

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan bertujuan membentuk dan mengoptimalkan kemampuan setiap peserta didik sehingga mereka memiliki pengetahuan, dapat berperan aktif dalam kehidupan sosial, serta memiliki kemampuan untuk beradaptasi terhadap perkembangan dan dinamika perubahan zaman (Mustafa, 2022). Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional telah menetapkan bahwa pendidikan nasional diselenggarakan berlandaskan Pancasila dan UUD Negara Republik Indonesia Tahun 1945. Sistem ini juga berakar pada nilai-nilai keagamaan serta kebudayaan nasional Indonesia, sekaligus dirancang agar mampu merespons perkembangan dan tuntutan zaman (Pusmendik, 2004). Kondisi ini sejalan dengan kebutuhan di abad ke-21, di mana tuntutan yang ada mengharuskan sumber daya manusia untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, mampu berkomunikasi serta bekerja sama dengan baik, sekaligus terampil dalam memecahkan berbagai persoalan (Subagia & Sudiatmika, 2023).

Kecakapan abad ke-21 terintegrasi antara pengetahuan, sikap, dan keterampilan serta penguasaan teknologi informasi dan komunikasi (Jacky *et al.*, 2023). Salah satu karakteristik individu yang menguasai kompetensi abad ke-21 adalah memiliki literasi sains dan keterampilan berpikir kritis yang baik (Kasse *et al.*, 2022). Kompetensi literasi sains menjadi dasar yang penting bagi peserta didik

dalam memahami berbagai aspek kehidupan, tidak hanya dalam penguasaan pengetahuan, tetapi juga dalam penerapan tindakan aplikatif yang menempatkan sains sebagai solusi atas permasalahan. Pentingnya literasi sains menjadikan peserta didik berkewajiban untuk memiliki serta mengembangkan kemampuan tersebut (Ariana *et al.*, 2021). Kemampuan individu dalam memahami fenomena alam serta mengambil keputusan yang tepat terkait isu-isu lingkungan melalui pemanfaatan pengetahuan dan keterampilan ilmiah dapat diinterpretasikan sebagai literasi sains (Limiasih *et al.*, 2024). Dalam literasi sains, individu dituntut untuk mampu memahami berbagai fenomena ilmiah melalui proses mengidentifikasi masalah, memperluas wawasan, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang tersedia. Kemampuan tersebut kemudian menjadi dasar keterlibatan aktif dalam kehidupan sosial yang semakin dipengaruhi oleh perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan demikian, peserta didik yang memiliki literasi sains yang baik akan lebih mudah memahami konsep-konsep ilmiah secara menyeluruh. Peserta didik tidak hanya sekadar tahu, tetapi paham, kritis, dan peduli terhadap lingkungan sekitar. Individu yang memiliki literasi sains akan lebih mampu berpartisipasi secara aktif dalam diskusi ilmiah yang didasarkan pada logika serta pemahaman terhadap sains dan teknologi. Hal tersebut ditandai dengan kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti secara ilmiah (OECD, 2023).

Di samping memiliki literasi sains yang memadai, peserta didik juga diharapkan mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam menghadapi berbagai permasalahan ilmiah. Dengan memiliki keterampilan

berpikir kritis memungkinkan seseorang untuk mempertimbangkan berbagai sudut pandang, menganalisis konsekuensi, dan memilih solusi yang paling rasional dalam pemecahan masalah yang berbasis sains (Santayasa *et al.*, 2020). Proses berpikir yang melibatkan logika dan refleksi, serta digunakan sebagai dasar dalam menentukan keyakinan maupun tindakan, dapat disebut sebagai berpikir kritis (Ennis, 2016; Ennis, 1996; Ennis, 1993; Ennis, 1985). Berpikir kritis adalah keterampilan mengevaluasi informasi berdasarkan bukti pendukung. Dalam dunia pendidikan, keterampilan berpikir kritis berperan penting karena menjadi dasar dalam upaya menemukan solusi atas berbagai permasalahan yang dihadapi (Sujanem *et al.*, 2022). Dengan demikian keterampilan berpikir kritis perlu ditumbuhkan sejak dini pada diri peserta didik, agar mampu menjadi individu yang melek terhadap sains (Azzahra *et al.*, 2024; Putri *et al.*, 2020).

Kemampuan literasi sains dan keterampilan berpikir kritis saling berkaitan dan saling mendukung, karena keduanya berperan dalam membantu individu memahami, mengevaluasi, serta menerapkan informasi ilmiah dalam kehidupan sehari-hari. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif antara keduanya, namun hubungan tersebut tidak bersifat sangat kuat atau sempurna dengan $r < 0,5$ (Romlah *et al.*, 2025; Yfandi *et al.*, 2024; Parinduri *et al.*, 2023; Ridzal & Haswan, 2023; Primasari *et al.*, 2020). Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa terdapat kemungkinan adanya faktor-faktor lain yang turut memengaruhi perkembangan masing-masing kemampuan secara independen sehingga keduanya tetap dipandang sebagai fondasi esensial bagi terwujudnya kualitas pembelajaran sains yang bermakna. Diharapkan bahwa penguasaan literasi sains dan keterampilan berpikir kritis pada peserta didik dapat melahirkan

generasi unggul abad ke-21 yang tidak hanya kuat dalam aspek kognitif, tetapi juga mampu menerapkan pengetahuan sains secara nyata dalam kehidupan sehari-hari. (Amelia, 2019).

Realita yang ada, menunjukkan bahwa tingkat literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik di Indonesia masih berada pada kategori rendah. Temuan ini sejalan dengan hasil asesmen *Programme for International Student Assessment* (PISA), yang menilai kinerja peserta didik pada tiga domain utama, yaitu membaca, matematika, dan sains. PISA merupakan salah satu inisiatif yang diselenggarakan oleh *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), yang berfokus pada evaluasi kemampuan peserta didik berusia 15 tahun dalam konteks pendidikan internasional melalui tes dasar yaitu membaca, matematika, dan sains yang dilaksanakan setiap 3 tahun sekali. Berdasarkan rilis PISA tahun 2022 Indonesia mengalami penurunan skor dari tahun 2018 dari skor 396 menjadi 383. Berdasarkan penilaian internasional, tingkat literasi sains peserta didik di Indonesia berada pada peringkat ke-67 dari 81 negara peserta (OECD, 2023). Hal tersebut tercermin dari rata-rata skor literasi sains peserta didik yang masih berada pada kategori sangat rendah, khususnya pada indikator menafsirkan data dan bukti secara ilmiah. Kondisi tersebut juga sejalan dengan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang masih tergolong sangat rendah, dengan capaian terendah terdapat pada indikator kemampuan dalam membuat penjelasan lanjutan (Cahyani *et al.*, 2024). Literasi sains dan keterampilan berpikir kritis yang masih rendah pada peserta didik berdampak pada kesulitan mereka untuk merespons informasi secara cepat dan menyelesaikan berbagai persoalan yang dihadapi, dalam konteks akademik maupun dalam

kehidupan sehari-hari. Selain itu, peserta didik cenderung kurang tanggap terhadap perubahan yang terjadi, kurang terampil dalam menerapkan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari, mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah, serta lambat dalam mengambil keputusan (Yusmar & Fadilah, 2023).

Pada indikator menafsirkan data dan bukti secara ilmiah serta kemampuan membuat penjelasan lanjutan, selain itu secara umum tingkat literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah (Cahyani *et al.*, 2024). Kurang relevannya konteks sains yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari menjadi salah satu penyebab kondisi tersebut, di mana banyak peserta didik masih memandang sains sebagai mata pelajaran yang abstrak dan sulit dipahami karena kurang dikaitkan dengan permasalahan sosial maupun fenomena yang mereka alami dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan soal-soal berbasis literasi sains juga belum berkembang secara optimal (Sujanem *et al.*, 2025). Hasil temuan tersebut sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Intan *et al.* (2023) Berdasarkan hasil penelitian tersebut, diketahui bahwa literasi sains peserta didik pada seluruh aspek hanya mencapai 57% dan tergolong rendah. Salah satu faktor yang menjadi penyebab kondisi ini adalah belum optimalnya pelaksanaan pembelajaran yang berbasis literasi sains di sekolah. Sejalan dengan penelitian Durasa *et al.* (2022), sebanyak 56,31% literasi sains peserta didik berada pada kategori kurang memuaskan, sehingga menunjukkan bahwa kondisi literasi sains peserta didik masih tergolong rendah.

Selain itu, keterampilan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian Nuryanti *et al.* (2018) di SMP Negeri 1

Delanggu, Klaten, yang hanya mencapai 40,46% pada kategori B (*benar/correctly*). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa terbatasnya kesempatan peserta didik dalam melatih keterampilan berpikir kritis menjadi salah satu penyebab rendahnya keterampilan tersebut. Peserta didik belum optimal dalam mengasah kemampuan bertanya, berargumentasi, dan mengeksplorasi solusi alternatif. Rendahnya keterampilan berpikir kritis juga disebabkan terbatasnya kesempatan berlatih karena mereka lebih terbiasa mengerjakan soal secara hafalan sehingga keterampilan berpikir kritis kurang terasah (Pratama *et al.*, 2024).

Rendahnya literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik juga dipengaruhi oleh keterbatasan sumber belajar, di mana materi yang tersedia belum sepenuhnya mampu mendorong peserta didik untuk mengeksplorasi, menganalisis, serta mengaitkan konsep-konsep ilmiah dengan kehidupan sehari-hari. Hasil penelitian Ningrum *et al.* (2024) menunjukkan bahwa literasi sains peserta didik masih berada pada tingkat yang rendah, yang tercermin dari kurangnya responsivitas peserta didik terhadap penjelasan guru serta kesulitan dalam memahami konsep-konsep IPA secara ilmiah. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa keterbatasan sumber belajar yang digunakan dalam pembelajaran berdampak pada kurangnya variasi proses pembelajaran, yang pada akhirnya turut memengaruhi perkembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Selain itu, sarana pembelajaran juga memiliki peran penting dalam mendukung proses tersebut. Ketiadaan akses terhadap sumber belajar yang beragam membuat peserta didik mengalami kesulitan dalam mengaitkan konsep dengan realitas kehidupan sehari-hari, yang sebenarnya diperlukan untuk

membangun kemampuan berpikir kritis yang mandiri dan konstruktif (Arma et al., 2024).

Selain itu, penelitian Muryanto *et al.* (2022) menyatakan bahwa salah satu faktor yang memengaruhi perkembangan literasi peserta didik adalah ketersediaan bahan bacaan yang berkualitas dan relevan, di mana daya tarik isi turut berperan dalam meningkatkan minat baca peserta didik (Ekayani, 2023). Dengan demikian, guru dan pengelola pendidikan perlu memperhatikan kriteria pemilihan bahan bacaan agar dapat meningkatkan minat peserta didik terhadap kegiatan literasi. Peserta didik akan lebih mungkin mengembangkan minat baca apabila mereka diberi kesempatan untuk memilih buku yang sesuai dengan ketertarikan serta relevan dengan pengalaman hidup mereka, karena kedekatan isi bacaan dengan diri mereka dapat menumbuhkan rasa ingin tahu dan keterlibatan yang lebih kuat. Pemilihan sumber belajar yang kurang tepat serta pembelajaran yang kurang kontekstual membuat peserta didik kesulitan dalam mengaitkan konsep-konsep sains yang dipelajari dengan situasi yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari, sehingga pemahaman mereka cenderung bersifat abstrak dan kurang bermakna secara kontekstual. Oleh karena itu, pendidik perlu menggunakan sumber belajar yang relevan dan mengintegrasikan materi dengan kehidupan (Fuadi *et al.*, 2020). Temuan ini sejalan dengan penelitian Suparya et al. (2022) yang menunjukkan bahwa rendahnya literasi sains peserta didik dapat dipengaruhi oleh pemilihan buku ajar yang kurang sesuai, di mana bahan ajar yang digunakan masih bersifat kurang interaktif sehingga belum mampu mendorong keterlibatan aktif dan pemahaman mendalam siswa terhadap konsep sains. Buku ajar yang digunakan peserta didik selama ini umumnya disusun secara linier, sehingga

penyajiannya masih terbatas dalam memberikan kesempatan yang cukup untuk mengembangkan literasi sains maupun melatih keterampilan berpikir kritis secara optimal pada diri peserta didik.

Berdasarkan berbagai temuan empiris tersebut, dapat disimpulkan bahwa tingkat literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik masih berada pada kategori rendah. Kondisi ini juga sejalan dengan hasil Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) di SMP Negeri 1 Kubutambahan yang menunjukkan kecenderungan serupa, sehingga mengindikasikan adanya tantangan dalam pengembangan kedua kompetensi tersebut. Di mana hasil literasi peserta didik yang berada pada kategori rendah selama tiga tahun terakhir yaitu dari tahun 2022 hingga 2024. Rendahnya kemampuan literasi pada AKM akan berdampak pada rendahnya literasi sains dan keterampilan berpikir kritis yang dimiliki peserta didik (Sinyanyuri *et al.*, 2022; Indriana & Ganesh, 2025). Hasil yang masih rendah tersebut mencerminkan adanya berbagai tantangan yang dihadapi, baik oleh guru maupun peserta didik, dalam proses pembelajaran, terutama terkait dengan upaya menciptakan pembelajaran yang efektif dan mampu mengembangkan kompetensi secara optimal. Salah satunya adalah keterbatasan sarana pendukung pembelajaran IPA. Sumber belajar utama yang digunakan peserta didik adalah buku Kurikulum Merdeka terbitan Kemendikbud Ristek tahun 2022. Buku tersebut lebih menekankan pada pemahaman konsep-konsep inti, sehingga memberikan ruang bagi guru untuk berkreasi dan berinovasi dalam merancang serta melaksanakan pembelajaran agar lebih bermakna. Namun pendekatan dalam buku ini juga menuntut guru untuk memiliki kompetensi pedagogik dan pemahaman yang kuat terhadap konsep serta konteks materi agar dapat mengembangkan pembelajaran

yang bermakna. Di samping itu, tantangan juga muncul bagi peserta didik yang membutuhkan penjelasan lebih rinci dan contoh konkret yang dekat dengan kehidupan.

Hasil temuan empiris dari berbagai penelitian terdahulu mengindikasikan bahwa rendahnya literasi sains dan keterampilan berpikir kritis dipengaruhi oleh keterbatasan bahan ajar yang relevan serta kurangnya penerapan pendekatan pembelajaran inovatif yang mendukung pengembangan kedua kemampuan tersebut. Pembelajaran IPA tidak cukup hanya menekankan pada penguasaan konsep secara teoritis, tetapi juga menuntut peserta didik untuk mampu menghubungkan konsep-konsep tersebut dengan fenomena yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan aplikatif (Kurniasih, 2020; Dendosi *et al.*, 2024). Untuk mewujudkan tujuan tersebut, diperlukan pengembangan bahan ajar yang mampu mendorong pembelajaran berlangsung secara aktif dan mandiri, sekaligus menghadirkan konteks yang relevan agar peserta didik dapat lebih mudah memahami serta mengaitkan materi dengan kehidupan nyata. Hal ini menuntut adanya inovasi pada pembelajaran IPA sehingga proses pembelajaran berlangsung secara lebih efektif dan memiliki makna yang mendalam. Salah satunya adalah pengembangan bahan ajar berupa modul. Modul dipandang sebagai bahan ajar yang sesuai karena memberi keleluasaan bagi peserta didik untuk mengatur proses belajarnya sendiri, baik dari segi kecepatan maupun cara belajar yang paling cocok bagi dirinya. Penyajian materi di dalamnya juga disusun secara runtut, sehingga membantu pemahaman secara bertahap. Di samping itu, keberadaan kegiatan belajar dan bentuk evaluasi di dalam modul turut mendorong peserta didik untuk lebih terlibat

secara aktif selama proses pembelajaran berlangsung (Famulaqih *et al.*, 2024; Alfiyansyah & Salito., 2025).

erkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong perubahan bentuk bahan ajar dari modul cetak menuju format digital yang dikenal sebagai e-modul. Bentuk ini tidak lagi terbatas pada media fisik, melainkan dapat diakses melalui berbagai perangkat elektronik. Di dalamnya juga disisipkan unsur-unsur interaktif yang dirancang untuk memperkaya pengalaman belajar, sekaligus memberikan keleluasaan bagi peserta didik untuk belajar kapan saja dan di mana saja. (Kemendikbud, 2017; Laili *et al.*, 2019). Kelebihan e-modul dibandingkan dengan modul cetak berbasis pada komunikasi dua arah yang memungkinkan terjadinya interaksi efektif dalam pembelajaran. Pemanfaatan e-modul dalam kegiatan pembelajaran merupakan langkah strategis dalam upaya pelestarian lingkungan karena mengurangi penggunaan kertas. Dengan menggunakan *handphone* peserta didik sudah dapat mengakses materi pelajaran (Puspitasari, 2019; Lastri, 2023). Penggunaan e-modul efektif meningkatkan literasi sains peserta didik karena memfasilitasi pembelajaran mandiri sehingga peran guru lebih terfokus pada bimbingan selama proses pembelajaran. Selain berkontribusi dalam meningkatkan literasi sains, e-modul juga menunjukkan potensi yang baik untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai media pembelajaran yang mampu mendukung penguatan keterampilan berpikir kritis peserta didik, sehingga layak digunakan dalam proses pembelajaran (Humairah *et al.*, 2023; Larifah *et al.*, 2023).

Penyampaian materi berbasis konteks dalam e-modul berpotensi meningkatkan partisipasi aktif peserta didik dalam proses pembelajaran (Afrianti

& Qohar, 2019; Rohmah *et al.*, 2022). Pembelajaran akan menjadi lebih aktif dan bermakna apabila e-modul, dikembangkan dengan menerapkan pendekatan, pendekatan, metode, maupun model pembelajaran yang relevan dengan tujuan pembelajaran (Dewi *et al.*, 2020). Pembelajaran IPA yang dikemas melalui pendekatan yang lebih inovatif dapat membuka ruang bagi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir pada tingkat yang lebih tinggi. Melalui proses ini, mereka tidak hanya memahami konsep, tetapi juga terlatih untuk menganalisis informasi, menilai berbagai gagasan, serta menemukan solusi atas permasalahan yang dihadapi (Suastra *et al.*, 2021). Di samping itu, ketika peserta didik dilibatkan secara langsung dalam kegiatan investigatif, kemampuan berpikir kritis mereka cenderung mengalami peningkatan (Santayasa *et al.*, 2021). Dalam hal ini, salah satu model pembelajaran yang dinilai efektif untuk mengembangkan literasi sains sekaligus keterampilan berpikir kritis adalah model POE (Sihite *et al.*, 2026; Mabruroh & Fanani, 2024; Zen *et al.*, 2019).

Model pembelajaran POE merupakan suatu pendekatan yang menitikberatkan pada keterlibatan peserta didik dalam proses konstruksi pengetahuan melalui tahapan penyusunan prediksi terhadap suatu persoalan, selanjutnya melakukan observasi untuk membuktikan prediksi tersebut dan terakhir menjelaskan hasil observasi dikaitkan dengan prediksi awal yang telah diberikan (White & Gunstone, 1992; Anggraini *et al.*, 2023; Lionanda *et al.*, 2023). Model pembelajaran POE yaitu dapat membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik tentang kebenaran konsep yang disampaikan guru karena terlibat secara langsung dalam proses verifikasi konsep melalui kegiatan observasi (Ozcan *et al.*, 2022).

Model pembelajaran POE berpotensi meningkatkan kemampuan literasi peserta didik, memberikan pemahaman yang mendalam serta meningkatkan kepekaan dan kesadaran peserta didik terhadap lingkungan (Chun *et al.*, 2023). Selain itu, model POE mampu meningkatkan ketertarikan dan peserta didik dalam menggali pengetahuan dan mengidentifikasi penyebab utama suatu permasalahan serta meningkatkan pemikiran analitis karena Setiap tahapan dalam model ini dirancang untuk memberi ruang bagi peserta didik agar terlibat langsung dalam aktivitas belajar, sehingga pengalaman yang diperoleh menjadi lebih konkret dan bermakna karena tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga bersentuhan dengan praktik nyata (Yuenyong & Chokchai., 2021). Model POE juga terbukti mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis yang dimiliki peserta didik (Azzahra *et al.*, 2024; Amaliah *et al.*, 2023; Anggraini *et al.*, 2023). Model pembelajaran POE secara khusus mengajak peserta didik untuk terlibat langsung dalam suatu situasi atau permasalahan. Jika hasil observasi tidak sesuai dengan dugaan awal, maka muncul konflik antara prediksi dan pengamatan, yang mendorong peserta didik untuk mengoreksi pemahaman mereka dari yang kurang tepat menjadi lebih akurat.

Penerapan model POE dapat berjalan lebih optimal apabila didukung dengan persiapan yang matang, khususnya dalam merancang persoalan yang mampu memotivasi peserta didik untuk aktif melakukan observasi (Rozana *et al.*, 2018). Sebelum mengimplementasikan model POE, guru diharapkan membantu peserta didik mengaitkan materi pembelajaran dengan situasi yang dekat dan relevan dengan kehidupan mereka, sekaligus perlahan membangun rasa percaya diri dalam memahami dan mengungkapkan kembali konsep yang dipelajari

(Safitri *et al.*, 2019). Penyajian persoalan pada tahap awal pembelajaran memiliki peran strategis dalam membangkitkan rasa ingin tahu dan memotivasi peserta didik, sekaligus mengungkap profil konsepsi awal yang dimiliki peserta didik (Azzahra *et al.*, 2024).

Integrasi permasalahan nyata dalam bahan ajar membantu peserta didik mengaitkan konsep sains dengan kehidupan sehari-hari sehingga pembelajaran lebih bermakna (Pujani *et al.*, 2025). Oleh sebab itu, diperlukan pengembangan inovasi dalam implementasi model POE, khususnya sebelum tahap *predict* agar peserta didik terdorong mengemukakan dugaan awal, mengekspresikan pemahaman, dan mengembangkan rasa ingin tahu terhadap fenomena yang dipelajari. Inovasi tersebut dapat dilakukan melalui integrasi isu-isu sosial yang bersifat kontekstual dan dekat dengan kehidupan nyata sehingga proses pembelajaran tidak semata-mata berorientasi pada penguasaan konsep sains secara teoretis, tetapi ada keterkaitannya dengan permasalahan nyata dalam masyarakat. Pendekatan yang memiliki potensi kuat untuk menstimulasi dugaan awal, rasa ingin tahu, dan keterkaitan konsep sains dengan permasalahan nyata adalah pendekatan SSI Jariah & Tien (2022). merupakan pendekatan pembelajaran yang mengangkat berbagai persoalan sosial yang bersifat kontroversial dan memiliki keterkaitan erat dengan konsep-konsep sains, sehingga peserta didik diajak untuk memahami ilmu pengetahuan dalam konteks permasalahan nyata di masyarakat sehingga mendorong peserta didik untuk membangun argumen, mengevaluasi bukti ilmiah, serta mengambil keputusan secara reflektif (Zeidler, 2003; Zeidler *et al.*, 2009; Kartika *et al.*, 2019). Karakteristik tersebut menjadikan SSI selaras dengan tahap *predict* dalam model POE karena mendorong peserta didik

mengemukakan dugaan awal berbasis pengetahuan awal dan pertimbangan sosial-ilmiah.

SSI memberikan sejumlah manfaat, salah satunya adalah meningkatkan pemahaman serta kesadaran ilmiah peserta didik. Melalui pendekatan ini, peserta didik diarahkan untuk tidak hanya memahami konsep sains, tetapi juga mampu menerapkan pengetahuan berbasis bukti tersebut dalam menghadapi berbagai situasi dalam kehidupan sehari-hari, (2) membentuk kesadaran sosial yang mendorong peserta didik untuk merefleksikan hasil pemikirannya, serta (3) meningkatkan kemampuan berargumentasi dalam proses berpikir dan penalaran ilmiah terhadap berbagai peristiwa atau kejadian yang muncul dalam kehidupan sosial di tengah masyarakat, (4) Selain itu, pendekatan ini juga berperan dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, yang tercermin dalam kemampuan mereka untuk menguraikan informasi, menarik kesimpulan, menjelaskan suatu konsep, menilai berbagai argumen, menafsirkan data atau situasi, serta mengatur dan mengendalikan proses berpikir mereka sendiri secara mandiri (*self-regulation*). Dengan mengintegrasikan fenomena berkaitan dengan SSI pada tahap *predict* maka prediksi Pendekatan ini tidak semata-mata berlandaskan pada konsep-konsep ilmiah, tetapi juga melibatkan pertimbangan terhadap dampak sosial, nilai-nilai etika, serta pengaruhnya terhadap lingkungan sekitar. Pembelajaran menjadi lebih bermakna ketika tidak hanya diarahkan pada penguasaan konsep sains, tetapi juga membentuk cara berpikir peserta didik agar lebih kritis dan peka terhadap realitas di sekitarnya. Dalam prosesnya, mereka tidak sekadar memahami teori, melainkan juga diajak melihat bagaimana sains berkaitan erat dengan persoalan sosial dan kondisi lingkungan yang nyata. Dengan

cara ini, peserta didik belajar mempertimbangkan berbagai dampak yang mungkin muncul dari suatu fenomena secara lebih menyeluruh.

Pendekatan SSI terbukti mampu meningkatkan literasi sains peserta didik karena pemahaman konsep ilmiah dibangun melalui keterkaitan dengan konteks kehidupan nyata (Chomsun *et al.*, 2024). Selain itu, pendekatan SSI juga berkontribusi dalam mengasah kemampuan berpikir kritis peserta didik, karena mereka dibiasakan untuk menilai suatu permasalahan berdasarkan bukti yang ada sebelum mengambil keputusan. Selain itu, proses ini turut menumbuhkan kepekaan terhadap isu-isu di sekitar sekaligus membangun rasa tanggung jawab sosial dalam menyikapi berbagai persoalan yang berkaitan dengan sains dan kehidupan masyarakat (Pratiwi *et al.*, 2021; Septiningrum *et al.*, 2021; López-Fernández *et al.*, 2022).

Berbagai penelitian mengenai pengembangan e-modul berbasis POE telah banyak dilakukan sebelumnya, sebagaimana ditunjukkan dalam hasil penelitian Arma, (2023) yang terungkap bahwa pengembangan e-modul IPA berbasis model pembelajaran POE dapat berkontribusi dalam meningkatkan kemampuan berpendapat kritis peserta didik. Di samping itu, Hidayah *et al.* (2023) dalam penelitiannya memperoleh hasil pengembangan e-modul berbasis POE mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Sejalan dengan penelitian Rosalina *et al.* (2023) yang terungkap penggunaan modul ajar yang dikombinasikan dengan model POE dapat menjadi salah satu strategi pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik, karena memberikan ruang bagi mereka untuk terlibat aktif dalam mengamati, memprediksi, dan menjelaskan fenomena secara lebih terarah.

Kajian penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pengembangan e-modul berbasis POE telah banyak dilakukan, namun belum ditemukan pengembangan e-modul POE yang secara eksplisit mengintegrasikan POE dengan SSI. Novelty dalam penelitian ini terletak pada pengembangan e-modul berbasis POE yang diintegrasikan dengan pendekatan SSI. Melalui pengembangan e-modul ini diharapkan mampu meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui pembelajaran yang dikemas secara lebih kontekstual, kritis, dan bermakna. Dengan demikian, e-modul ini diharapkan menjadi inovasi pembelajaran yang efektif dalam mendukung Kurikulum Merdeka serta meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia terutama pada pembelajaran IPA.

Mengingat pentingnya e-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI, literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik maka diperlukan pengembangan produk lebih lanjut melalui suatu penelitian yang berjudul: **Pengembangan E-modul IPA Berbasis *Predict Observe Explain* Terintegrasi *Socio-Scientific Issues* untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP**

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut.

- 1) Berdasarkan hasil PISA tahun 2022, terlihat bahwa kemampuan literasi sains serta keterampilan berpikir kritis peserta didik masih berada pada tingkat yang rendah, sehingga menunjukkan adanya kebutuhan untuk

perbaikan dalam proses pembelajaran.

- 2) Kurangnya penerapan pembelajaran yang kontekstual membuat perkembangan literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik belum dapat tercapai secara maksimal, karena materi yang dipelajari belum sepenuhnya terhubung dengan situasi nyata yang mereka alami sehari-hari.
- 3) Keterbatasan sumber belajar yang interaktif untuk menunjang pembelajaran di era digital berimplikasi pada rendahnya kemandirian dan keaktifan peserta didik, serta menjadikan proses pembelajaran kurang menarik dan kurang selaras dengan perkembangan teknologi.
- 4) Belum tersedia bahan ajar yang secara khusus mengadopsi model POE terintegrasi SSI pada pembelajaran IPA sehingga kesempatan untuk melatih literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik menjadi terbatas.
- 5) Ketersediaan bahan ajar yang mampu mendorong budaya literasi sains serta melatih keterampilan berpikir kritis masih relatif terbatas. Kondisi ini berdampak pada belum optimalnya pembelajaran IPA dalam mengembangkan kemampuan peserta didik untuk menganalisis berbagai fenomena serta menemukan solusi atas permasalahan berbasis sains yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, penelitian ini difokuskan pada pengembangan bahan ajar IPA yang bertujuan untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik SMP,

serta mendukung pembelajaran yang aktif di era digital. Solusi yang ditawarkan adalah dengan mengembangkan e-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI. E-modul POE terintegrasi SSI dirancang agar peserta didik dapat membuat prediksi dari suatu fenomena berbasis isu-isu sosial, melakukan observasi, dan menjelaskan fenomena berdasarkan bukti yang diperoleh. Integrasi SSI dalam e-modul ini tidak hanya memperkaya konteks pembelajaran dengan isu-isu nyata, tetapi juga menumbuhkan kesadaran sosial serta kemampuan pengambilan keputusan berbasis sains. Dengan demikian, peserta didik dapat memahami bahwa sains bukan hanya teori di dalam buku, tetapi memiliki dampak langsung terhadap masyarakat dan lingkungan. Di samping itu, saat ini belum ditemukan penelitian yang mengembangkan e-modul IPA dengan model POE terintegrasi SSI, sehingga peneliti memandang perlu untuk melakukan pengembangan e-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Bagaimanakah karakteristik e-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik SMP?
- 2) Bagaimanakah kevalidan e-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI?
- 3) Bagaimanakah kepraktisan e-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI?
- 4) Bagaimanakah keefektifan e-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Mendeskripsikan karakteristik e-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik SMP.
- 2) Menghasilkan e-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI yang memenuhi kevalidan e-modul untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik.
- 3) Menghasilkan e-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI yang memenuhi ketentuan kepraktisan e-modul untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik.
- 4) Menghasilkan e-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI yang memenuhi keefektifan e-modul untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik

1.6 Manfaat Penelitian

1) Manfaat Teoretis

Penelitian pengembangan ini diharapkan mampu memperluas wawasan dan memperkaya kajian dalam bidang pendidikan, khususnya terkait pengembangan e-modul IPA berbasis POE yang dipadukan dengan pendekatan SSI agar lebih sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang kontekstual dan relevan. Secara teoretis, temuan penelitian ini juga dapat memperkuat landasan konstruktivisme dan pembelajaran kontekstual

yang menegaskan bahwa pemahaman konsep sains terbentuk melalui proses belajar aktif yang berangkat dari pengalaman bermakna dalam kehidupan nyata. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi tambahan referensi bahan ajar IPA dalam bentuk e-modul berbasis POE terintegrasi SSI yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar di sekolah.

2) Manfaat Praktis

a) Bagi Peserta Didik

E-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI dirancang dengan petunjuk penggunaan yang jelas. Peserta didik dapat merasakan proses belajar yang lebih terlibat secara langsung, di mana materi tidak hanya dipahami secara teori, tetapi juga dikaitkan dengan situasi nyata sehingga pengalaman belajar menjadi lebih bermakna dan kontekstual, sekaligus difasilitasi untuk mengembangkan kemandirian dalam mengeksplorasi materi pembelajaran. Di samping itu, pengembangan e-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI tidak hanya keterampilan berpikir kritis, literasi sains, tetapi juga kesadaran sosial dan lingkungan. Pendekatan digital pada e-modul ini dapat memberikan kemudahan pada peserta didik agar dapat mengakses materi dimanapun.

b) Bagi guru

E-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI diharapkan dapat menjadi solusi inovatif bagi guru dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sains. Modul ini mempermudah guru dalam menyampaikan materi, dan pengembangan literasi sains yang kontekstual

dan relevan.

c) Bagi sekolah

Pengembangan E-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI diharapkan dapat meningkatkan mutu pembelajaran di sekolah, tidak hanya dalam aspek pemahaman sains, tetapi juga dalam membentuk generasi yang berpikir kritis, memiliki literasi sains yang baik, serta siap menghadapi tantangan global.

d) Bagi peneliti lain

Penelitian pengembangan e-modul IPA berbasis POE yang dipadukan dengan SSI diharapkan dapat menjadi rujukan bagi peneliti lain dalam merancang dan mengembangkan berbagai media pembelajaran inovatif yang lebih bervariasi dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

1.7 Spesifikasi Pengembangan

Produk penelitian ini berupa e-modul POE terintegrasi SSI dengan spesifikasi sebagai berikut.

- 1) E-modul yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan e-modul yang berbasis POE terintegrasi SSI yang memuat materi listrik, magnet dan sumber energi alternatif, serta dirancang untuk digunakan oleh peserta didik kelas IX yang disusun selaras dengan capaian pembelajaran pada Kurikulum Merdeka.
- 2) E-modul POE terintegrasi SSI meliputi materi listrik, magnet dan sumber energi alternatif, materi, contoh soal, latihan soal, evaluasi mandiri (*self-evaluation*) serta kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan sintaks model

POE terintegrasi SSI.

- 3) E-modul yang dikembangkan di desain menggunakan media *canva*. E-modul ini dapat dimanfaatkan oleh guru maupun peserta didik dengan menggunakan perangkat keras berupa PC, laptop, atau HP.

1.8 Asumsi Pengembangan

Pengembangan e-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI didasarkan pada beberapa asumsi sebagai berikut.

- 1) Peserta didik kelas IX memiliki akses terhadap perangkat digital seperti *handphone* dan internet untuk menggunakan e-modul.
- 2) Peserta didik aktif mengikuti perkembangan di media sosial sehingga mengetahui berbagai isu terbaru, jika didukung oleh lingkungan yang mendorong penggunaan media sosial secara positif dan edukatif.
- 3) Tersedia infrastruktur, seperti akses *wifi* dan perangkat yang menunjang proses pembelajaran digital.
- 4) Materi tentang listrik, magnet dan sumber energi alternatif layak disajikan dalam konteks isu-isu sosial yang relevan, seperti krisis energi listrik.

Batasan pengembangan e-modul IPA berbasis POE terintegrasi SSI sebagai berikut.

- 1) E-modul yang disusun dalam penelitian ini dibatasi pada materi IPA kelas IX yaitu Listrik Magnet dan Sumber Energi Alternatif.
- 2) Uji efektivitas produk dalam penelitian ini dibatasi pada penggunaan *pre-experimental design* dengan rancangan *one group pretest-posttest*.

- 3) Pengembangan e-modul ini dibatasi pada tahap pengembangan (*develop*) dan hanya dilakukan melalui uji coba terbatas.

1.9 Definisi Konseptual

Penjelasan istilah dalam penelitian ini disajikan untuk menyamakan pemahaman antara peneliti dan pembaca, sehingga dapat menghindari perbedaan penafsiran. Adapun istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut.

- 1) E- Modul

E-modul merupakan bahan ajar berbasis elektronik yang dirancang secara sistematis dan terstruktur dan interaktif, dapat diakses melalui perangkat digital, serta mengintegrasikan teks, gambar, video, animasi, atau tautan (*link*) eksternal untuk memperkaya pemahaman peserta didik (Kemendikbud, 2017).

- 2) Model POE

merupakan pendekatan pembelajaran konstruktivistik yang terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu memprediksi, mengamati, dan menjelaskan (White & Gunstone, 1992). Penerapan model POE dalam pengembangan e-modul digunakan sebagai sarana untuk memfasilitasi peserta didik untuk meningkatkan literasi sains serta keterampilan berpikir kritis.

- 3) Pendekatan SSI

Pendekatan SSI dalam penelitian ini merupakan pendekatan pembelajaran yang menggunakan isu-isu ilmiah yang bersifat kontroversial dan memiliki keterkaitan dengan kehidupan sosial (Zeidler,

2003). Pendekatan ini digunakan sebagai konteks dalam pengembangan e-modul POE-SSI.

1.10 Definisi Operasional

Definisi operasional ini menjelaskan bagaimana setiap konsep dalam penelitian diwujudkan, diukur, dan diamati selama proses penelitian berlangsung. Adapun definisi operasional yang terlibat dalam penelitian ini sebagai berikut.

1) Literasi sains

Literasi sains dalam penelitian ini diartikan sebagai skor yang diperoleh peserta didik berdasarkan hasil pengukuran menggunakan instrumen penilaian yang disusun sesuai dengan indikator literasi sains, yang mencakup menjelaskan fenomena secara ilmiah, merancang, dan mengevaluasi desain untuk penyelidikan ilmiah dan menafsirkan data dan menggunakan bukti ilmiah secara kritis melalui kegiatan menelaah, mengevaluasi, serta memanfaatkan informasi ilmiah dalam proses pengambilan keputusan dan tindakan.

2) Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis adalah skor yang diperoleh peserta didik melalui instrumen penilaian yang disusun berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis yaitu: memberikan penjelasan sederhana, dasar mengambil sebuah keputusan (*basic support*), menyimpulkan (*inference*), klarifikasi lanjutan (*advanced clarification*), strategi dan taktik (*Strategies and tactics*).