

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi informasi telah membawa dampak besar pada dunia pendidikan, salah satunya dalam penyediaan bahan ajar. Media pembelajaran konvensional seperti buku paket dan Lembar Kerja Siswa (LKS) dinilai kurang menarik serta belum sepenuhnya mampu memfasilitasi gaya belajar siswa abad ke-21 yang menuntut interaktivitas, kemandirian, dan akses fleksibel (Pramana dkk., 2020). Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar yang lebih inovatif, salah satunya berupa e-modul. E-modul adalah bahan ajar yang disusun dalam bentuk unit pembelajaran kecil untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu dan disajikan secara digital (Prastowo, 2014). E-modul memiliki keunggulan dibandingkan modul cetak karena dapat memuat teks, gambar, animasi, maupun tautan interaktif yang mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar (Pramana dkk., 2020). Namun, e-modul memiliki kekurangan yakni keterbatasan akses terhadap perangkat elektronik dan jaringan internet. Selain itu, hambatan lain adalah kurangnya instruksi dan kemampuan guru untuk membuat dan mengelola e-modul (Erdi & Padwa, 2021; Herdiana dkk., 2021).

Maka dari itu, keberadaan e-modul saja tidak cukup tanpa didukung model pembelajaran yang tepat. Salah satu model yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran abad 21 adalah *Problem Based Learning* (PBL). Karakteristik *problem-based learning* adalah fokus interdisipliner, inkuiri otentik, menghasilkan karya nyata yang biasanya berbentuk laporan, dan kolaborasi (Pramana dkk., 2020). Model ini terdiri dari lima tahap: (1) orientasi masalah (2) mengorganisasi siswa (3) membimbing penyelidikan (4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya (5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Arends, 2012). PBL juga dapat meningkatkan fokus belajar siswa sebab, melalui PBL, siswa dituntut untuk mencari sumber-sumber belajar sesuai dengan yang diinginkannya. Hal tersebut menjadikan siswa lebih semangat dan termotivasi dalam belajar (Setiabudi dkk., 2022). Meski PBL memiliki banyak manfaat, implementasinya tidak tanpa hambatan. Kekurangan pelatihan guru dan pengalaman mengajar PBL dapat

menghambat keberhasilan penerapan model ini (Saputra, 2020; Widiawati dkk., 2022). Ketersediaan fasilitas pendukung, seperti laboratorium dan bahan ajar interaktif, menjadi faktor pembatas lain dalam penerapan PBL. Oleh sebab itu, pengembangan bahan ajar digital dan peningkatan fasilitas menjadi prioritas agar PBL dapat berjalan maksimal (Maulidia dkk., 2019). Dengan mengintegrasikan e-modul dalam PBL, peserta didik tidak hanya memperoleh materi pembelajaran, tetapi juga dilatih untuk aktif mengonstruksi pengetahuan melalui penyelesaian masalah nyata.

Salah satu kompetensi penting yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran berbasis PBL adalah literasi sains. Literasi sains adalah kemampuan seseorang melibatkan diri pada isu-isu sains, serta kemampuannya mengusulkan ide-ide sains dengan sigap dan cerdas (Alatas & Fauziah, 2020). *Programme for International Student Assessment* (PISA) adalah sebuah bentuk asesmen yang dilaksanakan oleh OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) setiap tiga tahun sekali. PISA menilai beberapa hal dalam dunia pendidikan, salah satunya terkait literasi sains. Hasil PISA terhadap keikutsertaan Indonesia dalam penilaian literasi sains tahun 2018 memperlihatkan skor yang rendah, yakni sebesar 396 poin. Poin tersebut lebih rendah 37 poin dari rata-rata skor ASEAN (OECD, 2019). Indonesia mendapatkan skor rata-rata literasi sains sebesar 383 poin pada PISA 2022, yang menempatkan Indonesia di peringkat 67 dari 81 negara peserta (OECD, 2023). Skor ini mengalami penurunan dibandingkan PISA 2018 sebanyak 13 poin. Kondisi ini menuntut adanya inovasi pembelajaran yang mampu menumbuhkan literasi sains siswa melalui pengalaman belajar yang bermakna, interaktif, dan kontekstual.

Materi Energi Baru Terbarukan (EBT) merupakan salah satu topik yang sangat relevan untuk dikaitkan dengan pengembangan literasi sains. EBT memiliki nilai strategis dalam mendukung ketahanan energi nasional dan mewujudkan pembangunan berkelanjutan. EBT tidak hanya mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, tetapi juga membuka peluang besar untuk pengembangan ekonomi lokal, khususnya melalui pengelolaan energi berbasis komunitas (Hakim dkk., 2022). Pemahaman terhadap konsep ini menjadi sangat

relevan untuk dikenalkan di dunia pendidikan, terutama dalam rangka meningkatkan literasi sains peserta didik dan kesadaran akan pentingnya menjaga lingkungan hidup melalui energi yang ramah lingkungan. Dengan menggunakan e-modul berbasis PBL, materi EBT dapat disajikan dalam bentuk permasalahan kontekstual sehingga mendorong peserta didik untuk berpikir kritis, memecahkan masalah, serta mengaitkan pengetahuan dengan kehidupan sehari-hari.

Analisis kebutuhan bahan ajar dilakukan pada SMA Al Ma'soem Jatinangor melalui beberapa tahap. Tahap pertama melalui wawancara terhadap satu orang guru fisika SMA Al Ma'soem beserta dengan perwakilan peserta didik, kemudian observasi kelas yakni pemberian soal literasi sains dan angket kepada 40 peserta didik. Berdasarkan hasil wawancara guru fisika, didapat pernyataan bahwa materi fisika biasa disampaikan melalui demonstrasi, ceramah dan diskusi, dengan demonstrasi sebagai metode paling sering digunakan. Selain itu, bahan ajar yang sering dipakai guru juga berupa bahan ajar konvensional seperti buku dan LKS. Adapun bahan ajar digital berupa *slide powerpoint*, *virtual lab*, dan *quiziz*, yang dianggap menarik oleh peserta didik. Tes kemampuan literasi sains peserta didik pernah dilaksanakan oleh guru, namun hasilnya kurang memuaskan, bahkan jauh dari yang diharapkan. Berdasarkan hasil wawancara terhadap salah satu peserta didik, didapat pernyataan bahwa benar bahan ajar yang digunakan berupa Bahan ajar yang digunakan berupa buku paket atau LKS berisi soal-soal fisika, belum ada e-modul yang berbasis PBL dilaksanakan dalam pembelajaran. Guru juga lebih mendominasi pelajaran, meski terkadang melakukan praktikum laboratorium. Selain itu, waktu belajar juga dirasa sedikit, tidak cukup untuk mempelajari materi yang sangat banyak. Peserta didik juga mendapat kesulitan bertanya pada guru karena banyak murid lain yang bertanya. Hal tersebut menunjukkan adanya kesulitan murid untuk memanfaatkan waktu belajar mandiri di rumah.

Tahap selanjutnya adalah penyebaran angket dan tes literasi sains. Angket disebarakan kepada 40 siswa SMA jurusan MIPA SMA Al Ma'soem. Sebanyak 73,33% responden menyatakan sudah menggunakan bahan ajar fisika berupa modul, LKS/LKPD, atau buku paket untuk menunjang pembelajaran. Hal ini menunjukkan kategori baik (Sugiyono, 2017). Kemudian, 86,66% responden menyatakan

ketertarikan untuk menggunakan bahan ajar fisika dalam bentuk digital, seperti e-modul, video, atau aplikasi. Persentase ini termasuk dalam kategori sangat baik. Selanjutnya, 66,66% responden merasa lebih memahami materi ketika menggunakan bahan ajar interaktif. Angka ini berada pada kategori baik. Selain itu, 81,33% responden menyatakan ingin belajar fisika melalui bahan ajar yang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari. Persentase tersebut tergolong sangat baik. Terakhir, 96,67% responden menegaskan membutuhkan bahan ajar yang memungkinkan mereka belajar secara mandiri di rumah. Hasil ini termasuk kategori sangat baik.

Tahap yang berikut adalah tes literasi sains. Uji coba soal dilakukan pada peserta didik SMA kelas X MIPA 4 Al Ma'soem, Jatinangor, Jawa Barat. Peserta didik diberikan empat butir pertanyaan mengenai literasi sains yang direduksi dari skripsi (Syahbani, 2020) dan penelitian literasi sains (Rochman dkk., 2018) pada materi energi baru terbarukan. Aspek pertama yaitu proses, butir pertanyaan dalam aspek ini menguji kemampuan peserta didik dalam mendiskripsikan energi baru terbarukan. Aspek kedua yaitu konteks, butir pertanyaan dalam aspek ini menguji kemampuan peserta didik dalam mengaplikasikan energi baru terbarukan pada kehidupan sehari-hari. Aspek ketiga yaitu konten, butir pertanyaan dalam aspek ini menguji kemampuan peserta didik dalam pemahamannya terkait konsep atau cara kerja energi baru terbarukan. Jumlah peserta didik yang terlibat sebanyak 30 orang. Hasil studi pendahuluan tertulis pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Literasi EBT Siswa SMA Al Ma'soem

Aspek	Rata-Rata Skor	Kategori
Proses	34,17	Rendah
Konteks	32,50	Rendah
Konten	29,17	Rendah
Rata-Rata	23,96	Rendah

Tabel 1.1 menunjukkan bahwa hasil literasi sains peserta didik kelas X MIPA berada pada rentang 20–40. Nilai pada rentang ini termasuk dalam kategori rendah (Rochman dkk., 2017), dan aspek proses, konteks, dan konsep berada pada rentang 40–60 termasuk dalam kategori sedang.

Penelitian yang pernah dilakukan Kimianti (2019) menyatakan bahwa e-modul berbasis PBL mampu meningkatkan literasi sains siswa, menggunakan perangkat lunak bernama Moodle. Penelitiannya, menggunakan metode R&D (*Research & Design*), hanya sampai tahap pengembangannya saja hingga validasi ahli, guru dan siswa, dan belum sampai diimplementasikan dalam pembelajaran (Kimianti & Prasetyo, 2019). E-Modul yang dikembangkan oleh Kimianti termasuk dalam kategori sangat baik dari segi materi maupun media.

Terdapat penelitian lain oleh Pramana (2020) yang mengembangkan E-modul berbasis PBL dengan metode penelitian ADDIE. E-modul yang dikembangkan oleh Pramana hanya sampai tahap pengembangan dan selesai dengan validasi ahli materi, desain, uji coba per orang, dan uji coba kelompok kecil; semua nilai mencapai lebih dari 90% (Pramana dkk., 2020).

Selain itu, Arafani dkk. (2025) mengembangkan e-modul IPA berbasis PBL dengan dukungan Heyzine Flipbook dan memperoleh hasil validasi ahli dengan kategori sangat valid (>85%). Inovasi penggunaan Heyzine membuat modul lebih interaktif dibanding bahan ajar konvensional. Namun, penelitian ini hanya berhenti pada tahap validasi tanpa uji coba kepraktisan dan efektivitas di kelas. Hal ini menjadi keterbatasan karena belum ada bukti empiris mengenai peningkatan literasi sains siswa.

Peneliti menggunakan *flipbook online* untuk membuat e-modul ini untuk membedakan penelitian ini dari penelitian sebelumnya. *Flipbook* ini berupa *file html5*, dan dapat dibagikan langsung kepada peserta didik dalam bentuk tautan menuju situs *Heyzine Flipbook*.. Selama proses ini, peserta didik akan membutuhkan koneksi internet. Berbeda dari penelitian yang dilakukan Arafani dkk. (2025), penelitian ini akan sampai pada tahap implementasi dan evaluasi, sehingga mendapatkan data peningkatan literasi sains sebelum dan setelah penggunaan e-modul berbasis PBL. Berdasarkan latar belakang dan studi pendahuluan yang telah dipaparkan, serta menjawab analisis kebutuhan yang telah dilakukan, maka penelitian ini berjudul **“Pengembangan E-Modul Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Energi Baru Terbarukan untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik.”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kelayakan e-modul *problem based learning* yang digunakan dalam peningkatan literasi sains energi baru terbarukan kelas X MIPA SMA Al Ma'soem?
2. Bagaimana keterlaksanaan penggunaan e-modul *problem based learning* yang digunakan dalam peningkatan literasi sains energi baru terbarukan kelas X MIPA SMA Al Ma'soem?
3. Bagaimana peningkatan literasi peserta didik kelas X MIPA SMA Al Ma'soem setelah menggunakan e-modul *problem based learning* materi energi baru terbarukan?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, tujuan penelitian adalah untuk mengetahui:

1. Kelayakan e-modul *problembased learning* untuk digunakan dalam peningkatan literasi sains kelas X MIPA SMA Al Ma'soem.
2. Keterlaksanaan e-modul *problem-based learning* untuk digunakan dalam peningkatan literasi sains kelas X MIPA SMA Al Ma'soem.
3. Peningkatan literasi peserta didik kelas X MIPA SMA Al Ma'soem setelah menggunakan e-modul *problem-based learning* materi energi baru terbarukan.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada dua kategori sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian dalam bidang pengembangan bahan ajar, khususnya terkait dengan integrasi e-modul dalam pembelajaran berbasis teknologi.
 - b. Hasil penelitian ini dapat memperkuat teori bahwa penerapan *Problem Based Learning* (PBL) dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan literasi sains peserta didik.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi peneliti

Peneliti dapat menemukan kebaruan dan menyelesaikan masalah melalui analisis, sehingga pengetahuan yang dipelajari di kelas dapat diterapkan di dunia nyata.

b. Bagi guru

Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi dalam menentukan model pembelajaran yang mampu meningkatkan literasi sains siswa, serta menciptakan suasana belajar yang lebih menarik.

c. Bagi peserta didik

Penelitian ini diharapkan memberikan pengalaman belajar yang bermakna dan menyenangkan dalam mempelajari materi Energi Baru Terbarukan, serta membantu meningkatkan literasi sains secara lebih efektif melalui penerapan e-modul berbasis *Problem Based Learning*.

E. Definisi Operasional

Perlu adanya pemahaman yang sama antara pembaca dan penulis mengenai makna dan arti untuk setiap istilah dalam penelitian ini, maka dituliskan uraian istilah-istilah tersebut di bawah ini.

1. E-Modul *Problem Based Learning*

Bahan ajar fisika yang dikembangkan dalam penelitian ini ada sebuah E-Modul, yakni modul bahan ajar yang berbentuk media elektronik dan berbasis PBL. PBL atau *problem based learning* adalah metode pembelajaran yang bersifat *student-centered*, yakni peserta didik sebagai pusat dari pembelajaran. Melalui PBL, peserta didik memanfaatkan kecerdasan dari diri sendiri, kelompok orang dan dari lingkungan sekitar untuk menyelesaikan masalah yang bermakna, relevan dan terkontekstual. Model ini terdiri dari lima tahap: (1) orientasi masalah (2) mengorganisasi siswa (3) membimbing penyelidikan (4) menyajikan hasil penyelesaian masalah (5) menganalisis dan mengevaluasi proses. Keterlaksanaan setiap tahapan tersebut diukur menggunakan lembar observasi yang diisi oleh satu *observer* untuk tiga pertemuan. Masing-masing pertemuan memiliki 15 tahapan kegiatan guru, dan 14 tahapan kegiatan peserta didik. Kelayakan e-modul diukur

menggunakan lembar validasi yang diisi oleh tiga validator; ahli media, ahli materi, dan praktisi pembelajaran.

2. Kemampuan Literasi Sains

Pada penelitian ini, kemampuan literasi sains adalah kemampuan peserta didik untuk memproses data saintifik dan menggunakan informasi tersebut untuk memecahkan masalah masyarakat. Kemampuan literasi sains yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari *framework* PISA 2018. Aspek yang digunakan hanya aspek kognitif, yakni (1) Menjelaskan fenomena secara ilmiah (2) Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah (3) Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah. Instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan literasi sains adalah soal uraian sejumlah empat butir.

3. Energi Baru Terbarukan

Materi energi baru terbarukan merupakan materi pembelajaran mata pelajaran Fisika SMA kelas X fase E. Capaian pembelajaran Fisika fase E adalah: Peserta didik mampu mendeskripsikan gejala alam dalam cakupan keterampilan proses dalam pengukuran, perubahan iklim dan pemanasan global, pencemaran lingkungan, energi alternatif, dan pemanfaatannya. Materi pokok yang dibahas adalah energi surya, energi angin, dan biomassa.

F. Kerangka Berpikir

Analisis kebutuhan dilakukan pada guru dan peserta didik SMA Al Ma'soem Jatinangor dengan melakukan wawancara guru, angket kebutuhan bahan ajar, dan uji coba soal literasi sains energi baru terbarukan. Sebagai hasil dari wawancara yang dilakukan dengan guru fisika, terlihat bahwa guru masih menggunakan media konvensional seperti buku cetak dan papan tulis. Selain itu, guru menunjukkan minat untuk menggunakan modul elektronik yang menyajikan materi Energi Baru Terbarukan. Angket yang disebarkan kepada siswa jurusan MIPA SMA Al Ma'soem menunjukkan hasil bahwa peserta didik menginginkan bahan ajar yang dapat dibuka dari berbagai macam alat elektronik, salah satunya ponsel. Uji coba soal yang dilaksanakan pada 30 siswa SMA kelas XI MIPA 4 Al Ma'soem menunjukkan kurangnya kemampuan literasi sains energi baru terbarukan peserta didik dengan nilai rata-rata sebesar 37,5 dari nilai maksimum

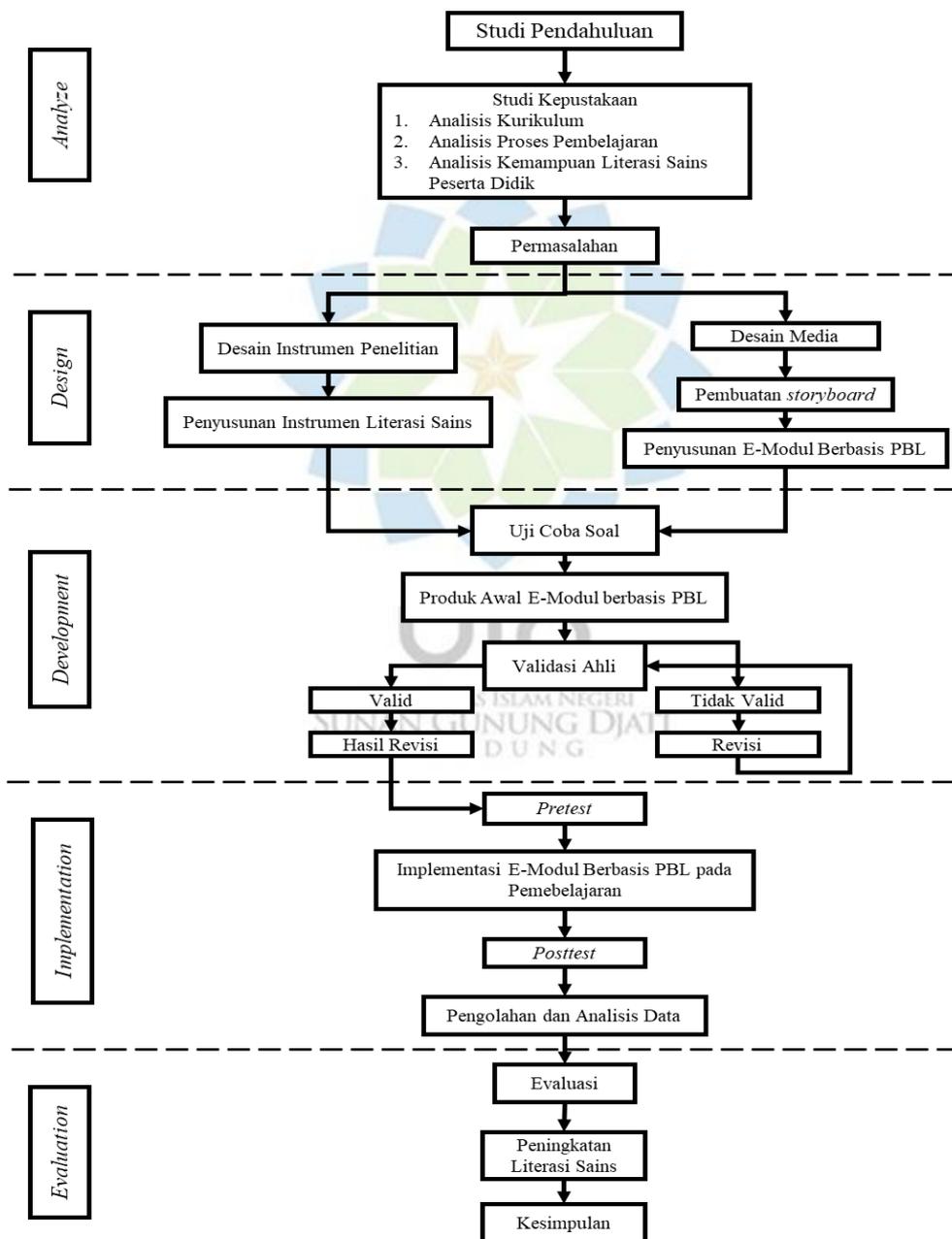
100. Solusi untuk meningkatkan kemampuan literasi sains EBT peserta didik SMA Al Ma'soem yang rendah, dilakukan pengembangan bahan ajar berupa e-modul berbasis PBL.

E-modul adalah sebuah bahan ajar yang berbasis alat-alat digital (elektronik) seperti teks, gambar, animasi, grafik, dan video yang dapat diakses melalui perangkat elektronik seperti komputer, laptop, tablet, dan *smartphone*. E-modul dapat tercantum sebuah tautan yang terhubung dengan berbagai macam materi ajar guru dan siswa (Herdiana dkk., 2021); fitur-fitur menarik dalam e-modul tersebut dapat menciptakan kegiatan belajar yang interaktif. Penggunaan e-modul dalam pembelajaran mampu meningkatkan pemahaman peserta didik juga baik dalam memberikan umpan balik terhadap guru (Pramana dkk., 2020). Selain itu, e-modul sebagai bahan ajar memiliki dampak signifikan terhadap peningkatan kualitas pembelajaran.

E-modul ini diimplementasikan dengan metode pembelajaran PBL yang dikaitkan dengan indikator literasi sains. Sintaks PBL yang digunakan dalam penelitian berasal dari Arends, R. I. dalam bukunya *Learning to Teach* (2012). Tahap-tahap kegiatan peserta didik dari sintaks PBL yang dirujuk ada lima, (1) mengorientasi masalah; (2) mengorganisasi peserta didik; (3) membimbing penyelidikan individu/kelompok; (4) mengembangkan dan menyajikan hasil penyelesaian masalah; (5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Metode PBL diimplementasikan pada e-modul untuk melatih kemampuan literasi sains siswa.

Indikator literasi sains harus dikaitkan dengan metode pembelajaran untuk mewujudkan pembelajaran yang mampu meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik, serta mengukur kemampuan tersebut. Indikator literasi sains yang digunakan merujuk pada kompetensi sains aspek kognitif yang ada pada *framework* PISA 2018, (1) Menjelaskan fenomena secara ilmiah; (2) Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah; (3) Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah (OECD, 2019). Kemampuan literasi sains peserta didik perlu ditingkatkan dengan menggunakan e-modul berbasis PBL.

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan *pretest* untuk mengukur kemampuan awal literasi sains peserta didik. Selanjutnya, dilakukan proses pembelajaran dengan bahan ajar e-modul berbasis PBL. Usai pelaksanaan proses pembelajaran, dilaksanakan *posttest* untuk mengetahui adanya perubahan dalam kemampuan literasi sains peserta didik. Kerangka pemikiran penelitian ini tersaji dalam bentuk bagan konsep pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka Berpikir Penelitian

G. Hipotesis Penelitian

H₀: Tidak terdapat perbedaan peningkatan literasi sains siswa sebelum dan sesudah menggunakan e-modul *problem based learning* pada materi EBT.

H_a: Terdapat perbedaan peningkatan literasi sains siswa sebelum dan sesudah menggunakan e-modul *problem based learning* pada materi EBT.

H. Hasil Penelitian Terdahulu yang Relevan

Berdasarkan hasil pencarian berbagai referensi penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini, didapat beberapa hasil sebagai berikut:

1. Kimianti & Prasetyo (2019) mengembangkan sebuah e-modul berbasis PBL untuk meningkatkan literasi sains siswa, menggunakan perangkat lunak bernama *Moodle* dalam pengembangannya. Penelitiannya, menggunakan metode R&D, hanya sampai tahap pengembangannya saja hingga validasi ahli, guru dan siswa, dan belum sampai diimplementasikan dalam pembelajaran. E-modul yang dikembangkan oleh Kimianti termasuk dalam kategori sangat baik dari segi materi maupun media.
2. Pramana (2020) mengembangkan sebuah e-modul berbasis PBL dengan metode penelitian ADDIE. E-modul yang dikembangkan oleh Pramana hanya sampai tahap pengembangan saja hingga validasi ahli materi, desain, uji coba perorang, uji coba kelompok kecil dengan nilai di kategori semuanya >90% (sangat baik).
3. Agustia & Fauzi (2020) mengembangkan e-modul berbasis PBL yang mengintegrasikan materi fisika SMA dengan mitigasi bencana kebakaran. Penelitian yang dilakukan Agustia melalui 3 tahap, tahap studi pendahuluan, tahap pengembangan dan tahap asesmen. Analisis data menggunakan rumus N-Gain dan ternilai efektif.
4. Mayanty (2020) melakukan penelitian pendekatan kuantitatif untuk mencari keefektifan e-modul berbasis PBL terhadap keterampilan proses sains siswa SMA. Hasil yang didapat dalam penelitian ini terbukti bahwa e-modul PBL mampu meningkatkan keterampilan proses sains meskipun penyebaran efektif dari penanganan pada kelas yang dapat penanganan hanya sekitar 10,6%, tapi ini sudah mampu memotivasi siswa untuk belajar.

5. Setiabudi (2022) mendesain sebuah e-modul berbasis PBL untuk materi program linear. Desain E-Modul didasarkan pada *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT). Penelitian dilakukan menggunakan metode Design Research enam tahap. Data dikumpulkan menggunakan wawancara. Respon yang didapat dari peserta didik sebanyak 87% baik dan guru 93% baik. Setelah diuji oleh kepada 10 peserta didik, sebanyak 8 anak mendapat nilai di atas KKM yang menunjukkan adanya keefektifan E-Modul untuk siswa SMA.
6. Mahmudah, Noer, dan Rahayu (2022) meneliti profil kemampuan berpikir kritis siswa melalui implementasi e-modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL). Penelitian ini menggunakan desain one shot case study pada siswa kelas VII di salah satu MTs dengan instrumen berupa tes uraian kemampuan berpikir kritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 61,13% siswa berada pada kategori sangat tinggi, 35,48% pada kategori tinggi, dan 3,22% pada kategori sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan e-modul berbasis PBL efektif dalam melatih dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran IPA.
7. Nila dan Mustika (2022) mengembangkan e-modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi organ gerak hewan dan manusia kelas V SD. Penelitian ini menggunakan metode R&D dengan model ADDIE. Instrumen berupa angket validasi yang melibatkan ahli materi, ahli desain, dan ahli bahasa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memperoleh penilaian sangat valid, dengan rincian validasi ahli materi sebesar 91,7%, validasi ahli desain 92,5%, dan validasi ahli bahasa 89,9%. Dengan demikian, e-modul berbasis PBL ini layak digunakan sebagai bahan ajar IPA di sekolah dasar untuk membantu meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman siswa.
8. Penelitian yang dilakukan oleh Zhafirah, Erna, dan Rery (2021) menguji efektivitas e-modul hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Penelitian ini menggunakan desain pre-eksperimen one group pretest-posttest dengan instrumen berupa tes pemecahan masalah. Hasil uji paired sample t-test

menunjukkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$, yang berarti terdapat perbedaan signifikan kemampuan pemecahan masalah sebelum dan sesudah penggunaan e-modul. Nilai rata-rata *N-Gain* sebesar 0,575 termasuk kategori sedang, dengan peningkatan tertinggi pada indikator memahami masalah (0,831 kategori tinggi). Hasil ini menunjukkan bahwa e-modul berbasis PBL pada materi hidrokarbon efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

9. Musyarofah dan Fitrihidajati (2025) mengembangkan e-modul berbasis Problem Based Learning (PBL) pada materi komponen ekosistem untuk melatih kemampuan literasi sains siswa kelas X SMA. Jenis penelitian ini merupakan R&D dengan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Subjek uji coba penelitian adalah 21 siswa kelas X MA Ibnu Husain Surabaya. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi ahli, lembar observasi keterlaksanaan, serta angket respon siswa. Hasil validasi yang meliputi aspek penyajian, isi, kesesuaian dengan sintaks PBL, kesesuaian dengan indikator literasi sains, dan kebahasaan memperoleh rata-rata sebesar 97,4% dengan kategori sangat valid. Kepraktisan e-modul ditinjau dari hasil observasi keterlaksanaan siswa diperoleh rata-rata 88,9% dengan kategori sangat praktis, sedangkan angket respon siswa menunjukkan persentase 97,9% dengan kategori sangat positif. Berdasarkan hasil tersebut, e-modul berbasis PBL pada materi ekosistem dinyatakan valid, praktis, dan layak digunakan dalam pembelajaran untuk melatih kemampuan literasi sains peserta didik.
10. Arafani dkk. (2025) mengembangkan e-modul IPA berbasis PBL dengan dukungan Heyzine Flipbook dan memperoleh hasil validasi ahli dengan kategori sangat valid (>85%). Inovasi penggunaan Heyzine membuat modul lebih interaktif dibanding bahan ajar konvensional. Namun, penelitian ini hanya berhenti pada tahap validasi tanpa uji coba kepraktisan dan efektivitas di kelas. Hal ini menjadi keterbatasan karena belum ada bukti empiris mengenai dampak modul terhadap motivasi, keterlibatan, maupun peningkatan literasi sains siswa. Dengan demikian, penelitian ini memberi landasan penting,

tetapi masih memerlukan pengujian lebih lanjut di lapangan agar hasilnya lebih komprehensif.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan e-modul berbasis PBL untuk meningkatkan literasi sains maupun keterampilan berpikir kritis peserta didik. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh Musyarofah & Fitrihidajati (2025) mengembangkan e-modul PBL pada materi ekosistem dan memperoleh hasil sangat valid, praktis, serta mendapat respon positif dari siswa. Penelitian serupa oleh Kaniyah, Purnamasari, & Siswanto (2022) juga menunjukkan bahwa e-modul berbasis PBL efektif meningkatkan literasi sains siswa sekolah dasar dengan kategori peningkatan sedang berdasarkan analisis *N-gain*. Sementara itu, penelitian oleh Mahmudah, Noer, & Rahayu (2022) membuktikan bahwa implementasi e-modul berbasis PBL mampu melatih kemampuan berpikir kritis siswa secara efektif.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu hanya mengembangkan e-modul dalam format standar PDF atau *flipbook* sederhana, sehingga tampilan masih terbatas dan kurang interaktif. Pada penelitian ini, pengembangan e-modul fisika berbasis PBL dilakukan dengan menggunakan Heyzine Flipbook, sebuah platform digital yang memungkinkan penyajian materi ajar lebih menarik, interaktif, dan mudah diakses lintas perangkat. Fitur-fitur pada Heyzine seperti navigasi interaktif, penyematan video, audio, serta kuis berbasis tautan eksternal menjadikan e-modul tidak hanya berfungsi sebagai teks bacaan, tetapi juga sebagai media belajar yang dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik secara aktif. Berbeda dari penelitian Arafani dkk., (2025) yang menggunakan *Heyzine Flipbook* sampai tahap validasi, penelitian ini dilaksanakan hingga tahap implementasi dan evaluasi dari model penelitian ADDIE.