

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Abad ke-21 ditandai oleh perubahan pesat dalam berbagai aspek kehidupan akibat perkembangan teknologi digital, kemajuan kecerdasan buatan, globalisasi, dan permasalahan lingkungan seperti perubahan iklim dan degradasi ekosistem. Perubahan-perubahan ini telah mengubah secara fundamental cara manusia hidup, bekerja, dan belajar. Kondisi ini menuntut penyesuaian di berbagai bidang, termasuk dalam dunia pendidikan. Pendidikan memainkan peran signifikan dalam mempersiapkan generasi muda untuk masa depan agar mampu menghadapi tantangan yang bersifat kompleks, tak terduga, serta multidimensi. Oleh karena itu, pendidikan abad ke-21 tidak lagi cukup hanya berorientasi pada penguasaan konten akademik semata, melainkan harus menekankan pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, nilai-nilai kewarganegaraan global, literasi digital, serta kepekaan terhadap isu-isu sosial dan lingkungan (Trilling & Fadel, 2009; OECD, 2018).

Sejalan dengan itu, Trilling dan Fadel (2009) mengelompokkan keterampilan abad ke-21 ke dalam tiga kategori utama, yaitu: (1) *Learning and Innovation Skills*, yang mencakup keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi; (2) *Digital Literacy Skills*, seperti literasi informasi, media, dan teknologi; serta (3) *Life and Career Skills*, yang meliputi fleksibilitas, kepemimpinan, dan tanggung jawab. Ketiga kategori tersebut menjadi fondasi

penting dalam membentuk sumber daya manusia yang adaptif dan mampu menghadapi tantangan kehidupan di abad ke-21. Dari ketiga kategori tersebut, dua keterampilan menjadi sorotan utama dalam konteks pembelajaran sains di Indonesia, yaitu keterampilan berpikir kritis dan literasi sains, karena keduanya berhubungan erat dengan kemampuan seseorang dalam memahami fenomena ilmiah, menganalisis informasi secara logis, serta mengambil keputusan yang rasional dan bertanggung jawab. Hal ini sesuai dengan pernyataan Zubaidah (2016), yang menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis dan literasi sains dibutuhkan agar peserta didik dapat menganalisis berbagai permasalahan dan membuat keputusan yang tepat secara bertanggung jawab.

Dalam konteks Indonesia, transformasi pendidikan menuju abad ke-21 telah menjadi agenda strategis nasional yang diwujudkan melalui kebijakan Merdeka Belajar. Kebijakan ini bertujuan untuk menciptakan sistem pendidikan yang berorientasi pada kompetensi, fleksibilitas kurikulum, penguatan karakter, dan pemanfaatan teknologi secara optimal (Kemendikbudristek, 2020). Salah satu aspek penting dari kebijakan ini adalah penguatan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains, yang sejalan dengan dimensi Profil Pelajar Pancasila dan tuntutan kompetensi abad ke-21.

Profil Pelajar Pancasila memuat enam dimensi karakter utama, termasuk bernalar kritis dan berkebinekaan global, yang menjadi landasan dalam membentuk peserta didik yang siap menghadapi tantangan kompleks abad ke-21 (Kemendikbudristek, 2021). Literasi sains merupakan bagian penting dari kompetensi abad ke-21 karena mencakup kemampuan memahami konsep ilmiah, mengevaluasi informasi secara objektif, dan mengambil keputusan berbasis bukti dalam kehidupan nyata (OECD, 2018). Literasi sains tidak hanya berkaitan dengan

penguasaan konsep ilmiah, tetapi juga dengan kemampuan untuk mengevaluasi informasi secara objektif dan mengambil keputusan berbasis bukti dalam kehidupan nyata (OECD, 2018; Kemendikbudristek, 2021).

Namun kenyataannya, pendidikan di Indonesia masih menghadapi tantangan serius dalam menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains peserta didik. Berbagai kajian dan hasil asesmen menunjukkan lemahnya penguasaan dua keterampilan esensial tersebut. Hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2022 mencerminkan kondisi tersebut, di mana tingkat literasi sains peserta didik Indonesia menunjukkan tren menurun sebesar 13 poin dibandingkan tahun sebelumnya. Hanya 34% peserta didik Indonesia yang mencapai level minimum literasi sains (level 2 atau lebih tinggi), jauh di bawah rata-rata negara OECD yang mencapai 76% (OECD, 2024). Data ini mengidentifikasi bahwa mayoritas peserta didik Indonesia belum terampil dalam menggunakan pengetahuan ilmiah untuk menjelaskan fenomena, mengevaluasi argumen, atau membuat keputusan berdasarkan bukti ilmiah.

Tidak hanya literasi sains, keterampilan berpikir kritis peserta didik Indonesia juga masih belum mencapai tingkat yang optimal. Mengacu pada hasil asesmen nasional dan berbagai studi empiris, peserta didik Indonesia cenderung mengalami kesulitan dalam memecahkan masalah, menganalisis informasi, dan menarik kesimpulan dari data yang tersedia (Pusat Asesmen Pendidikan, 2023; Zulaiha & Kusuma, 2021; Yusmar & Fadilah, 2023). Peserta didik umumnya hanya mampu menyelesaikan soal-soal berbasis hafalan tanpa mampu melakukan penalaran mendalam, padahal kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan penting untuk menyikapi tantangan yang muncul kehidupan nyata yang kompleks. Kemampuan literasi sains yang optimal akan memungkinkan siswa mencapai hasil

belajar yang berdampak. Hasil belajar adalah segala bentuk luaran yang dihasilkan oleh proses pembelajaran, baik berupa pengetahuan, keterampilan, maupun sikap (Sanjayanti *et al.*, 2022).

Hasil asesmen menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis (KBK) peserta didik masih berada pada tingkat yang rendah. Padahal, keterampilan tersebut perlu dilatihkan dan dikembangkan secara sistematis dalam proses pembelajaran, mengingat KBK merupakan komponen fundamental dalam pendidikan yang berperan penting dalam membantu peserta didik menganalisis informasi dan memecahkan masalah secara rasional dan logis (Sujanem *et al.*, 2022).

Sejumlah penelitian mengindikasikan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik masih memerlukan pengembangan lebih lanjut secara serius. Zhou *et al.* (2023) menyatakan bahwa strategi dan metode pengembangan berpikir kritis masih sangat diperlukan dalam pembelajaran. Brown (2023) menemukan bahwa dari delapan narasumber dalam penelitiannya, seluruhnya menilai keterampilan berpikir kritis masih belum optimal dan membutuhkan penguatan dalam praktik pembelajaran.

Temuan serupa juga dikemukakan oleh Miterianifa *et al.* (2021) yang menyatakan pentingnya peningkatan keterampilan berpikir kritis dalam rangka mempersiapkan generasi abad ke-21. Sementara itu, Khasani *et al.* (2019) mengungkapkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas VIII A SMP Negeri 4 Belik pada materi Hukum Newton masih tergolong rendah, dengan rata-rata skor hanya 49,29. Hidayati *et al.* (2021) juga melaporkan bahwa peserta didik kelas IX A SMP Maarif 1 Ponorogo menunjukkan kemampuan berpikir kritis yang rendah pada materi bioteknologi, dengan rata-rata skor 40,62.

Kondisi serupa juga terjadi pada aspek literasi sains. Zulaiha & Kusuma (2021) menyatakan bahwa 72,13% peserta didik kelas VII SMP di Kota Cirebon menunjukkan kemampuan literasi sains pada kategori sangat rendah. Yusmar & Fadilah (2023) menguatkan temuan ini dengan merujuk pada hasil asesmen PISA yang menunjukkan skor literasi sains peserta didik di Indonesia masih lebih rendah dibandingkan dengan rerata global

Fakta tersebut menggambarkan bahwa sebagian besar peserta didik di Indonesia belum memahami konsep serta proses sains secara utuh, dan kesulitan dalam mengaplikasikan pengetahuan ilmiah ke dalam kehidupan sehari-hari.

Rendahnya literasi sains peserta didik dapat disebabkan oleh kurangnya minat dalam aktivitas membaca dan meninjau kembali materi pembelajaran, yang seharusnya menjadi bagian integral dalam proses pembelajaran sains (Sutrisna, 2021). Faktor penyebab rendahnya literasi sains peserta didik menurut Suparya *et al.* (2022) antara lain karena: a) penggunaan buku ajar yang belum tepat, b) miskonsepsi peserta didik, c) pembelajaran yang tidak kontekstual, d) rendahnya kemampuan membaca, e) lingkungan dan iklim belajar, f) infrastruktur sekolah, g) sumber daya manusia, h) manajemen sekolah.

Menurut Selamat (2021), pembelajaran sains yang kontekstual dapat mengasah kemampuan berpikir kritis dan membentuk literasi sains melalui eksplorasi isu sosial dan ilmiah secara reflektif. Pendekatan kontekstual dalam pembelajaran sains memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengaitkan konsep-konsep ilmiah dengan situasi nyata yang mereka alami sehari-hari, sehingga ilmu pengetahuan tidak lagi dipahami sebagai kumpulan fakta yang terpisah dari kehidupan. Literasi sains sangat diperlukan agar peserta didik mampu menghadapi permasalahan nyata seperti polusi udara, perubahan iklim, dan ketahanan pangan.

Dengan bekal literasi ini, mereka dapat menganalisis penyebab secara logis, mengevaluasi dampaknya, dan merumuskan solusi berdasarkan prinsip ilmiah yang bertanggung jawab.

Proses ini juga selain memperkuat pemahaman konseptual, tetapi juga juga berkontribusi terhadap penguatan keterampilan berpikir kompleks seperti analisis, evaluasi, dan pengambilan keputusan berbasis bukti. Dalam konteks literasi sains, pendekatan kontekstual melatih peserta didik untuk berpikir ilmiah secara reflektif, memahami hubungan antara sains dan masyarakat, serta menyadari implikasi etika dari penerapan ilmu pengetahuan (OECD, 2018; Yacoubian, 2015). Hal ini selaras dengan pandangan Zubaidah (2016) yang menyatakan bahwa pembelajaran sains yang bermakna harus menumbuhkan nalar kritis, kepekaan sosial, dan tanggung jawab terhadap lingkungan.

Lebih lanjut, kontekstualisasi pembelajaran sains juga relevan dengan semangat Kurikulum Merdeka yang mendorong pembelajaran berbasis proyek dan eksplorasi isu-isu nyata melalui pendekatan lintas disiplin. Oleh karena itu, desain pembelajaran sains yang kontekstual dan reflektif sangat penting untuk mencetak generasi yang tidak hanya menguasai ilmu pengetahuan, tetapi juga memiliki literasi sains dan keterampilan berpikir kritis untuk menghadapi tantangan global secara bijak dan bertanggung jawab.

Berdasarkan berbagai hasil penelitian dan temuan di lapangan, salah satu akar masalah rendahnya keterampilan berpikir kritis dan literasi sains peserta didik adalah terbatasnya bahan ajar yang relevan dan kontekstual. Meskipun urgensi peningkatan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis dan literasi sains telah menjadi perhatian dalam kebijakan pendidikan nasional, implementasi pembelajaran yang mendukung kompetensi tersebut masih menghadapi berbagai

tantangan di Indonesia. Salah satu faktor utama adalah kurangnya bahan ajar yang dirancang secara khusus untuk menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan literasi ilmiah. Banyak buku ajar yang digunakan di sekolah masih bersifat deskriptif, berfokus pada hafalan konsep, serta belum mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam kegiatan analisis, sintesis, dan pemecahan masalah berbasis konteks nyata (Herayanti *et al.*, 2020; Suyadi & Kurniawati, 2020).

Permasalahan tersebut diperburuk oleh pendekatan pembelajaran yang masih bersifat konservatif dan berpusat pada guru, sehingga tidak memberi ruang cukup bagi peserta didik untuk mengeksplorasi isu sosial-ilmiah secara reflektif (Pusat Asesmen Pendidikan, 2023; Zubaidah, 2016). Di sisi lain, kompetensi guru dalam menerapkan model pembelajaran inovatif berbasis keterampilan abad ke-21 juga masih terbatas, akibat kurangnya pelatihan yang mendalam dan berkelanjutan (Suparya *et al.*, 2022; Fauziah *et al.*, 2023). Selain itu, terbatasnya akses terhadap fasilitas dan infrastruktur penunjang pembelajaran seperti laboratorium sains, jaringan internet, serta perangkat digital menjadi hambatan tambahan, terutama di wilayah 3T (Kemendikbudristek, 2022; UNESCO, 2021).

Lebih jauh, peserta didik di Indonesia juga masih menghadapi tantangan dari sisi budaya belajar. Minat baca dan kebiasaan literasi ilmiah masih rendah, dan proses pembelajaran belum banyak menumbuhkan rasa ingin tahu atau kemampuan mengambil keputusan berdasarkan bukti ilmiah (Sutrisna, 2021; OECD, 2024). Kesenjangan akses teknologi yang cukup besar antara sekolah di kota besar dan daerah terpencil juga berkontribusi pada tidak meratanya kualitas pembelajaran digital (Putrawangsa & Hasanah, 2018; BPS, 2023). Bahkan ketika bahan ajar berbasis teknologi mulai diperkenalkan, penggunaannya sering tidak diiringi dengan pendekatan pedagogis yang mendalam dan kontekstual.

Selain itu, rendahnya literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik juga berkaitan erat dengan miskonsepsi konsep ilmiah yang masih banyak ditemukan di kelas. Hal ini menunjukkan lemahnya pengalaman belajar yang bersifat konseptual dan aplikatif (Lestari & Widodo, 2021; Utami, 2018). Sayangnya, evaluasi pembelajaran di sekolah masih berorientasi pada kognisi rendah, seperti hafalan dan pemahaman dasar, bukan pada penalaran, argumen berbasis bukti, atau pengambilan keputusan ilmiah (Arifin & Farida, 2021; Pusat Asesmen Pendidikan, 2023).

Di tengah kebijakan nasional seperti Kurikulum Merdeka yang mengarah pada implementasi pembelajaran berbasis proyek serta penguatan dimensi Profil Pelajar Pancasila, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa belum semua sekolah memiliki kapasitas untuk menerjemahkan kebijakan tersebut secara utuh. Kurangnya bahan ajar yang sesuai, pendampingan terbatas, serta masih minimnya praktik pembelajaran berbasis konteks menjadi penghalang dalam realisasi tujuan tersebut (Kemendikbudristek, 2022). Kondisi ini menegaskan perlunya inovasi bahan ajar yang lebih kontekstual dan relevan.

Salah satu penyebab utama rendahnya keterampilan berpikir kritis dan literasi sains peserta didik di Indonesia adalah kurangnya ketersediaan bahan ajar yang mampu mendukung pembelajaran berbasis keterampilan abad ke-21. Mayoritas materi pembelajaran yang diterapkan di sekolah masih menggunakan pendekatan konvensional yang menekankan hafalan, tanpa diarahkan pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi, kemandirian belajar, dan keterlibatan aktif peserta didik dalam pemecahan masalah nyata (Herayanti *et al.*, 2020; Suyadi & Kurniawati, 2020). Buku teks yang umum digunakan juga sering kali belum mengintegrasikan pendekatan kontekstual atau skenario autentik yang

mencerminkan tantangan dunia nyata (Ningsih & Nurhabibah, 2023). Keterbatasan ini membuat peserta didik tidak mendapatkan pengalaman belajar yang memadai untuk membangun nalar ilmiah, berpikir reflektif, dan mengembangkan literasi sains yang aplikatif.

Hal ini diperkuat oleh Antara, Suma, dan Parmiti (2022) yang menyatakan bahwa terbatasnya media pembelajaran yang dirancang untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) menunjukkan perlunya inovasi dalam penyusunan media yang secara eksplisit mendukung penguatan HOTS, agar pembelajaran menjadi lebih relevan dan kontekstual dengan kebutuhan abad ke-21..

Selain itu, di tengah kemajuan teknologi dan pergeseran pola belajar di era digital, bahan ajar dalam bentuk cetak menjadi semakin terbatas dari segi fleksibilitas, aksesibilitas, dan daya tarik. Banyak peserta didik saat ini lebih akrab dengan perangkat digital dan pembelajaran daring, sehingga bahan ajar yang tidak memanfaatkan teknologi berisiko kehilangan relevansinya dalam menjawab kebutuhan zaman (Putrawangsa & Hasanah, 2018).

Permasalahan-permasalahan yang telah dijabarkan tersebut sejalan dengan hasil investigasi awal yang dilakukan di SMP Negeri 2 Singaraja. Studi pendahuluan dilakukan dengan metode wawancara semi terstruktur serta analisis dokumen pembelajaran IPA di SMP Negeri 2 Singaraja. Dalam studi pendahuluan ditemukan bahwa model pembelajaran saintifik sudah digunakan dalam perencanaan pembelajaran, namun pelaksanaannya masih belum optimal dan belum konsisten. Peserta didik belum memahami keterkaitan materi IPA yang diperoleh pada pembelajaran di kelas dengan fenomena yang terjadi di sekitarnya. Bahan pembelajaran yang tersedia dan dimanfaatkan di lingkungan sekolah juga masih terbatas pada buku keluaran Kemendikbud, yang seringkali petunjuk dalam buku

sulit dipahami peserta didik serta mencantumkan sedikit paparan materi, sehingga sulit digunakan sebagai sumber belajar mandiri.

Salah satu alternatif yang menjanjikan untuk menjawab kebutuhan tersebut adalah e-modul. Perkembangan teknologi dan perubahan pola belajar di era digital menuntut adanya inovasi dalam pengembangan bahan ajar. Di tengah kebutuhan akan pembelajaran yang fleksibel, kontekstual, dan relevan dengan kehidupan nyata, e-modul hadir sebagai solusi strategis yang memfasilitasi penguatan keterampilan abad ke-21, khususnya berpikir kritis dan literasi sains (Fauziah *et al.*, 2023). Berbeda dengan bahan ajar konvensional, e-modul memungkinkan integrasi multimedia dan interaktivitas, sehingga lebih menarik, mudah diakses, serta dapat disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan belajar peserta didik.

Dalam konteks pembelajaran IPA, penggunaan e-modul menjadi sangat relevan sebab peserta didik menunjukkan kecenderungan untuk lebih antusias dan terdorong motivasi saat berinteraksi dengan media digital yang interaktif dan visual. E-modul memungkinkan penyajian materi secara variatif melalui perpaduan teks, gambar, video, animasi, dan latihan soal interaktif yang dapat memperkuat pemahaman konseptual serta meningkatkan minat belajar peserta didik (Mutia & Pritasari, 2022; Syafitri & Syafriani, 2023). Selain itu, e-modul yang dirancang secara sistematis juga mendorong pembelajaran mandiri, memungkinkan peserta didik membangun pengetahuannya sendiri melalui proses eksplorasi dan refleksi (Widiastuti, 2020).

Pengembangan e-modul IPA berbasis *Problem-Based Learning* (PBL) yang mengangkat *Socio-Scientific Issues* (SSI) menjadi langkah strategis untuk menciptakan pembelajaran yang kontekstual, menantang, dan aplikatif. PBL mendorong peserta didik untuk aktif memecahkan masalah nyata secara

kolaboratif, sementara pendekatan SSI memperkenalkan isu-isu sains yang terkait dengan dimensi sosial, etika, dan lingkungan—seperti polusi, bioteknologi, atau krisis energi—sehingga peserta didik belajar berpikir kritis dan mengambil keputusan berbasis bukti (Sadler, 2004; Yacoubian, 2015; Arends, 2012).

E-modul yang dikembangkan dengan mengintegrasikan model *Problem-Based Learning* (PBL) dan pendekatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) memiliki sejumlah karakteristik unggul yang mendukung pembelajaran abad ke-21. Pertama, e-modul ini berbasis pada permasalahan nyata yang diangkat dari isu-isu sosial-ilmiah yang kontekstual, sehingga mampu membangun keterhubungan antara materi sains dan kehidupan sehari-hari peserta didik. Topik-topik yang disajikan dirancang untuk mencerminkan kompleksitas dunia nyata yang membutuhkan pemahaman lintas bidang.

Kedua, struktur e-modul mengikuti tahapan dalam model PBL secara sistematis, dimulai dari identifikasi masalah, pengumpulan informasi, eksplorasi alternatif solusi, hingga sintesis pemahaman dan pengambilan keputusan. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk mengalami proses berpikir ilmiah secara utuh dan mendalam.

Ketiga, e-modul ini memuat konten bermuatan SSI yang menantang peserta didik untuk mempertimbangkan tidak hanya aspek ilmiah, tetapi juga dimensi sosial, etika, dan lingkungan dalam merespons suatu permasalahan. Dengan demikian, kemampuan berpikir kritis, argumentasi logis, dan kesadaran etis peserta didik dapat diasah secara bersamaan.

Keunggulan keempat terletak pada dukungan media interaktif yang tertanam dalam e-modul, seperti video pembelajaran, infografik, simulasi, dan latihan digital. Fitur-fitur ini dirancang untuk meningkatkan daya tarik visual,

memperkuat pemahaman konseptual, serta memfasilitasi keterlibatan peserta didik secara aktif dalam kegiatan pembelajaran.

Kelima, e-modul ini berorientasi pada penguatan literasi sains, dengan menekankan keterampilan dalam menginterpretasi data, mengevaluasi informasi, dan mengembangkan argumentasi berbasis bukti ilmiah. Pendekatan ini sejalan dengan kebutuhan pendidikan sains modern yang tidak hanya menekankan hafalan konsep, tetapi juga pemahaman yang aplikatif dan reflektif.

Terakhir, e-modul ini dirancang fleksibel dan adaptif, sehingga dapat digunakan secara daring maupun luring, baik secara individu maupun dalam kelompok. Fleksibilitas ini memungkinkan implementasi pembelajaran yang sesuai dengan kondisi nyata di sekolah dan gaya belajar peserta didik yang beragam.

Secara keseluruhan karakteristik tersebut, e-modul berbasis PBL bermuatan SSI menjadi inovasi pembelajaran yang tidak hanya menjawab tantangan kurikulum dan kebutuhan zaman, tetapi juga secara konkret membekali peserta didik dengan kompetensi esensial untuk menghadapi isu-isu kompleks di dunia nyata secara ilmiah, etis, dan bertanggung jawab.

Dengan karakteristik tersebut, pengembangan e-modul berbasis PBL bermuatan SSI menjawab kebutuhan akan bahan ajar yang tidak hanya menyampaikan konten, tetapi juga membentuk karakter dan kompetensi peserta didik sesuai Profil Pelajar Pancasila. Inovasi ini selaras dengan orientasi Kurikulum Merdeka yang menitik beratkan pada pembelajaran berbasis proyek, kontekstualisasi, dan pemanfaatan teknologi untuk personalisasi belajar.

Oleh karena itu, pengembangan e-modul bukan sekadar pengganti buku teks, melainkan upaya pedagogis yang transformatif. Ia menjadi medium untuk menciptakan ekosistem pembelajaran yang adaptif, mendorong peserta didik

menjadi pembelajar seumur hidup, mampu berpikir reflektif, serta memiliki kecakapan ilmiah untuk menghadapi tantangan dunia nyata di abad ke-21.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang perlunya dilakukan penelitian, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah, antara lain sebagai berikut.

1. Keterampilan berpikir kritis peserta didik masih rendah, ditunjukkan oleh hasil asesmen nasional dan berbagai penelitian yang menunjukkan dominasi pembelajaran berbasis hafalan serta rendahnya kemampuan dalam menganalisis informasi dan memecahkan masalah.
2. Kemampuan literasi sains peserta didik masih berada di bawah standar yang diharapkan, tercermin dari skor literasi sains Indonesia dalam PISA 2022 yang hanya 34% pada level minimum, jauh di bawah rata-rata OECD yang mencapai 76%.
3. Bahan ajar yang tersedia belum mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21, karena masih berorientasi pada hafalan dan belum kontekstual.
4. Pendekatan pembelajaran masih dominan konvensional dan berpusat pada guru, sehingga membatasi eksplorasi dan pemecahan masalah.
5. Kompetensi guru dalam menerapkan model pembelajaran inovatif masih terbatas, akibat minimnya pelatihan yang berkelanjutan.
6. Minat baca dan budaya literasi ilmiah peserta didik masih rendah, serta proses belajar belum menumbuhkan rasa ingin tahu dan pengambilan keputusan berbasis bukti.
7. Fasilitas dan infrastruktur pembelajaran belum merata, terutama di wilayah 3T, termasuk keterbatasan akses internet dan teknologi.

8. Ketimpangan akses terhadap bahan ajar digital, padahal peserta didik lebih responsif terhadap media pembelajaran interaktif.
9. Evaluasi pembelajaran masih berorientasi pada kognisi rendah, sehingga tidak mendorong penalaran dan argumentasi ilmiah.
10. Belum tersedia bahan ajar IPA, baik dalam bentuk cetak maupun e-modul, yang mengintegrasikan pendekatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan model *Problem-Based Learning* (PBL) secara kontekstual dan interaktif, sebagai upaya mendorong keterampilan abad ke-21, khususnya kemampuan berpikir kritis dan literasi sains.
11. Implementasi Kurikulum Merdeka belum optimal di lapangan, karena keterbatasan bahan ajar, pendampingan, dan praktik pembelajaran berbasis konteks.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini membatasi fokusnya pada pengembangan e-modul. E-modul yang dikembangkan secara spesifik bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan menggunakan model *Problem-Based Learning* (PBL). Tujuan utama dari pengembangan e-modul ini adalah untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis (KBK) dan Literasi Sains (LS) peserta didik. Selain itu, karena keterbatasan waktu dan sumber daya, e-modul yang dikembangkan belum mengakomodasi aspek interaktivitas secara digital.

Pembatasan ruang lingkup ini dimaksudkan agar penelitian lebih terarah dan mendalam sesuai dengan tujuan pengembangan, sekaligus merespons masih terbatasnya penelitian sebelumnya terkait pengembangan e-modul IPA bermuatan SSI khususnya di tingkat SMP. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk

memberikan kontribusi nyata dalam penyediaan bahan ajar inovatif yang mampu mengatasi beberapa tantangan pembelajaran yang telah diidentifikasi, khususnya terkait dengan pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti KBK dan LS.

1.4 Rumusan Masalah

Mengingat pentingnya peningkatan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains, serta keterbatasan ketersediaan bahan ajar yang sesuai, penelitian ini diarahkan pada pengembangan e-modul IPA yang mengintegrasikan pendekatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan model *Problem-Based Learning* (PBL) melalui tahapan sistematis dari model pengembangan Plomp. Berdasarkan fokus tersebut, rumusan masalah umum dalam penelitian ini adalah:

Bagaimana pengembangan e-modul IPA bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dengan model *Problem-Based Learning* (PBL) melalui tahapan model Plomp dapat menghasilkan bahan ajar digital yang mudah diakses peserta didik SMP serta efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains?

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, adapun rumusan masalah khusus dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil studi pendahuluan dalam mengidentifikasi kebutuhan pengembangan e-modul IPA bermuatan SSI dengan model PBL untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains peserta didik?
2. Bagaimana karakteristik e-modul IPA bermuatan SSI dengan model PBL yang relevan untuk mendukung peningkatan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains?

3. Bagaimana hasil validasi ahli terhadap isi materi, kebahasaan, dan aspek media dalam e-modul yang dikembangkan?
4. Bagaimana tingkat kepraktisan e-modul bermuatan SSI–PBL berdasarkan uji coba terbatas terhadap peserta didik dan guru?
5. Bagaimana efektivitas penggunaan e-modul bermuatan SSI dengan model PBL dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik?
6. Bagaimana efektivitas penggunaan e-modul bermuatan SSI dengan model PBL dalam meningkatkan literasi sains peserta didik?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menghasilkan e-modul IPA bermuatan SSI dengan model PBL melalui pengembangan dengan model Plomp, bagi peserta didik SMP, yang mudah diakses peserta didik sebagai sumber belajar, yang mendukung peningkatan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains. Mengacu pada rumusan masalah yang telah dikemukakan, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kebutuhan pengembangan e-modul IPA bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dengan model *Problem-Based Learning* (PBL) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains peserta didik, melalui studi pendahuluan.
2. Mendeskripsikan karakteristik e-modul IPA bermuatan SSI dengan model PBL yang sesuai untuk mendukung peningkatan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains peserta didik.
3. Menganalisis hasil validasi ahli terhadap isi materi, kebahasaan, dan aspek media dalam e-modul yang dikembangkan.

4. Mengetahui tingkat kepraktisan e-modul bermuatan SSI–PBL berdasarkan uji coba terbatas yang melibatkan peserta didik dan guru.
5. Menganalisis efektivitas penggunaan e-modul bermuatan SSI dengan model PBL dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.
6. Menganalisis efektivitas penggunaan e-modul bermuatan SSI dengan model PBL dalam meningkatkan literasi sains peserta didik..

1.6 Manfaat Penelitian

Secara umum, penelitian ini memiliki dua jenis manfaat, yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis. Manfaat teoritis memiliki kontribusi jangka panjang dalam penguatan kajian pembelajaran IPA, khususnya dalam pengembangan bahan ajar berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) dengan model *Problem-Based Learning* (PBL) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains. Manfaat praktis memberikan dampak langsung terhadap komponen pembelajaran, baik bagi guru, peserta didik, maupun peneliti lainnya.

1.6.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teori dalam bidang pendidikan IPA, khususnya terkait integrasi pendekatan SSI dan model PBL ke dalam media pembelajaran digital. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menambah rujukan dalam pengembangan bahan ajar IPA yang mendukung keterampilan berpikir kritis dan literasi sains peserta didik secara menyeluruh.

1.6.2 Manfaat Praktis

Adapun manfaat praktis yang diharapkan dari hasil penelitian ini antara lain:

1. Bagi Guru IPA, e-modul hasil pengembangan dapat digunakan sebagai alternatif sumber belajar yang kontekstual dan aplikatif, serta mendukung penguatan KBK dan LS dalam pembelajaran IPA.
2. Bagi peserta didik, memberikan pengalaman belajar berbasis masalah nyata yang mendorong pola pikir kritis, kreatif, dan solutif, serta kesiapan menghadapi isu-isu sains di kehidupan sehari-hari.
3. Bagi peneliti lain, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi dalam mengembangkan bahan ajar inovatif yang mendukung peningkatan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains.

1.7 Spesifikasi Pengembangan

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk e-modul bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dengan model *Problem-Based Learning* (PBL) sebagai bahan ajar IPA untuk peserta didik SMP. Produk dikembangkan untuk mendukung peningkatan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains. Pengembangan e-modul ini mengacu pada model pengembangan Plomp yang terdiri dari tiga fase, yaitu: *Preliminary Research*, *Prototyping Phase*, dan *Assessment Phase*, guna memastikan kesesuaian produk dengan kebutuhan pengguna serta kelayakan sebagai bahan ajar inovatif.

Spesifikasi pengembangan dalam penelitian ini mengacu pada karakteristik dan fitur utama dari produk e-modul yang dikembangkan. Spesifikasi ini dirancang sebagai pedoman agar produk akhir relevan dengan tujuan pembelajaran IPA dan kebutuhan peserta didik SMP. Spesifikasi e-modul yang dikembangkan mencakup:

- Format Produk: Bahan ajar digital berbentuk e-modul statis berbasis web, yang disusun dalam format *PDF* dan dipublikasikan melalui platform

Google Sites. E-modul ini dapat diakses oleh peserta didik menggunakan perangkat seperti laptop, PC, maupun ponsel melalui peramban (*browser*), tanpa memerlukan instalasi aplikasi tambahan.

- Model Pembelajaran: Mengintegrasikan *Problem-Based Learning* (PBL) dalam konteks *Socio-Scientific Issues* (SSI).

- Struktur Konten:

E-modul dikembangkan dengan mengikuti struktur sistematis yang disesuaikan dengan sintak *Problem-Based Learning* (PBL) menurut Arends.

Adapun komponen utama dalam e-modul ini meliputi:

- ✓ Capaian Pembelajaran (CP): Merujuk pada CP mata pelajaran IPA sesuai Kurikulum Merdeka.
- ✓ Pendahuluan: Berisi pengantar topik dan konteks isu sosial yang relevan (unsur SSI mulai dikenalkan di bagian ini).
- ✓ Tujuan Pembelajaran: Tujuan pembelajaran dirumuskan dengan mengintegrasikan muatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) yang melibatkan kata kerja operasional (KKO) yang menstimulasi dan mengukur keterampilan berpikir kritis dan literasi sains peserta didik
- ✓ Materi dan Aktivitas Belajar: Disusun berdasarkan sintak PBL menurut Arends, yaitu:
 - (1) Orientasi peserta didik pada masalah (dalam konteks SSI),
 - (2) Mengorganisasi peserta didik untuk belajar,
 - (3) Membimbing penyelidikan individu dan kelompok,
 - (4) Mengembangkan dan menyajikan hasil karya, dan
 - (5) Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

- ✓ Latihan dan Refleksi (terintegrasi): Aktivitas latihan dan refleksi peserta didik tidak disajikan sebagai bagian tersendiri, melainkan terintegrasi dalam langkah kelima PBL, yaitu *menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah*. Pada bagian ini, peserta didik diajak merefleksikan solusi yang dikembangkan serta mengevaluasi keefektifan proses berpikir mereka dalam menghadapi isu sosial berbasis sains.
- ✓ Daftar Pustaka: Memuat sumber-sumber referensi ilmiah yang digunakan dalam pengembangan materi.
- Pendekatan Evaluasi:
 - ✓ Validasi ahli (*content expert* dan *instructional design expert*) menggunakan instrumen validasi.
 - ✓ Uji coba kelompok kecil terhadap peserta didik kelas VIII SMP Negeri 2 Singaraja (9 orang).
 - ✓ Pengukuran efektivitas dengan instrumen *pretes-posttes*.

Produk e-modul bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) yang dikembangkan dalam penelitian ini dinyatakan berhasil apabila memenuhi kriteria valid, praktis dan terbaca, serta efektif, sesuai dengan model pengembangan Plomp. Kriteria keberhasilan tersebut dijabarkan sebagai berikut:

1. Validitas

E-modul dinyatakan valid apabila memperoleh penilaian “valid” atau “sangat valid” dari validator ahli materi, ahli bahasa, dan ahli media sesuai instrumen yang digunakan.

2. Keterbacaan dan Kepraktisan

E-modul dinyatakan praktis dan terbaca dengan baik apabila mendapatkan tanggapan positif dari guru dan peserta didik melalui angket uji keterbacaan

dan kepraktisan, yang mencakup kemudahan penggunaan, kejelasan tampilan, serta kebermanfaatan dalam pembelajaran.

3. Efektivitas

E-modul dinyatakan efektif apabila hasil uji coba menunjukkan adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains peserta didik. Peningkatan ini ditunjukkan melalui hasil analisis gain score antara nilai pretes dan posttes, serta pengujian statistik. Efektivitas juga didukung oleh perhitungan nilai *effect size* untuk mengetahui besarnya dampak penggunaan e-modul dalam pembelajaran.

1.8 Asumsi Pengembangan

Beberapa asumsi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Skor keterampilan berpikir kritis yang diperoleh peserta didik setelah mengerjakan instrumen tes keterampilan berpikir kritis diasumsikan merepresentasikan tingkat keterampilan berpikir kritis peserta didik secara aktual, karena pelaksanaan tes dilakukan dalam pengawasan ketat dan tanpa akses terhadap buku atau sumber belajar lainnya.
2. Skor literasi sains yang diperoleh peserta didik setelah mengerjakan instrumen literasi sains diasumsikan mencerminkan tingkat literasi sains peserta didik secara objektif, karena tes dilaksanakan dalam kondisi yang terkontrol, tanpa adanya bantuan atau sumber eksternal.

1.9 Penjelasan Istilah

Untuk menghindari kesalahan dalam penafsiran istilah yang digunakan dalam penelitian ini, berikut disajikan definisi operasional masing-masing istilah.

1. E-modul adalah bahan ajar dalam format digital yang dapat diakses melalui perangkat elektronik, seperti laptop, tablet, atau smartphone, dengan bantuan jaringan internet.
2. SSI atau *Sosio Scientific Issue* adalah topik yang melibatkan permasalahan sosial yang berkaitan dengan sains, yang biasanya merupakan permasalahan yang kontroversial, dengan beberapa pendapat atau pandangan.
3. PBL atau *Problem-Based Learning* adalah model pembelajaran yang mengajak peserta didik belajar melalui pemecahan masalah nyata secara berkelompok untuk mengembangkan pemahaman dan keterampilan berpikir kritis.
4. E-modul bermuatan SSI dengan model PBL adalah bahan ajar digital yang dapat diakses melalui internet, disusun menggunakan langkah-langkah *Problem-Based Learning* (PBL), dan memuat isu-isu sosial yang berkaitan dengan sains (SSI) sebagai topik utama dalam pembelajaran.
5. Keterampilan Berpikir Kritis adalah skor yang diperoleh peserta didik setelah mengerjakan tes keterampilan berpikir kritis yang mengukur kemampuan peserta didik pada indikator berpikir kritis menurut Ennis.
6. Literasi Sains adalah skor yang diperoleh peserta didik setelah mengerjakan tes literasi sains yang mengacu pada literasi sains visi III.