan menjaga keseimbangan ciptaan Tuhan (Andriani et al., 2022).

Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan di MAN 3 Cirebon, proses pembelajaran Biologi masih didominasi oleh penyampaian materi secara satu arah dengan penekanan pada penguasaan konsep dan penyelesaian soal-soal rutin. Aktivitas pembelajaran di kelas belum secara optimal melibatkan siswa dalam proses bertanya, mengemukakan pendapat, maupun memberikan tanggapan terhadap materi yang dibahas. Selama pembelajaran berlangsung, siswa cenderung pasif dan lebih banyak menerima informasi dari guru tanpa adanya dorongan untuk melakukan klarifikasi, analisis, atau evaluasi secara mandiri. Pola interaksi kelas yang demikian menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang diterapkan belum memberikan ruang dan stimulus yang memadai untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa, padahal keterampilan tersebut merupakan tuntutan penting dalam pembelajaran sains.

Selain itu, pembelajaran yang berlangsung belum sepenuhnya mengintegrasikan konteks kehidupan nyata dan lintas disiplin ilmu. Proses pembelajaran masih berjalan secara terpisah antar mata pelajaran dan belum melibatkan aktivitas berbasis masalah atau proyek yang menantang siswa untuk menganalisis permasalahan lingkungan di sekitarnya secara

komprehensif. Pendekatan pembelajaran berbasis E-STREAM (*Environmental- Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, and Mathematics*) belum diterapkan secara sistematis, sehingga siswa belum memiliki kesempatan untuk mengaitkan konsep Biologi dengan teknologi, rekayasa, seni, matematika, serta nilai-nilai keagamaan dalam satu kesatuan pembelajaran yang bermakna. Kondisi ini menyebabkan pembelajaran cenderung bersifat prosedural dan kurang mendorong keterlibatan kognitif siswa secara mendalam. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran berupa penerapan pembelajaran E-STREAM berbantuan e-modul sebagai upaya menciptakan lingkungan belajar yang kontekstual dan mampu melatih serta menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa secara sistematis.

Menanggapi kebutuhan tersebut, integrasi pembelajaran lintas disiplin menjadi penting agar siswa mampu mengaitkan berbagai konsep yang mereka pelajari dengan permasalahan nyata di lingkungan sekitar (Pare & Sihotang, 2023). Pembelajaran melalui proyek *eco-enzyme* merepresentasikan model pembelajaran yang berorientasi pada pengalaman langsung dan pemecahan masalah nyata. Proyek ini memberi ruang bagi siswa untuk menerapkan pengetahuan biologi secara kontekstual, sekaligus mendorong mereka untuk terlibat aktif dalam aksi nyata pelestarian lingkungan. Dengan memanfaatkan limbah organik rumah tangga sebagai bahan utama, siswa dapat belajar bahwa ilmu pengetahuan tidak berhenti pada teori di kelas, melainkan dapat diolah menjadi solusi konkret terhadap permasalahan lokal seperti pengelolaan sampah (Sobry & Sa'i, 2020). Hal ini selaras dengan pendekatan pembelajaran abad ke-21 yang menuntut siswa untuk berpikir kritis, berkolaborasi, berinovasi, serta bertanggung jawab secara sosial. Guru dapat mengembangkan aktivitas pembelajaran tidak hanya sebatas praktik laboratorium, tetapi juga mengaitkannya dengan isu-isu lingkungan lokal, literasi sains, dan keterampilan abad ke-21 (Mardhiyah et al., 2021).

Selain pendekatan pembelajaran, media pembelajaran juga menjadi aspek penting yang turut memengaruhi kualitas proses belajar-mengajar.

Media pembelajaran berperan sebagai alat bantu untuk menyampaikan informasi, memfasilitasi interaksi, dan meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi ajar (Shabrina et al., 2025). Akan tetapi, hasil observasi awal yang dilakukan di MAN 3 Cirebon menunjukkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran masih terbatas pada buku Lembar Kerja Siswa dan penjelasan lisan dari guru. Penggunaan media digital interaktif, seperti *E-modul*, belum sepenuhnya dioptimalkan dalam proses pembelajaran. Padahal, *E-modul* merupakan salah satu bentuk bahan ajar digital yang dapat memuat materi pelajaran, latihan soal, video interaktif, refleksi, hingga evaluasi pembelajaran. Keunggulan e-modul terletak pada fleksibilitasnya yang memungkinkan siswa belajar secara mandiri sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar masing-masing. E-modul juga mendukung keterlibatan aktif siswa melalui tampilan visual yang menarik dan integrasi multimedia yang interaktif (Sutrisno & Syukur, 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, urgensi penelitian ini terletak pada pentingnya pengembangan strategi pembelajaran inovatif yang selaras dengan tuntutan abad ke-21, khususnya dalam upaya menguatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Pembelajaran Biologi memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan menjadi lebih kontekstual dan aplikatif, sehingga mampu mendukung pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Dalam konteks ini, penerapan pendekatan E-STREAM yang terintegrasi dengan proyek eco-enzyme dipandang relevan sebagai alternatif pembelajaran yang dapat mengaitkan konsep Biologi dengan permasalahan lingkungan secara nyata. Selain itu, dukungan e-modul sebagai media pembelajaran digital interaktif diharapkan dapat memfasilitasi proses belajar yang lebih fleksibel dan bermakna. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengkaji sejauh mana penerapan pendekatan E-STREAM berbantuan e-modul dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Keterampilan berpikir kritis siswa pada materi perubahan lingkungan masih perlu ditingkatkan, sebagaimana terindikasi dari hasil observasi awal yang menunjukkan bahwa sebagian siswa masih memerlukan bimbingan dalam menganalisis permasalahan lingkungan, mengemukakan alasan secara logis, serta menarik kesimpulan berdasarkan informasi yang tersedia.
2. Integrasi konsep biologi dengan aspek lingkungan, teknologi, rekayasa, seni, dan nilai-nilai keagamaan dalam pembelajaran masih terbatas, sehingga peluang untuk mengaitkan materi pembelajaran dengan berbagai perspektif keilmuan belum sepenuhnya dimanfaatkan.
3. Keterlibatan siswa dalam kegiatan diskusi dan pemecahan masalah ilmiah masih perlu ditingkatkan, berdasarkan hasil observasi awal yang menunjukkan bahwa partisipasi siswa dalam mengemukakan pendapat, bertanya, maupun menyampaikan argumen ilmiah masih bervariasi.
4. Pendekatan pembelajaran lintas disiplin seperti E-STREAM belum diterapkan secara optimal dalam pembelajaran biologi.
5. Penggunaan media pembelajaran berbasis digital, khususnya e-modul interaktif, masih memiliki peluang untuk dikembangkan lebih lanjut, sebagaimana terungkap dari hasil wawancara dengan guru yang menyatakan bahwa penggunaan bahan ajar digital dalam pembelajaran masih terbatas.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya akan mengukur keterampilan berpikir kritis siswa pada materi perubahan lingkungan melalui pretest dan posttest setelah penerapan pembelajaran E-STREAM berbantuan e-modul.
2. Penelitian ini dilaksanakan pada siswa kelas X di MAN 3 Cirebon.

3. Penelitian ini membatasi fokus pada penerapan pembelajaran E-STREAM (*Environmental-Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, and Mathematics*) berbantuan e-modul dalam pembelajaran biologi pada materi perubahan lingkungan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah tersebut, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut: Apakah penerapan pembelajaran berbasis E-STREAM (*Environmental Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, and Mathematics*) berbantuan e-modul dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada Materi Perubahan Lingkungan?

E. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana penerapan pembelajaran E-STREAM (*Environmental-Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, and Mathematics*) berbantuan e-modul pada materi perubahan lingkungan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa?
2. Apakah terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa yang menerapkan pembelajaran E-STREAM berbantuan e-modul dan siswa yang tidak menerapkan pembelajaran E-STREAM berbantuan e-modul pada materi perubahan lingkungan?
3. Bagaimana respon siswa terhadap penerapan pembelajaran E-STREAM berbantuan e-modul pada materi perubahan lingkungan?

F. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis penerapan pembelajaran E-STREAM (*Environmental-Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, and Mathematics*) berbantuan e-modul pada materi perubahan lingkungan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
2. Menganalisis perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa yang menerapkan pembelajaran E-STREAM berbantuan e-modul dan

siswa yang tidak menerapkan pembelajaran E-STREAM berbantuan e-modul pada materi perubahan lingkungan.

3. Menganalisis respon siswa terhadap penerapan pembelajaran E-STREAM berbantuan e-modul pada materi perubahan lingkungan.

G. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini dapat dirasakan oleh berbagai pihak, di antaranya:

1. Bagi Penulis

Penelitian ini memberikan pengalaman akademik bagi penulis dalam mengkaji dan mengimplementasikan pendekatan pembelajaran E-STREAM berbantuan e-modul dalam pembelajaran biologi. Selain itu, penelitian ini juga memperluas pemahaman penulis mengenai upaya pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran berbasis proyek yang kontekstual.

2. Bagi Siswa

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual melalui kegiatan pembelajaran berbasis proyek, khususnya pada pembuatan eco-enzyme sebagai upaya pemanfaatan limbah organik. Melalui kegiatan tersebut, siswa diharapkan dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kemampuan bekerja sama, serta kepedulian terhadap lingkungan.

3. Bagi Pendidik

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi alternatif bagi pendidik dalam mengembangkan pembelajaran biologi yang mengintegrasikan berbagai aspek keilmuan melalui pendekatan E-STREAM. Selain itu, penggunaan e-modul dalam penelitian ini dapat menjadi salah satu contoh pemanfaatan media pembelajaran digital yang dapat mendukung proses pembelajaran yang lebih interaktif dan kontekstual.

4. Kepala Sekolah

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tambahan bagi pihak sekolah mengenai penerapan pembelajaran berbasis proyek yang terintegrasi dengan pendekatan lintas disiplin dan media digital, sehingga dapat menjadi salah satu pertimbangan dalam pengembangan inovasi pembelajaran di lingkungan sekolah.

