

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pendidikan di abad ke-21 menuntut perubahan paradigma pembelajaran yang signifikan, beralih dari metode hafalan menuju pengembangan keterampilan esensial, yang mencakup berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, kewarganegaraan, dan karakter (González-salamanca *et al.*, 2020; Rios *et al.*, 2020; van Laar *et al.*, 2020). Pergeseran ini sangat penting dalam konteks pembelajaran biologi, yang seharusnya tidak hanya menekankan penguasaan teori, tetapi juga membekali siswa dengan kemampuan memecahkan masalah nyata yang berkaitan dengan lingkungan dan keanekaragaman hayati (Hsu *et al.*, 2024). Namun, kenyataannya, metode pembelajaran konvensional yang masih dominan diterapkan pada beberapa sekolah menyebabkan rendahnya keterampilan metakognitif dan literasi biodiversitas siswa, yang merupakan dua aspek penting dalam pembelajaran biologi (Sadykova *et al.*, 2024). Kondisi ini menjadi tantangan utama yang perlu diatasi agar pembelajaran biologi dapat lebih efektif dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21, khususnya dalam peningkatan literasi biodiversitas. Namun, penting untuk mendalami terlebih dahulu keterampilan metakognitif, karena keterampilan ini merupakan fondasi proses berpikir dalam pembelajaran.

Keterampilan metakognitif dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk merencanakan, memantau kemajuan proyek, dan mengevaluasi keakuratan data biologi yang dikumpulkan (Payoungkiattikun *et al.*, 2022; Rengkuan *et al.*, 2023). Dalam konteks sains otentik, kemampuan ini berfungsi untuk memastikan siswa merencanakan, memantau kemajuan proyek, dan mengevaluasi keakuratan data biologi yang siswa kumpulkan. Urgensi peningkatan metakognitif sangat tinggi karena merupakan prasyarat fundamental untuk perbaikan capaian pembelajaran lainnya. Hal ini menegaskan bahwa keterampilan metakognitif siswa perlu ditingkatkan melalui pembelajaran yang melatih perencanaan, pemantauan, dan evaluasi diri secara sistematis. Kebutuhan intervensi ini diperkuat oleh kondisi aktual di sekolah yang menjadi lokasi penelitian.

Tantangan utama pada keterampilan metakognitif ini diperkuat oleh temuan empiris awal di tingkat lokal, menjadikannya masalah signifikan yang harus diatasi. Analisis awal mengenai keterampilan metakognitif siswa telah dilakukan pada tanggal 2 sampai dengan 3 September 2025 pada 43 siswa kelas XI-3 dan XI-4 SMA Negeri 8 Tasikmalaya tahun ajaran 2025/2026. Hasilnya menunjukkan bahwa skor rata-rata keterampilan metakognitif yang diperoleh siswa adalah 25 dari total skor maksimal 52 yang menggambarkan bahwa keterampilan metakognitif siswa secara umum masih berada pada tingkat rendah. Hasil wawancara memperkuat temuan ini, yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum menerapkan strategi belajar yang efektif. Selain permasalahan mendasar pada metakognitif, fokus penelitian ini juga sangat ditekankan pada literasi biodiversitas.

Literasi biodiversitas adalah hasil akhir yang diharapkan untuk menjawab krisis lingkungan dan keanekaragaman hayati. Urgensi literasi biodiversitas didasarkan atas ancaman krisis keanekaragaman hayati yang masif, menuntut intervensi yang sangat kuat. Indonesia, sebagai negara *megabiodiversity*, memiliki tanggung jawab besar yang menuntut populasi melek (*literate*) terhadap kekayaan ekologisnya sendiri (Fajri *et al.*, 2024). Krisis lingkungan global telah mengubah peningkatan literasi biodiversitas dari target akademik menjadi kebutuhan untuk keberlangsungan ekologi, menuntut justifikasi yang tegas mengenai variabel kunci yang akan menjadi fokus utama intervensi. Tantangan global dan nasional mengenai literasi ini semakin diperjelas melalui data studi terdahulu.

Rendahnya tingkat literasi biodiversitas siswa ini telah teridentifikasi secara global maupun nasional. Studi menunjukkan bahwa tingkat literasi biodiversitas siswa, termasuk di Indonesia, masih berada pada kategori sedang hingga rendah (Aslan Efe & Efe, 2022; Fajri *et al.*, 2024). Data PISA 2022 Results Factsheets Indonesia PUBE, 2023 memperkuat temuan ini dengan menunjukkan bahwa literasi sains siswa Indonesia masih di bawah rata-rata global. Selain itu, menurut (Oliveira *et al.*, 2025), pembelajaran yang kurang kontekstual membuat siswa kesulitan mengaitkan konsep biologi dengan isu lokal yang relevan. Literasi biodiversitas yang rendah pada siswa secara langsung menghasilkan warga negara yang apatis dan tidak memiliki kompetensi untuk terlibat dalam konservasi atau mengambil

keputusan lingkungan yang bertanggung jawab (Barrutia *et al.*, 2023; Fajri *et al.*, 2024). Kondisi ini terkonfirmasi dan menjadi perhatian utama pada hasil studi pendahuluan lokal.

Secara spesifik di sekolah yang sama, temuan data lokal yang mengkhawatirkan juga menunjukkan rendahnya literasi biodiversitas siswa. Literasi biodiversitas pada 43 siswa menunjukkan skor rata-rata 14 dari skor maksimal 33. Skor rata-rata ini menunjukkan bahwa literasi biodiversitas siswa secara umum masih berada pada tingkat rendah. Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan observasi, identifikasi, dan pemahaman keanekaragaman hayati, sekaligus melatih keterampilan metakognitif siswa secara efektif. Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan observasi, identifikasi, dan pemahaman keanekaragaman hayati. Kebutuhan peningkatan kedua variabel terikat ini, baik metakognitif maupun literasi biodiversitas, menuntut solusi pembelajaran yang mampu menyinergikan keduanya secara optimal.

Keterampilan metakognitif dan literasi biodiversitas merupakan pasangan variabel yang saling menguatkan dalam sains otentik. Keterampilan metakognitif berfungsi sebagai pendukung, sementara literasi biodiversitas adalah hasil akhir yang diharapkan untuk menjawab krisis lingkungan. Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan sinergi antara mesin pendorong metakognitif dan tujuan akhir literasi biodiversitas, diperlukan model pembelajaran yang efektif, terstruktur, dan kontekstual. Kebutuhan mendesak untuk meningkatkan kedua variabel ini menuntut penggunaan model pembelajaran yang mampu mengintegrasikannya secara simultan.

Salah satu pendekatan yang relevan dan inovatif untuk menjawab tantangan tersebut adalah melalui penerapan Model *Project Based Learning* (PjBL). Model *Project Based Learning* (PjBL) telah terbukti efektif dalam meningkatkan literasi sains dan mendorong siswa untuk merefleksikan pengalaman belajarnya (Adriyawati *et al.*, 2020; Ardithayasa *et al.*, 2022; Hudha *et al.*, 2023; Murti *et al.*, 2024; Putri *et al.*, 2025). Model ini memungkinkan siswa belajar secara otentik dan kontekstual melalui pengerjaan proyek yang relevan dengan kehidupan nyata,

sehingga tidak hanya menguasai konsep tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan metakognitif (Alandita & Lestari, 2024; Hitchcock *et al.*, 2021; Payoungkiattikun *et al.*, 2022).

Meskipun Model *Project Based Learning* (PjBL) menjadi pendekatan yang tepat, pada praktiknya ia berisiko mengalami kelemahan dalam kontrol alur proyek dan relevansi *real-time* (Hussein, 2021). Kelemahan ini menuntut intervensi teknologi, sehingga intervensi teknologi dapat mengakomodasi peningkatan keterampilan metakognitif sekaligus literasi biodiversitas secara optimal. Upaya untuk meminimalkan kelemahan Model *Project Based Learning* (PjBL), terutama terkait otentisitas data dan relevansi *real-time*, menuntut integrasi teknologi *citizen science* seperti aplikasi *iNaturalist*.

Aplikasi *iNaturalist* secara eksplisit mengatasi kelemahan Model *Project Based Learning* (PjBL) konvensional dan menyediakan tiga solusi krusial: (1) Otentisitas data dengan menghubungkan proyek observasi lokal siswa langsung ke basis data *citizen science* global; (2) Validasi Ilmiah oleh komunitas global, mengatasi risiko validitas data yang rendah; dan (3) Kerangka kerja terstruktur untuk observasi dan dokumentasi yang melatih kompetensi esensial Literasi Biodiversitas (Aristeidou *et al.*, 2021; Hitchcock *et al.*, 2021; Stevenson *et al.*, 2021). Sinergi kedua komponen ini menghasilkan pengalaman belajar yang terintegrasi, di mana siswa secara aktif mengembangkan keterampilan metakognitif saat merencanakan, mengumpulkan data, dan mengevaluasi proyek observasi biodiversitas di lingkungan sekitar. Menurut Niemiller *et al.* (2021), pendekatan ini mengubah pembelajaran biodiversitas dari yang bersifat pasif menjadi aktif, sekaligus menumbuhkan koneksi emosional dan pemahaman mendalam terhadap keanekaragaman hayati.

Maka, kombinasi Model *Project Based Learning* (PjBL) dan *iNaturalist* menawarkan solusi inovatif yang relevan dengan tantangan pembelajaran abad ke-21. Meskipun demikian, Model *Project Based Learning* (PjBL) dan *iNaturalist* telah diteliti secara terpisah, tetapi belum ada kajian yang secara komprehensif menggabungkan keduanya untuk mengukur efektivitasnya dalam meningkatkan keterampilan metakognitif dan literasi biodiversitas secara simultan. Kesenjangan

penelitian ini menjadi landasan penting bagi penelitian ini untuk memberikan bukti empiris mengenai sinergi antara Model *Project Based Learning* (PjBL) dan aplikasi *iNaturalist*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dan praktis dalam merancang pembelajaran biologi yang lebih inovatif, kontekstual, dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21. Tujuan akhirnya adalah menciptakan pembelajar yang tidak hanya memahami konsep biologi, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari, meningkatkan kesadaran lingkungan, dan menjadi warga negara yang bertanggung jawab.

Berdasarkan paparan pada latar belakang penelitian, yang mengindikasikan adanya kesenjangan signifikan antara tuntutan pembelajaran abad ke-21 yaitu pengembangan keterampilan esensial dengan kondisi aktual di lapangan yaitu rendahnya keterampilan metakognitif dan literasi biodiversitas siswa maka ditemukan sejumlah masalah yang penting untuk diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk menjembatani kesenjangan tersebut melalui intervensi model pembelajaran inovatif. Sehubungan dengan hal tersebut, Identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengapa keterampilan metakognitif siswa masih berada pada kategori rendah?
- 2) Mengapa literasi biodiversitas siswa masih berada pada kategori rendah?
- 3) Bagaimana dominasi metode pembelajaran konvensional menghambat peningkatan kedua keterampilan esensial tersebut?
- 4) Seberapa efektif Model *Project Based Learning* (PjBL) dapat menjadi solusi untuk meningkatkan keterampilan metakognitif dan literasi biodiversitas?
- 5) Apakah terdapat pengaruh signifikan dari Model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi *iNaturalist* terhadap peningkatan Keterampilan Metakognitif dan Literasi Biodiversitas siswa?

Agar ruang lingkup kajian menjadi terfokus. Oleh karena itu, batasan masalah penelitian ini ditetapkan berdasarkan komponen-komponen utama berikut:

- 1) Penelitian ini secara spesifik berfokus pada populasi kelas X SMA Negeri 8 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2025/2026, sebagai lokasi dan subjek eksperimen.

- 2) Materi pembelajaran biologi yang digunakan dibatasi pada topik keanekaragaman hayati dan klasifikasi secara kontekstual mendukung penggunaan aplikasi *iNaturalist*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi, dan batasan masalah yang telah dipaparkan, rumusan masalah dalam penelitian ini dipecah menjadi pertanyaan-pertanyaan spesifik sebagai berikut:

- 1) Adakah pengaruh yang signifikan dari penerapan Model *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *iNaturalist* terhadap keterampilan metakognitif siswa pada pembelajaran biologi?
- 2) Adakah pengaruh yang signifikan dari penerapan Model *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *iNaturalist* terhadap literasi biodiversitas siswa pada pembelajaran biologi?

1.3 Definisi Operasional

Dalam hal ini, penulis akan menjelaskan istilah yang terdapat pada judul penelitian. Tujuan dari penulisan ini adalah menghindari kesalahpahaman dalam memahami penelitian ini. Adapun istilah tersebut adalah sebagai berikut.

1.3.1 Keterampilan Metakognitif

Keterampilan metakognitif didefinisikan sebagai kemampuan regulasi diri siswa untuk secara sadar merencanakan, memantau, dan mengevaluasi proses kognitif siswa sendiri selama terlibat dalam proyek sains otentik. Dalam penelitian ini, keterampilan metakognitif diukur menggunakan instrumen *Metacognitive Awareness Inventory* (MAI) dari Schraw & Dennison (1994), berupa kuesioner/angket yang terdiri dari 52 butir pernyataan. Kuesioner/angket ini mengukur dua komponen utama, yaitu Pengetahuan tentang Kognisi (pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kondisional) dan Regulasi Kognisi (Perencanaan, Pemantauan, dan Evaluasi). Pengukuran data dilakukan dengan menggunakan instrumen kuesioner yang terdiri dari pernyataan-pernyataan terkait indikator penelitian. Setiap butir pernyataan menggunakan pilihan jawaban dikotomi, yakni pilihan 'Benar' dan 'Salah'. Skor 1 diberikan apabila siswa memilih opsi 'Benar', yang menunjukkan bahwa pernyataan pada instrumen tersebut sesuai dengan

kondisi atau respons siswa. Sebaliknya, skor 0 diberikan apabila siswa memilih opsi 'Salah', yang menunjukkan bahwa pernyataan tersebut tidak sesuai dengan kondisi atau respons siswa. Skor total yang diperoleh kemudian diolah sebagai data interval untuk keperluan analisis statistik parametrik.

1.3.2 Literasi Biodiversitas

Literasi biodiversitas dalam penelitian ini didefinisikan sebagai kompetensi integratif yang mencakup pemahaman, kesadaran, dan keterampilan siswa dalam mengenali serta merespons keanekaragaman hayati di lingkungan sekitarnya. Berbeda dengan hasil belajar kognitif yang berfokus pada penguasaan materi kurikulum secara teoretis, literasi biodiversitas menekankan pada aplikasi pengetahuan dalam konteks nyata. Secara operasional, ruang lingkup literasi biodiversitas dalam penelitian ini dibatasi pada dua dimensi utama, yaitu dimensi kognitif yang difokuskan pada pemahaman mendalam mengenai konsep keanekaragaman hayati dan interaksi ekologis, serta dimensi keterampilan pelestarian. Meskipun dimensi kognitif dalam literasi ini melibatkan proses pemahaman, instrumen yang diadaptasi dari Katili *et al.* (2021) dirancang secara spesifik untuk mengukur literasi untuk mengetahui sejauh mana pemahaman kognitif tersebut berorientasi pada cara pandang dan kesiapan bertindak siswa terhadap biodiversitas lokal. Oleh karena itu, literasi biodiversitas dalam penelitian ini tidak bertujuan mengukur ketuntasan akademik terhadap materi pelajaran semata, melainkan mengukur sejauh mana pengetahuan tersebut menjadi landasan bagi siswa dalam mengidentifikasi, mengapresiasi, dan melakukan tindakan pelestarian yang kontekstual.

Instrumen ini didasarkan pada enam kemampuan utama yang dievaluasi menggunakan tes pilihan ganda. Kemampuan tersebut meliputi: (1) Mendefinisikan biodiversitas dan pemanfaatannya, (2) Mendefinisikan biodiversitas pada tingkat gen, spesies, dan ekosistem, (3) Menguraikan hilangnya keanekaragaman hayati dan faktor penyebabnya, (4) Memahami prinsip-prinsip pelestarian, (5) Membedakan upaya konservasi, dan (6) Mengomunikasikan serta membuat solusi terkait masalah biodiversitas. Instrumen ini berupa soal pilihan ganda yang terdiri

dari 36 soal. Setiap jawaban yang benar akan diberi skor 1, dan yang salah skor 0. Skor total dirinci sebagai interval data untuk keperluan analisis statistik parametrik.

1.3.3 Model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi *iNaturalist*

Secara operasional, Model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan aplikasi *iNaturalist* adalah pendekatan yang menugaskan siswa menyelesaikan proyek otentik yang berfokus pada keanekaragaman hayati. Dalam perlakuan ini, siswa secara khusus menggunakan aplikasi *iNaturalist* sebagai alat bantu utama untuk mengumpulkan data, mengidentifikasi organisme, dan mendokumentasikan observasi di lingkungan sekitar. Implementasi model ini menggunakan sintaks dari The George Lucas Educational Foundation (2005), dengan integrasi spesifik aplikasi *iNaturalist* pada setiap tahapannya adalah sebagai berikut.

- 1) *Start with the Essential Question* (Penentuan Pertanyaan Mendasar): Kegiatan siswa meliputi menganalisis masalah biodiversitas yang diberikan guru, menelusuri fitur pencarian *iNaturalist* untuk riset pendahuluan tentang potensi organisme, dan merumuskan pertanyaan mendasar (*Driving Question*) yang spesifik dan dapat dijawab melalui data *real-time* dari *iNaturalist*. Pertanyaan mendasar pada pembelajaran ini yaitu “Bagaimana cara mengkampanyekan pentingnya konservasi keanekaragaman hayati?”
- 2) *Design a Plan for the Project* (Merancang Perencanaan Proyek): Siswa merencanakan lokasi, target observasi, dan membagi tugas pengumpulan data, dengan menetapkan standar fotografi yang sesuai dengan kebutuhan identifikasi sistem *iNaturalist* untuk memaksimalkan akurasi identifikasi.
- 3) *Create a Schedule* (Menyusun Jadwal): Siswa menyusun jadwal kerja kolaboratif dan menentukan tenggat waktu observasi lapangan, dengan mempertimbangkan waktu yang dibutuhkan identifikasi dengan *iNaturalist*.
- 4) *Monitor the Students and the Progress of the Project* (Melaksanakan Proyek dan Monitoring): Siswa melakukan observasi lapangan, menggunakan *iNaturalist* untuk mengambil foto, sistem GPS otomatis, dan mencatat saran identifikasi teratas dari aplikasi ke dalam lembar kerja siswa. Guru memonitor kemajuan proyek dan memberikan bimbingan (sebagai mentor) terhadap kualitas observasi/data.

- 5) *Assess the Outcome* (Menilai Hasil Proyek): Siswa mengambil saran identifikasi dari *iNaturalist*, melakukan verifikasi mandiri dengan membandingkan ciri-ciri dengan literatur, dan menentukan identifikasi final. Penilaian dilakukan terhadap data dan temuan yang dipresentasikan, dengan menyertakan bukti foto dari *iNaturalist*.
- 6) *Evaluate the Experience* (Evaluasi Pengalaman Belajar): Siswa melakukan refleksi terhadap proses kerja siswa (Keterampilan Metakognitif), mengevaluasi akurasi saran identifikasi *iNaturalist*, dan kesulitan pencocokan ciri-ciri (Literasi Biodiversitas), kemudian menyimpulkan pelajaran yang didapat.

1.4 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah yang telah ditetapkan, tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk menguji efektivitas Model *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *iNaturalist*. Tujuan spesifik penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengetahui pengaruh yang signifikan dari penerapan Model *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *iNaturalist* terhadap keterampilan metakognitif siswa pada pembelajaran biologi.
- 2) Mengetahui pengaruh yang signifikan dari penerapan Model *Project Based Learning* (PjBL) Berbantuan *iNaturalist* terhadap literasi biodiversitas siswa pada pembelajaran biologi.

1.5 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan dapat digunakan untuk kepentingan baik secara teoritis maupun secara praktis. Adapun kegunaan teoritis yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.5.1 Kegunaan Teoretis

- 1) Memberikan wawasan mengenai keilmuan mengenai pengaruh Model *Project Based Learning* (PjBL) yang diintegrasikan dengan aplikasi *iNaturalist* dalam meningkatkan keterampilan metakognitif dan literasi biodiversitas siswa.

- 2) Memberikan informasi tentang implementasi pembelajaran biologi yang inovatif dengan memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap keanekaragaman hayati.
- 3) Memberikan kontribusi sebagai referensi suplemen bahan ajar dan acuan pengembangan kurikulum, khususnya pada materi keanekaragaman hayati di jenjang SMA.

1.5.2 Kegunaan Praktis

- 1) Bagi peneliti, memberikan pengetahuan dan pengalaman langsung dalam menerapkan dan mengevaluasi Model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *iNaturalist* serta mengukur dampaknya terhadap keterampilan metakognitif dan literasi biodiversitas.
- 2) Bagi guru, memberikan panduan praktis untuk merancang dan melaksanakan pembelajaran biologi yang lebih menarik dan relevan, terutama dalam mengajarkan materi keanekaragaman hayati dengan memanfaatkan teknologi.
- 3) Bagi siswa, memberikan peningkatan keterampilan metakognitif siswa dalam merencanakan, memantau, dan mengevaluasi proses belajar, serta memperluas literasi siswa tentang biodiversitas melalui pengalaman langsung di lingkungan sekitar.
- 4) Bagi institusi pendidikan, memberikan pengembangan metode pembelajaran yang inovatif dan terintegrasi dengan teknologi, yang sejalan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21.