

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Pendidikan abad ke-21 menuntut siswa memiliki kemampuan literasi sains yang mumpuni sebagai bekal utama dalam menghadapi dinamika perkembangan isu-isu sosial yang semakin kompleks dan multidimensi di masyarakat (Pratiwi et al., 2020; Simarmata et al., 2021; Zubaidah, 2020). Tuntutan ini muncul karena pembelajaran biologi di era modern tidak lagi sekadar berfokus pada penguasaan konsep hafalan semata, melainkan harus mampu menghubungkan pengetahuan ilmiah dengan permasalahan nyata yang dihadapi manusia sehari-hari (Jufrida et al., 2020; Rahayu, 2021). Siswa diharapkan dapat menggunakan pemahaman sainsnya untuk beradaptasi, merespons tantangan lingkungan, serta memahami dampak teknologi yang memengaruhi kehidupan sosial secara langsung (Lathifah et al., 2021; Rusilowati et al., 2021; Usmeldi & Amini, 2022). Oleh karena itu, penguasaan literasi sains menjadi prasyarat mutlak dalam kurikulum saat ini agar generasi penerus mampu bertahan dan berkontribusi positif di tengah arus globalisasi yang sarat dengan perubahan cepat (Handayani et al., 2021; Suryawati & Osman, 2020).

Perkembangan isu-isu sosial yang semakin pesat mengharuskan siswa mampu menyaring informasi secara kritis dan objektif agar tidak terjebak pada berita yang tidak valid atau miskonsepsi sains (Astini, 2020; Septikasari & Frasandy, 2020). Dalam menghadapi arus informasi tersebut, siswa dituntut untuk memiliki keterampilan menganalisis data dan fakta dari berbagai sumber yang kredibel sebelum membangun argumen atau menarik sebuah kesimpulan (Afandi et al., 2020; Anggraini & Huzaimah, 2021; Hidayah et al., 2021). Kemampuan analisis yang kuat ini menjadi fondasi fundamental bagi siswa untuk dapat mengambil keputusan yang tepat, rasional, dan bertanggung jawab terhadap permasalahan sosio-sains (Socio-Scientific Issues) yang terjadi di lingkungan sekitarnya (Mahanal et al., 2020; Sadler et al., 2020). Tanpa kemampuan menyaring informasi dan menganalisis data yang baik, siswa akan kesulitan memposisikan diri dalam menyelesaikan masalah nyata yang membutuhkan pertimbangan bukti

ilmiah yang akurat (Kristyowati & Purwanto, 2020; Rizkita et al., 2021; Syahputra, 2021).

Dalam konteks tantangan tersebut, literasi sains menjadi kunci kompetensi penting yang harus dikembangkan secara serius dan berkelanjutan dalam setiap proses pembelajaran sains di kelas (Narut & Supardi, 2020; Winata et al., 2021). Literasi sains berperan strategis sebagai jembatan yang menghubungkan pengetahuan teoretis di sekolah dengan aplikasi praktis, sehingga siswa mampu menggunakan pengetahuan ilmiahnya untuk memecahkan masalah kehidupan nyata (Fuadi et al., 2021; Sutrisna, 2021). Pembelajaran yang berorientasi pada penguatan literasi sains akan mendorong siswa untuk lebih aktif menyelidiki fenomena alam, bukan sekadar menjadi penerima informasi yang pasif dari guru (Lestari et al., 2020; Wardani et al., 2021; Wulandari et al., 2020). Dengan menempatkan literasi sains sebagai kompetensi inti, pendidikan dapat mencetak generasi yang tidak hanya cerdas secara kognitif, tetapi juga peduli dan solutif terhadap isu-isu kemasyarakatan yang berbasis sains (Adnan et al., 2021; Utami et al., 2021).

Secara spesifik menurut kerangka penilaian Programme for International Student Assessment (PISA), indikator literasi sains berfokus pada tiga kompetensi utama yang menjadi tolak ukur kualitas pemahaman sains siswa secara global (Fakhriyah et al., 2020; OECD, 2023). Kompetensi pertama adalah kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, di mana siswa mampu mengenali, menawarkan, dan mengevaluasi penjelasan untuk berbagai fenomena alam dan teknologi (Huryah et al., 2021; Yuliati & Parno, 2020). Kompetensi kedua meliputi mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, yang menuntut siswa memahami prosedur penelitian serta cara memperoleh data yang valid dan reliabel (Fitriani et al., 2021; Shofiyah et al., 2021; Wardani et al., 2020). Sedangkan kompetensi ketiga adalah menginterpretasikan data serta bukti secara ilmiah, yang mengharuskan siswa menganalisis representasi data untuk menarik simpulan yang logis dan berbasis bukti (Noviani et al., 2021; Prahani et al., 2021).

Literasi sains merupakan kemampuan fundamental yang memungkinkan individu tidak hanya sekadar memahami konsep-konsep sains secara mendalam, tetapi juga mengaplikasikan pengetahuan ilmiah tersebut untuk menganalisis bukti

dan menyelesaikan permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari (Pratiwi et al., 2020; Rusilowati et al., 2021; Winata et al., 2021). Kemampuan ini menuntut siswa untuk dapat menggunakan pengetahuan ilmiahnya dalam mengidentifikasi pertanyaan, memperoleh pengetahuan baru, serta menarik kesimpulan berdasarkan fakta yang valid terkait fenomena alam yang terjadi (Ahmad Janukhi Bisyri et al., 2026; Narut & Supardi, 2020). Dalam konteks pembelajaran, literasi sains berperan sebagai jembatan kognitif yang menghubungkan pemahaman teoretis di ruang kelas dengan situasi praktis di lapangan, sehingga sains tidak lagi dipandang sebagai hafalan melainkan sebagai alat bantu kehidupan (Fuadi et al., 2021; Paz & Vasconcelos, 2025; Roy et al., 2025). Oleh karena itu, penguasaan literasi sains yang baik menjadi prasyarat mutlak bagi siswa untuk dapat berfungsi secara efektif dalam masyarakat modern yang sangat bergantung pada kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (Adnan et al., 2021; Sutrisna, 2021).

Urgensi literasi sains dalam pembelajaran juga terletak pada perannya sebagai landasan kognitif yang memampukan siswa untuk menggunakan bukti-bukti ilmiah dalam mengambil keputusan yang tepat terhadap isu-isu sosio-sains (Socio-Scientific Issues) yang kompleks dan kontroversial (Khairrunisa et al., 2025; Rahayu, 2021; Sadler et al., 2020). Dalam konteks permasalahan nyata yang sering kali memuat perdebatan berbagai sudut pandang, literasi sains membekali siswa dengan kapasitas untuk mengevaluasi kredibilitas data, memilah fakta dari opini, serta menyusun argumentasi yang logis untuk mendukung solusi yang ditawarkan (Bisyri et al., 2026; Paz & Vasconcelos, 2025; Wright et al., 2022). Kemampuan ini sangat vital agar siswa tidak hanya menjadi konsumen informasi yang pasif, melainkan mampu bertindak sebagai pemecah masalah (problem solver) yang merumuskan tindakan mitigasi berdasarkan analisis risiko dan dampak ilmiah yang valid (Febrianty et al., 2025; Rusilowati et al., 2021). Dengan demikian, literasi sains mentransformasi pemahaman konseptual menjadi kompetensi praktis yang memberdayakan siswa untuk berpartisipasi secara rasional dalam menyelesaikan tantangan lingkungan dan sosial di sekitarnya (Adnan et al., 2021; Ulil Albab et al., 2025).

Implikasi jangka panjang dari kepemilikan literasi sains yang mumpuni adalah terbentuknya karakter siswa sebagai warga negara yang mampu berpikir

logis serta memiliki tanggung jawab sosial yang tinggi dalam kehidupan bermasyarakat (Febrianty et al., 2025; Mor, 2025). Penguasaan literasi sains membiasakan siswa untuk selalu melandaskan setiap tindakan dan keputusan mereka pada data empiris yang valid, sehingga mereka terhindar dari asumsi yang bias ataupun informasi yang menyesatkan (Handayani et al., 2021; Rimadia et al., 2025). Karakteristik berpikir ilmiah ini sangat esensial untuk mentransformasi peran siswa dari sekadar penerima informasi menjadi agen perubahan partisipatif yang siap berkontribusi dalam menyelesaikan tantangan global yang kompleks (Adnan et al., 2021; Ulil Albab et al., 2025). Oleh karena itu, pengembangan literasi sains melalui pembelajaran yang relevan harus ditempatkan sebagai prioritas utama demi mencetak generasi yang cerdas secara intelektual sekaligus bijaksana dalam bertindak (Astini, 2020; Septikasari & Frasandy, 2020).

Selain fokus pada pengembangan literasi sains, indikator keberhasilan pembelajaran yang tidak kalah fundamental untuk ditingkatkan adalah hasil belajar kognitif siswa sebagai bukti penguasaan materi ajar secara komprehensif (Anderson et al., 2021; Gunawan et al., 2020). Hasil belajar kognitif merepresentasikan kemampuan intelektual siswa dalam ranah pengetahuan yang terstruktur, meliputi kemampuan mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, hingga level tertinggi yaitu mencipta sesuai taksonomi Bloom revisi (Putri et al., 2022; Ramadhani et al., 2020; Wilis et al., 2024). Penguasaan pada setiap jenjang kognitif ini sangat krusial karena menjadi landasan bagi siswa untuk dapat berpikir secara sistematis dan logis dalam membedah struktur keilmuan biologi yang kompleks (Fitriani et al., 2021; Nugraha et al., 2020; Septiani & Rustaman, 2022).

Manifestasi dari penguasaan tingkatan kognitif tersebut terlihat ketika siswa mampu mentransfer dan mengolah pengetahuan yang dimilikinya untuk memecahkan masalah dalam situasi atau konteks baru yang relevan (Lestari et al., 2021; Polhun et al., 2021; Saputri et al., 2020). Kemampuan transfer pengetahuan ini menjadi bukti bahwa proses belajar telah berlangsung secara mendalam (deep learning), di mana siswa tidak sekadar menjadi penerima informasi pasif, tetapi aktif menghubungkan teori dengan fakta empiris di lapangan (Maulidta et al., 2025; Sulistiawan, 2022). Oleh karena itu, peningkatan hasil belajar kognitif, khususnya pada level berpikir tingkat tinggi, menjadi parameter vital untuk mengevaluasi

efektivitas penerapan suatu model pembelajaran dalam memfasilitasi pemahaman siswa yang bermakna dan berkelanjutan (Ariyati et al., 2024; Murtiani et al., 2020; Yuliati & Parno, 2021).

Pembelajaran sains di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) memegang peranan vital dalam membekali siswa dengan keterampilan berpikir ilmiah dan kecakapan abad ke-21. Namun, realitas empiris dalam berbagai kajian literatur menunjukkan bahwa praktik pembelajaran yang berlangsung saat ini masih belum sepenuhnya mengoptimalkan pengembangan literasi sains, yang terindikasi dari rendahnya kapasitas siswa dalam memahami konsep secara kontekstual (Ariyati et al., 2024; Pratiwi et al., 2020). Pembelajaran yang berjalan sering kali gagal memfasilitasi siswa untuk menggunakan proses ilmiah yang benar serta menerapkan pengetahuan sains dalam pengambilan keputusan berbasis bukti, sehingga esensi sains sebagai alat pemecahan masalah menjadi terabaikan (Rusilowati et al., 2021; Winata et al., 2021). Fenomena ini menandakan adanya disparitas yang cukup lebar antara harapan kurikulum nasional dengan implementasi pembelajaran sains di ruang kelas yang masih bersifat tekstual (Febrianty et al., 2025; Rimadia et al., 2025).

Kondisi umum tersebut terkonfirmasi melalui observasi pendahuluan yang dilaksanakan pada tanggal 04 Januari 2026 di SMA Bima Ambulu, di mana proses pembelajaran biologi terlihat masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang berpusat pada guru (teacher-centered) (Islam et al., 2024; Nisa et al., 2024). Dalam praktik di kelas, guru cenderung menjadi satu-satunya sumber informasi tanpa memberikan arahan terstruktur bagi siswa untuk membaca atau menulis terlebih dahulu materi yang akan dibahas, sehingga ruang bagi siswa untuk bereksplorasi menjadi sangat terbatas (Muhammad et al., 2025; Putri et al., 2022). Akibat dominasi metode ceramah ini, siswa cenderung memposisikan diri sebagai pendengar pasif yang hanya menerima informasi tanpa terlibat aktif dalam diskusi produktif maupun penyelidikan ilmiah yang menuntut daya kritis (Astini, 2020; Septikasari & Frasandy, 2020). Minimnya keterlibatan aktif ini menyebabkan siswa kehilangan kesempatan untuk membangun pemahaman mereka sendiri melalui pengalaman belajar yang bermakna dan otentik (Handayani et al., 2021; Woro Sari & Aditia Rigianti, 2023).

Dominasi metode pembelajaran yang pasif tersebut berimplikasi langsung pada rendahnya capaian kemampuan literasi sains siswa, khususnya dalam aspek mengaitkan konsep-konsep biologi dengan isu-isu sosial dan ilmiah (*Socio-Scientific Issues*) yang berkembang di masyarakat (Khairrunisa et al., 2025; Rahayu, 2021). Ketidakmampuan siswa menghubungkan teori dengan realitas kehidupan nyata mengakibatkan mereka kesulitan dalam menganalisis fenomena lingkungan atau kesehatan menggunakan perspektif sains yang utuh (Sadler et al., 2020; Ulil Albab et al., 2025). Jika kondisi pembelajaran ini tidak segera dibenahi dengan inovasi model yang lebih partisipatif, dikhawatirkan lulusan tidak memiliki kompetensi yang memadai untuk menghadapi tantangan zaman yang menuntut kemampuan analisis kompleks dan pengambilan keputusan yang rasional (Mor, 2025; Zaidah & Hidayatulloh, 2023).

Berbagai studi literatur dan temuan riset pendidikan menyoroti bahwa proses pembelajaran sains di sekolah saat ini masih didominasi oleh pendekatan yang berpusat pada guru (*teacher-centered*), di mana peran pendidik lebih menonjol sebagai satu-satunya sumber informasi dibandingkan sebagai fasilitator (Islam et al., 2024; Nisa et al., 2024). Dominasi metode satu arah ini menyebabkan siswa cenderung pasif dalam menerima materi, sehingga ruang partisipasi untuk terlibat dalam diskusi produktif maupun kegiatan eksploratif menjadi sangat minim (Astini, 2020; Septikasari & Frasandy, 2020). Keterbatasan interaksi ini menghambat siswa untuk mengembangkan keterampilan belajar mandiri (*self-regulated learning*) dan kemampuan berpikir kritis yang seharusnya menjadi kompetensi vital dalam kurikulum saat ini (Febrianty et al., 2025; Muhammad et al., 2025). Akibatnya, proses pembelajaran berjalan monoton dan belum mampu menstimulasi rasa ingin tahu siswa untuk menggali pengetahuan lebih dalam (Handayani et al., 2021; Woro Sari & Aditia Rigianti, 2023).

Praktik pembelajaran yang berlangsung juga sering kali menempatkan siswa hanya pada posisi sebagai pendengar setia, bukan sebagai pemikir aktif yang mampu membedah fenomena, serta belum secara optimal mengintegrasikan isu-isu sosial ilmiah (*Socio-Scientific Issues*) yang relevan dengan realitas kehidupan nyata (Khairrunisa et al., 2025; Rahayu, 2021). Tidak adanya isu sosial ilmiah dalam pembelajaran menjadikan siswa kurang mampu mengaitkan konsep sains dengan

permasalahan lingkungan dan kesehatan di sekitarnya, sehingga proses belajar cenderung kaku dan tidak kontekstual (Sadler et al., 2020; Ulil Albab et al., 2025). Kondisi tersebut berdampak signifikan pada kemampuan literasi sains dan hasil belajar kognitif siswa yang belum berkembang secara maksimal sesuai dengan standar tuntutan pembelajaran abad ke-21 (Mor, 2025; Rimadia et al., 2025). Oleh karena itu, kesenjangan kualitas ini menuntut adanya perbaikan strategi pembelajaran yang lebih progresif untuk memberdayakan potensi intelektual siswa secara utuh (Putri et al., 2022; Zaidah & Hidayatulloh, 2023).

Sebagai respons strategis terhadap dominasi pembelajaran satu arah, model *Problem Based Learning* (PBL) hadir sebagai alternatif inovatif yang berorientasi fundamental pada pelibatan siswa melalui pemanfaatan masalah dunia nyata sebagai konteks utama belajar (Woro Sari & Aditia Rigianti, 2023; Zaidah & Hidayatulloh, 2023). Paradigma model ini mendekonstruksi pola pengajaran tradisional dengan menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran (student-centered), di mana proses edukasi tidak lagi digerakkan oleh instruksi guru semata, melainkan oleh kebutuhan siswa untuk menyelesaikan tantangan yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Ariyati et al., 2024; Zaidah & Hidayatulloh, 2023). Melalui pendekatan ini, lingkungan belajar dirancang menjadi ruang dinamis yang menstimulasi rasa ingin tahu, sehingga masalah autentik berfungsi sebagai katalisator yang memicu motivasi intrinsik siswa untuk belajar secara mendalam (Febrianty et al., 2025; Woro Sari & Aditia Rigianti, 2023).

Implementasi PBL memfasilitasi siswa untuk membangun koneksi kognitif yang kokoh antara konsep teoretis yang abstrak dengan fakta empiris yang ditemukan di lapangan, menjadikan proses pembelajaran jauh lebih bermakna dan aplikatif (Putri et al., 2022; Zaidah & Hidayatulloh, 2023). Dalam ekosistem belajar ini, siswa didorong untuk meninggalkan peran sebagai penerima informasi pasif dan bertransformasi menjadi subjek aktif yang melakukan eksplorasi, diskusi kolaboratif, serta penelusuran informasi secara mandiri guna memecahkan masalah yang dihadapi (Islam et al., 2024; Woro Sari & Aditia Rigianti, 2023). Keterlibatan aktif dalam mengonstruksi pengetahuan ini memastikan bahwa pemahaman materi tidak sekadar diperoleh melalui hafalan, melainkan melalui proses penemuan (discovery) yang memperkuat retensi memori dan pemahaman konseptual siswa

(Febrianty et al., 2025; Zaidah & Hidayatulloh, 2023).

Karakteristik inheren PBL yang menempatkan masalah autentik sebagai titik tolak pembelajaran secara spesifik didesain untuk melatih keterampilan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah (problem solving) siswa melalui serangkaian analisis logis dan evaluasi solusi (Paillin et al., 2024; Zaidah & Hidayatulloh, 2023). Efektivitas model ini dalam memberdayakan kompetensi akademik telah didukung oleh berbagai hasil penelitian terdahulu. Melalui studi komparatif oleh Suhirman dan Khotimah (2020), yang melaporkan bahwa penerapan PBL memberikan dampak yang jauh lebih signifikan terhadap kemampuan literasi sains dan kemampuan berpikir kritis siswa SMA dibandingkan metode konvensional, yang ditunjukkan oleh hasil uji statistik yang signifikan ($p < 0,05$) (Suhirman & Khotimah, 2020). Temuan ilmiah tersebut memperkuat argumentasi bahwa integrasi PBL dalam kurikulum merupakan langkah praktis yang teruji untuk mengakselerasi kualitas capaian kompetensi siswa sesuai dengan tuntutan standar pendidikan masa kini (Mor, 2025; Suhirman & Khotimah, 2020).

Penguatan efektivitas model Problem Based Learning (PBL) dalam memberdayakan kompetensi siswa menjadi semakin optimal ketika diintegrasikan dengan pendekatan Socio-Scientific Issues (SSI) sebagai konteks permasalahan utama yang memicu inkuiri mendalam (Fatimah & Rahayu, 2025). Socio-Scientific Issues (SSI) sendiri didefinisikan sebagai isu-isu sosial dilematis yang berkaitan erat dengan konsep sains serta memiliki dampak nyata terhadap kehidupan masyarakat, yang sering kali memicu perdebatan karena melibatkan diversitas sudut pandang (Khairrunisa et al., 2025; Rahayu, 2021). Penggunaan isu-isu kontroversial ini bertujuan untuk menarik minat siswa sekaligus menjembatani kesenjangan antara teori sains di kelas dengan realitas kompleks yang terjadi di lingkungan sekitar (Sadler et al., 2020; Wisdayana et al., 2025).

Dalam praktik pembelajaran, integrasi PBL berbasis SSI tidak hanya menuntut siswa untuk memecahkan masalah secara teknis ilmiah, melainkan juga memperluas cakrawala pemahaman mereka dengan mempertimbangkan dimensi sosial, etika, dan nilai-nilai moral yang melekat pada permasalahan tersebut (Ulil Albab et al., 2025; Zaidah & Hidayatulloh, 2023). Sinergi antara sintaks PBL dengan konteks SSI ini secara simultan mendorong siswa untuk melatih

kemampuan literasi sains melalui aktivitas analisis masalah yang tidak hanya mengandalkan logika sains semata, tetapi juga kepekaan terhadap dampak kemanusiaan (Khairrunisa et al., 2025; Wisdayana et al., 2025). Proses ini menciptakan pengalaman belajar yang lebih holistik, di mana siswa diajak untuk melihat sains sebagai entitas yang tidak bebas nilai, melainkan terikat erat dengan tanggung jawab sosial (Febrianty et al., 2025; Rimadia et al., 2025).

Melalui dinamika diskusi dan penyelidikan tersebut, siswa terfasilitasi untuk menyusun argumentasi ilmiah yang valid serta melatih kemampuan pengambilan keputusan yang berbasis bukti (*evidence-based decision making*) (Nita & Nada, 2024; Suhirman & Khotimah, 2020). Pendekatan ini menjadi strategi pembelajaran yang sangat relevan untuk menjawab tuntutan pendidikan abad ke-21 yang menekankan pada penguasaan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kecakapan memecahkan masalah secara rasional dan bertanggung jawab (Febrianty et al., 2025; Paillin et al., 2024). Dengan demikian, integrasi PBL dan SSI tidak hanya mencetak siswa yang cerdas secara kognitif, tetapi juga bijaksana dalam menyikapi perkembangan sains dan teknologi di masyarakat (Mor, 2025; Ulil Albab et al., 2025).

Berdasarkan analisis terhadap kesenjangan antara tuntutan kompetensi global dengan realitas pembelajaran di lapangan, pengembangan inovasi model pembelajaran yang mampu mengakselerasi literasi sains siswa menjadi urgensi yang tidak dapat ditunda lagi demi menjawab tantangan pendidikan abad ke-21 (Febrianty et al., 2025; Nita & Nada, 2024). Pembelajaran sains di era modern tidak lagi cukup hanya berorientasi pada transfer pengetahuan faktual semata, melainkan harus bertransformasi menjadi proses yang memberdayakan siswa untuk menganalisis, mengevaluasi, dan merefleksikan berbagai persoalan kontekstual yang berkaitan erat dengan sains dan dinamika sosial (Paillin et al., 2024; Putri et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran yang dirancang secara spesifik untuk menjembatani kesenjangan tersebut, sehingga siswa memiliki bekal kecakapan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan memecahkan masalah kompleks yang menjadi prasyarat mutlak dalam kehidupan masyarakat modern (Mor, 2025; Rimadia et al., 2025).

Penerapan model Problem Based Learning (PBL) yang diintegrasikan

dengan pendekatan Socio-Scientific Issues (SSI) menawarkan kerangka strategis yang terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui pelibatan aktif dalam penyelesaian masalah nyata yang sarat dimensi ilmiah dan etika (Khairrunisa et al., 2025; Suhirman & Khotimah, 2020). Melalui integrasi ini, penelitian yang dilakukan diharapkan tidak hanya memberikan bukti empiris mengenai peningkatan literasi sains, tetapi juga memberikan kontribusi teoretis dan praktis yang signifikan bagi para pendidik dalam menciptakan iklim pembelajaran yang aktif, kreatif, dan bermakna (Ulil Albab et al., 2025; Wisdayana et al., 2025). Dengan demikian, hasil penelitian ini diproyeksikan dapat menjadi referensi solutif bagi pengembangan kualitas pembelajaran biologi di sekolah, khususnya dalam mendukung pencapaian kompetensi siswa secara optimal dan holistik sesuai standar kurikulum yang berlaku (Febrianty et al., 2025; Zaidah & Hidayatulloh, 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka masalah penelitian yang diidentifikasi sebagai berikut:

1. Apakah terdapat pengaruh *Problem Based Learning* berbasis *Socio-Scientific Issues* terhadap literasi sains siswa?
2. Apakah terdapat pengaruh *Problem Based Learning* berbasis *Socio-Scientific Issues* terhadap hasil belajar kognitif siswa?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah penelitian yang sudah dirumuskan, maka menghasilkan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh *Problem Based Learning* berbasis *Socio-Scientific Issues* terhadap kemampuan literasi sains siswa.
2. Mengetahui pengaruh *Problem Based Learning* berbasis *Socio-Scientific Issues* terhadap hasil belajar kognitif siswa.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian teori pembelajaran, khususnya terkait efektivitas model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) dalam meningkatkan literasi sains dan hasil belajar kognitif siswa.

2. Manfaat Praktis

A. Bagi Guru

Sebagai alternatif model pembelajaran inovatif yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kemampuan literasi sains dan hasil belajar kognitif siswa secara lebih aktif dan kontekstual.

B. Bagi Sekolah

Sebagai bahan pertimbangan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sains melalui penerapan model pembelajaran yang sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21.

C. Bagi Peneliti Selanjutnya

Sebagai referensi dan dasar pengembangan penelitian lanjutan yang berkaitan dengan penerapan model pembelajaran inovatif dalam meningkatkan literasi sains dan hasil belajar siswa.

1.5 Definisi Operasional

1. Model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) merupakan salah satu model pembelajaran yang menempatkan masalah autentik sebagai titik awal pembelajaran untuk melatih siswa berpikir kritis, memecahkan masalah, serta membangun pengetahuan secara mandiri melalui proses penyelidikan. *Problem Based Learning* (PBL) dilaksanakan melalui tahapan orientasi masalah, pengorganisasian siswa dalam kelompok, penyelidikan mandiri atau kelompok, pengembangan dan penyajian hasil diskusi, serta analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah. Penerapan PBL diukur berdasarkan keterlaksanaan sintaks pembelajaran yang diamati menggunakan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran.
2. *Socio-Scientific Issues* (SSI) merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan isu-isu sosial yang berkaitan dengan konsep sains ke dalam proses pembelajaran untuk melatih kemampuan argumentasi, pengambilan keputusan, dan literasi sains siswa. SSI diwujudkan melalui penyajian isu kontekstual yang relevan dengan materi pelajaran, seperti permasalahan lingkungan, kesehatan, atau teknologi, yang mengandung dimensi ilmiah dan sosial. Isu tersebut digunakan sebagai konteks dalam proses diskusi, analisis data, dan penyusunan argumentasi berbasis bukti ilmiah.

3. Model pembelajaran PBL berbasis SSI dalam penelitian ini adalah suatu model pembelajaran yang menempatkan masalah kontekstual yang berkaitan dengan isu-isu sosial berbasis sains sebagai titik awal pembelajaran. Proses pembelajaran dilaksanakan melalui tahapan: (1) orientasi pada masalah berbasis isu sosial-sains, (2) pengorganisasian siswa untuk belajar, (3) penyelidikan individu/kelompok, (4) pengembangan solusi dan argumentasi (5) mempresentasikan hasil diskusi, 6) analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah. Isu yang digunakan berkaitan dengan materi pembelajaran yang sedang diteliti. Variabel ini merupakan variabel bebas (*independent variable*) yang diterapkan pada kelas eksperimen.
4. Kemampuan literasi sains adalah kemampuan siswa dalam memahami konsep sains, menjelaskan fenomena ilmiah, merancang atau mengevaluasi penyelidikan ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti ilmiah dalam konteks kehidupan sehari-hari. Kemampuan ini diukur menggunakan instrumen tes literasi sains berbentuk soal uraian dan/atau pilihan ganda beralasan yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Indikator literasi sains mengacu pada aspek: menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, dan menginterpretasikan data dan bukti ilmiah.
5. Hasil belajar kognitif merupakan tingkat penguasaan siswa terhadap materi pelajaran setelah mengikuti proses pembelajaran, yang diukur melalui tes pretest dan posttest. Indikator hasil belajar kognitif disusun berdasarkan ranah kognitif yang mencakup tingkat kemampuan berpikir mulai dari memahami (C2), menerapkan (C3), menganalisis (C4), hingga mengevaluasi (C5) sesuai dengan taksonomi revisi Bloom. Skor yang diperoleh siswa menjadi dasar untuk menentukan peningkatan hasil belajar (misalnya melalui perhitungan *Analysis of Covariance* (Ancova)).