

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Menghadapi perkembangan zaman siswa perlu dibekali kompetensi sains untuk menghadapi tantangan, kompetensi sains sangat penting dimiliki oleh setiap individu dalam menjawab pertanyaan ilmiah, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan (Ayu, Putri, Riyanto, & Koto, 2025). Ketika siswa sudah dibekali dengan pengetahuan yang cukup tentang sains dan pengajaran terkait isu-isu fenomena ilmiah mereka dapat dengan cermat memilih informasi dan teknologi yang sesuai dengan menerapkannya pada kehidupan sehari-hari (Fortus, Lin, Neumann, & Sadler, 2022). Oleh karena itu, kompetensi sains perlu jadi perhatian guna meningkatkan kualitas pendidikan dan menyiapkan generasi yang akan datang untuk beradaptasi terhadap perubahan.

Berdasarkan data dari *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2022 menunjukkan skor literasi sains Indonesia rata-rata sebesar 383 poin, turun 13 poin dari skor tahun 2018 sebesar 396 poin. Data tersebut menunjukkan sekitar dua pertiga siswa Indonesia belum mampu mencapai level dasar dalam memahami konsep ilmiah, seperti mengidentifikasi variabel dalam percobaan sederhana (OECD, 2023a).

Dalam kerangka PISA 2025, OECD melakukan perubahan penting dengan menggeser fokus dari literasi sains menjadi kompetensi sains. Hal ini guna menyelaraskan kerangka kerja sains dengan numerasi dan literasi, serta sebagai evolusi pendidikan untuk mempersiapkan siswa dalam menghadapi tantangan abad 21. Perubahan ini juga ditandai dengan penggabungan dua kompetensi sebelumnya menjadi satu, yaitu evaluasi dan desain penyelidikan ilmiah dengan interpretasi data dan bukti secara ilmiah disatukan menjadi menyusun dan mengevaluasi desain-desain untuk penyelidikan ilmiah serta menginterpretasikan data dan bukti ilmiah secara kritis, penambahan kompetensi baru yang berfokus pada kemampuan siswa dalam mencari, mengevaluasi, dan menggunakan informasi ilmiah untuk pengambilan

keputusan dan tindakan, sehingga dalam perkembangan zaman saat ini sangat signifikan yang memudahkan siswa mengambil sumber informasi dari internet tanpa batas, maka perlu adanya penekanan dalam ranah pendidikan untuk memberikan batasan (OECD, 2023b).

Dari hasil observasi ketika melaksanakan FKIP EDU di SMA Negeri 1 Cihaurbeuti, ditemukan beberapa permasalahan seperti pembelajaran yang kurang interaktif, pembelajaran yang cenderung pasif, serta penggunaan fasilitas dan infrastruktur yang kurang dalam mendukung pembelajaran. Selanjutnya dilakukan wawancara dengan guru mata pelajaran biologi di SMA Negeri 1 Cihaurbeuti pada tanggal 8 Agustus 2025, hasilnya ditemukan beberapa permasalahan diantaranya pembelajaran yang kurang interaktif, pembelajaran yang berfokus pada materi yang disampaikan buku sehingga siswa kurang bisa meneliti, mengevaluasi, serta menggunakan informasi ilmiah, kesenjangan antara perencanaan dan pelaksanaan model pembelajaran. Penerapan model pembelajaran PjBL yang dicantumkan dalam administrasi cenderung tidak terlaksana secara utuh dan terstruktur di dalam kelas, sering kali kembali menjadi metode ceramah. Kesenjangan ini timbul bukan karena ketidakmampuan guru, melainkan kurangnya panduan operasional yang terperinci dan kebutuhan akan sintaks yang terstruktur dan terintegrasi sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran, pilihan PjBL terintegrasi STEM EDP (*Engineering Design Process*) pada penelitian ini bukanlah untuk menambah beban kompleksitas proses belajar melainkan untuk menyediakan kerangka kerja yang lebih terstruktur.

Selanjutnya dilakukan juga wawancara dengan siswa, disampaikan bahwa pembelajaran biologi dirasa kurang relevan dengan kehidupan sehari-hari, pembelajaran yang kurang menyenangkan dan pasif, serta infrastruktur yang dirasa kurang mendukung pembelajaran, selain itu dilakukan uji pendahuluan kompetensi sains yang menggunakan 15 soal tes informal yang disusun oleh peneliti dengan diadaptasi dari kerangka kompetensi sains PISA 2025, didapatkan skor rata-rata 8 dari 15 soal yang menunjukkan bahwa kompetensi sains siswa tergolong cukup namun perlu ditingkatkan.

Hasil tersebut menunjukkan banyak faktor yang menyebabkan rendahnya kompetensi sains, seperti ketersediaan infrastruktur yang meliputi bangunan sekolah, ruang kelas, dan laboratorium, dalam mendukung pembelajaran siswa (Triarsuci, Qodri, Rayhan, & Marini, 2024). Permasalahan utama dalam pembelajaran sains adalah pembelajaran yang tidak kontekstual, kebanyakan pembelajaran sains yang dilakukan dikelas tidak relevan dalam pandangan siswa dan kurangnya keterkaitan pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari (Fuadi, Robbia, Jamaluddin, & Jufri, 2020), pembelajaran yang hanya berfokus pada buku ajar. Selanjutnya pembelajaran yang pasif atau kurang aktifnya siswa dalam pembelajaran dikelas dapat disebabkan oleh banyak faktor, mulai dari ketidak tepatan metode ajar, serta pembelajaran yang kurang menyenangkan, sehingga perlu dilakukan pembenahan ulang agar pembelajaran dapat lebih interaktif, serta siswa mampu menyerap pembelajaran dengan baik (Pebrianti & Irawati, 2024), serta adanya ketidaksesuaian model pembelajaran yang dicantumkan dalam administrasi dengan yang dilaksanakan secara langsung dilapangan.

Berdasarkan penjelasan diatas, diperlukan model dan pendekatan yang tepat dalam mencapai tujuan pembelajaran. Salah satu model pembelajaran yang sesuai adalah pembelajaran berbasis proyek dimana pembelajaran berpusat pada siswa yang proses belajarnya aktif, kontekstual dan relevan (Manalo, 2024). Pembelajaran berbasis proyek juga dapat membantu siswa mengenal dan memahami teknologi serta meningkatkan kemampuan mereka untuk menganalisis dan mengevaluasi aspek penting dari kompetensi sains (Cahyaningsih, Siswanto, & Sukamto, 2020). Kelemahan dari PjBL konvensional itu sendiri adalah akhir dari pembelajaran yang selesai dengan produk yang telah dibuat sehingga evaluasi yang dilakukan dirasa masih kurang, peran integrasi ini melatih siswa untuk mengaitkan teori sains dengan aplikasi praktis dan memberikan evaluasi terhadap solusi yang telah diajukan.

Dalam mengatasi permasalahan tersebut model pembelajaran PjBL perlu diintegrasikan dengan pendekatan. Salah satu pendekatan yang relevan adalah STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*). Pendekatan

ini menghubungkan materi dengan kehidupan sehari-hari, melibatkan siswa dalam praktik, memberikan bimbingan, memanfaatkan teknologi seperti komputer dan internet, serta menggunakan strategi pembelajaran yang aktif (Manalo, 2024).

Pembelajaran berbasis proyek konsep STEM perlu dipadukan dengan langkah penelitian yang jelas. Salah satunya yaitu dengan EDP (*Engineering Design Process*), yang memberikan siswa kesempatan untuk menerapkan konsep sains dan teknologi serta memperkuat keterampilan rekayasa mereka dalam membangun sebuah proyek (Jolly, 2017). Perbedaan pembelajaran STEM EDP (*Engineering Design Process*) berfokus pada penciptaan produk dengan menganalisis kegagalan produk untuk kemudian disempurnakan solusi yang telah diberikan, untuk STEM tanpa EDP (*Engineering Design Process*) hanya berfokus pada penciptaan produk tanpa adanya perbaikan ulang.

Selama langkah penelitian, guru menyediakan berbagai aktivitas sederhana yang memungkinkan siswa mengingat dan menerapkan konsep STEM secara bersamaan, akhirnya siswa dapat melakukan pembelajaran yang kontekstual sesuai langkah-langkah penelitian terstruktur (Nullhakim & Setiawan, 2021). Model PjBL terintegrasi STEM EDP (*Engineering Design Process*) terlihat lebih kompleks, integrasi ini muncul dalam mengatasi masalah kesenjangan antara perencanaan dan pelaksanaan model pembelajaran. PjBL disini berfungsi sebagai kerangka kerja utama, sementara STEM EDP (*Engineering Design Process*) berfungsi sebagai panduan proses untuk memperkaya pada setiap tahapan PjBL (Dogara, et al, 2020; Tipmontiane & Williams, 2022). Dengan adanya solusi ini guru dapat secara terstruktur untuk diterapkan, sehingga dapat meminimalkan kesalahan dalam pelaksanaan pembelajaran dengan demikian kompleksitas model yang terintegrasi ini dapat membantu dalam pencapaian tujuan pembelajaran.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu mengenai penerapan model pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan siswa memiliki hasil yang sangat beragam. Penelitian yang dilakukan Subekti, Rahayu, & Trisnowati, (2025), menunjukkan bahwa pembelajaran dengan model PjBL dengan

pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa SMP, selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Satriana (2021), pembelajaran berbasis proyek STEM menunjukkan peningkatan nilai dari *pre-test* ke *post-test*, nilai literasi sains meningkat dari 53,52 menjadi 84,96. Penelitian serupa oleh Safitri, Suyanto, & Prasetya (2024) menunjukkan bahwa penerapan STEM EDP (*Engineering Design Process*) dapat meningkatkan kreativitas dan berpikir siswa. Nilai rata-rata mereka menunjukkan bahwa pembelajaran berlangsung dengan baik, berjalan lancar dan lingkungan pembelajaran yang menyenangkan, bermakna, kreatif, dinamis, dan dialogis.

Berdasarkan pada bukti-bukti keberhasilan penggunaan model PjBL terintegrasi STEM EDP (*Engineering Design Process*) pada penelitian terdahulu, berhasil meningkatkan kompetensi sains siswa. Namun, meskipun memiliki dampak yang signifikan terhadap kompetensi sains siswa, penelitian terdahulu belum ada yang melakukan penelitian dengan secara langsung melihat pengaruh PjBL STEM EDP (*Engineering Design Process*) terhadap kompetensi sains. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran PjBL terintegrasi STEM EDP (*Engineering Design Process*) terhadap kompetensi sains siswa pada materi keanekaragaman hayati.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan pembatasan masalah yang telah disampaikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Adakah pengaruh PjBL terintegrasi STEM EDP (*Engineering Design Process*) terhadap kompetensi sains siswa pada materi keanekaragaman hayati di kelas X SMA Negeri 1 Cihaurbeuti tahun ajaran 2025/2026?”.

1.3 Definisi Operasional

Untuk mencegah terjadinya kesalahan penafsiran terhadap istilah-istilah yang digunakan dalam judul penelitian, maka penulis menyampaikan beberapa istilah penting yang digunakan, yaitu:

1) Kompetensi Sains

Kompetensi sains dalam penelitian ini didefinisikan sebagai kemampuan siswa dalam mengaplikasikan pengetahuan ilmiah yang dimiliki untuk menjelaskan fenomena ilmiah, mengonstruksi dan mengevaluasi desain-desain untuk penyelidikan ilmiah serta menginterpretasikan data dan bukti ilmiah secara kritis. Hal ini sesuai dengan tiga indikator utama dalam kerangka kompetensi sains PISA 2025 yaitu:

- a) Menjelaskan fenomena ilmiah.
- b) Mengonstruksi dan mengevaluasi desain-desain untuk penyelidikan ilmiah serta menginterpretasikan data dan bukti ilmiah secara kritis.
- c) Meneliti, mengevaluasi, dan menggunakan informasi ilmiah untuk pengambilan keputusan dan tindakan.

Variabel ini diukur menggunakan 7 soal tes esai yang berdasarkan indikator kerangka kompetensi sains dan dilaksanakan melalui *pretest* dalam mengukur kemampuan awal siswa sebelum dilakukan perlakuan, dan *posttest* dalam mengukur kemampuan akhir siswa setelah perlakuan diberikan. Hasil tes uraian tersebut diukur dengan memberikan skor berdasarkan rubrik yang telah dibuat, skor maksimal pada tiap butir soal adalah 5 dan hasilnya akan diakumulasikan untuk penilaian siswa.

2) PjBL STEM EDP (*Engineering Design Process*)

PjBL terintegrasi STEM EDP (*Engineering Design Process*) dalam penelitian ini merupakan variabel utama, integrasi PjBL STEM EDP (*Engineering Design Process*) menempatkan PjBL sebagai kerangka kerja utama dalam menentukan alur pembelajaran dan STEM EDP (*Engineering Design Process*) sebagai pendekatan yang memperkaya kerangka kerja, sehingga pengintegrasian digunakan secara sistematis dalam mengembangkan pengetahuan ilmiah, teknologi, rekayasa dan matematis melalui proses berpikir yang terstruktur.

Model PjBL dalam penelitian ini adalah pembelajaran berbasis proyek yang dilakukan secara kolaboratif sehingga hasil akhir yang

didapatkan dalam pembelajaran berupa solusi dengan model produk, keterkaitan ini dilihat dari alur pembelajaran sintaks PjBL yang terintegrasi dengan pendekatan STEM EDP (*Engineering Design Process*). Tahapan setiap sintaksnya dijelaskan sebagai berikut:

a) Menentukan permasalahan untuk pengerjaan proyek

(Penentuan pertanyaan mendasar – *Reflection – define the problem*)

Guru menyampaikan pertanyaan pemantik dalam memulai pelajaran seperti “Bagaimana kita bisa menjaga keanekaragaman hayati dari ancaman yang ada?” “Apakah ada solusi terhadap permasalahan keanekaragaman hayati yang terjadi saat ini?”. Siswa menjawab pertanyaan guru dengan informasi yang telah dimiliki dan merumuskan pertanyaan yang dijawab melalui proyek.

b) Meneliti

(*Research – research*)

Siswa melakukan pengumpulan informasi melalui internet mulai dari artikel ilmiah, sosial media, maupun buku yang relevan dengan permasalahan yang dibahas melalui proyek.

c) Menyusun rencana proyek

(Mendesain perencanaan proyek – *Imagine*)

Guru memberikan arahan kepada siswa untuk menyusun rencana proyek mulai dari produk yang akan dibuat, rencana kerja, penyediaan alat dan bahan dan waktu pengerjaan, sehingga siswa akan menyusunnya dengan kelompok.

d) Merencanakan pengerjaan proyek

(Menyusun jadwal – *Discovery – plan*)

Guru memberikan arahan kepada siswa untuk menyusun jadwal dari awal pembuatan hingga penyelesaian produk, siswa menyusun jadwal pelaksanaan proyek dan mengaplikasikan informasi yang dimiliki terhadap rencana proyek dengan terstruktur.

- e) Memantau pengerjaan proyek dan proses pembuatan proyek
(Memantau siswa dan kemajuan proyek – *Application – create*)
Guru melakukan monitoring sehingga dapat memantau perkembangan proyek siswa dalam pengerjaan proyek, kemudian siswa melakukan pengerjaan proyek yang telah direncanakan sesuai dengan rencana proyek dan jadwal pengerjaan.
- f) Pengujian terhadap produk
(Menguji hasil – *Test and evaluate*)
Guru melakukan pengujian terhadap produk yang dibuat siswa berdasarkan kriteria yang telah direncanakan. Pengujian dilakukan dengan menyesuaikan produk yang dibuat siswa, produk berupa maket statis pengujian difokuskan pada validitas representasi ilmiah dengan menguji model pada hubungannya, lalu evaluasi didasarkan pada ketepatan pengetahuan sains dan pada maket simulator, pengujian dilakukan melalui uji fungsionalitas, serta ketepatan pengetahuan terhadap permasalahan yang dibahas.
- g) Revisi
(*Redesign*)
Siswa dan guru melakukan evaluasi dan revisi terhadap produk siswa yang dapat diperbaiki seperti pada simulator pengukur ketinggian air menggunakan sensor yang memberikan tanda kenaikan air, sehingga dapat meningkatkan kualitas produk yang dibuat.
- h) Diskusi dan Evaluasi
(Evaluasi pengalaman – *Communication – communicate*)
Guru mempersilahkan siswa untuk melakukan presentasi mengenai produk yang telah diselesaikan, dan dilanjutkan dengan evaluasi pembelajaran yang telah dilakukan sehingga terjalin komunikasi yang memberikan umpan balik konstruktif bagi guru dan siswa.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran PjBL terintegrasi STEM EDP (*Engineering Design Process*) terhadap kompetensi sains siswa di kelas X SMA Negeri 1 Cihaurbeuti tahun ajaran 2025/2026.

1.5 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pembelajaran biologi, diantaranya:

1.5.1 Kegunaan Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran dalam inovasi pembelajaran biologi serta sebagai refleksi dalam pembelajaran sains yang lebih kontekstual.

1.5.2 Kegunaan Praktis

1) Bagi Sekolah

Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan masukan bagi sekolah dalam merumuskan kebijakan pembelajaran sains yang lebih kontekstual. Penelitian ini juga dapat memberikan masukan yang positif kepada sekolah tentang perencanaan pembelajaran yang kontekstual sehingga dapat meningkatkan kualitas pembelajaran sains siswa.

2) Bagi Guru

Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi guru dalam melakukan pembelajaran yang kontekstual di kelas sehingga dapat meningkatkan kemampuan siswa, memberikan kebermanfaatan dalam perbaikan kualitas pembelajaran dan membangun pembelajaran yang kolaboratif, sehingga guru dapat mengembangkan kompetensi sains pada siswa.

3) Bagi Siswa

Penelitian ini diharapkan menjadi motivasi untuk siswa dalam meningkatkan pengetahuan sains, melatih sikap berpikir kritis, inovatif dan pemecahan masalah sehingga siswa dapat menerapkan kompetensi sains yang dimiliki pada kehidupan sehari-hari serta dapat memilah informasi ilmiah yang sesuai.

4) Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan menjadi pengetahuan baru yang dapat dijadikan sumber belajar, menambah wawasan dan ilmu pengetahuan terkait model pembelajaran PjBL, serta pengetahuan dalam menggunakan pendekatan STEM EDP (*Engineering Design Process*) pada pembelajaran sehingga dapat meningkatkan kompetensi sains siswa. Selain itu, dengan adanya hasil penelitian ini diharapkan menjadi pengetahuan baru yang dapat digunakan pada kehidupan sehari-hari serta dapat menjadi rujukan untuk penelitian selanjutnya.