

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan abad ke-21 menuntut agar murid memiliki literasi sains sebagai salah satu kemampuan penting yang harus dimiliki. Literasi sains tidak lagi didefinisikan hanya sebagai penguasaan konsep atau fakta ilmiah, tetapi lebih mencakup kemampuan untuk bernalar, mengevaluasi, dan menggunakan pengetahuan sains berbasis bukti untuk mengatasi masalah kehidupan nyata dan isu-isu sosial-teknologi yang semakin kompleks (Osborne & Allchin, 2025). Dalam upaya memperkuat literasi sains, pemerintah mengeluarkan Keputusan Menteri Pendidikan No. 78/P/2019, yang mengatur pengembangan dan implementasi Gerakan Literasi Nasional (GLN) di berbagai tingkatan pendidikan. Kebijakan ini menempatkan literasi sains dan numerasi sebagai aspek strategis dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah pada murid dari tingkat SD hingga SMP. Melalui GLN, pemerintah mendorong penguatan ekosistem literasi sekolah melalui kegiatan terstruktur, seperti pembiasaan membaca 15 menit sebelum pembelajaran, menyediakan fasilitas literasi, dan menciptakan lingkungan belajar yang kondusif (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2019). Literasi sains dipandang sebagai kemampuan untuk memahami dan menerapkan konsep sains secara kontekstual dalam kehidupan sehari-hari, sehingga meningkatkan kesiapan murid menghadapi masyarakat berbasis pengetahuan.

Penguatan literasi ini lebih ditekankan melalui kebijakan Merdeka Belajar, yang menerapkan Asesmen Kompetensi Minimum (AKM), yang mengukur literasi membaca dan numerasi sebagai dasar literasi sains (Nursyamsudin & Jaelani, 2021). Kebijakan ini menunjukkan komitmen pemerintah untuk mentransformasikan pembelajaran dari pendekatan hafalan menjadi pengembangan kemampuan berpikir analitis dan sistematis. Namun, pencapaian literasi sains murid Indonesia hingga saat ini belum menunjukkan hasil yang optimal.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dimulai dengan studi pendahuluan yang bertujuan untuk menganalisis kondisi awal literasi sains murid

dan implementasi pembelajaran yang telah berlangsung di sekolah. Studi pendahuluan yang dilakukan di sebuah SMA Negeri di Kabupaten Purwakarta mengidentifikasi beberapa masalah dalam implementasi pembelajaran fisika, khususnya terkait dengan peningkatan literasi sains. Studi ini dilakukan melalui wawancara dengan guru, kuesioner terbuka, dan tinjauan perangkat ajar yang digunakan oleh guru.

Hasil wawancara dengan guru fisika mengungkapkan bahwa pemahaman guru tentang konsep literasi sains masih terbatas. Meskipun demikian, guru pernah menerapkan model PBL dalam proses pembelajaran. Namun, penerapan sintak PBL tersebut belum berjalan secara optimal karena keterbatasan waktu pembelajaran. Selama proses pembelajaran, guru telah berupaya menghubungkan materi fisika dengan fenomena yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari melalui penyajian contoh kontekstual, demonstrasi sederhana, dan kegiatan proyek yang berkaitan dengan energi terbarukan. Hal ini menunjukkan langkah awal dalam mengembangkan literasi sains, khususnya dalam kemampuan mengenali konteks kehidupan yang melibatkan sains dan teknologi serta minat terhadap sains. Akan tetapi, proses pembelajaran masih didominasi oleh metode ceramah dan berorientasi pada penguasaan konsep, sehingga murid belum mendapatkan kesempatan optimal untuk melakukan investigasi ilmiah secara mandiri dan sistematis.

Hasil kuesioner terbuka menunjukkan bahwa mayoritas murid mampu mengenali fenomena fisika dalam kehidupan sehari-hari dan memiliki pemahaman awal tentang konsep energi terbarukan. Namun, pemahaman ini masih dangkal dan deskriptif, sehingga tidak mencerminkan penguasaan konsep yang komprehensif. Dari aspek prosedural dan epistemik, murid belum sepenuhnya memahami tahapan pemecahan masalah ilmiah sistematis, meskipun mereka memahami bahwa pengetahuan ilmiah diperoleh melalui observasi, eksperimen, dan pengumpulan data. Kemampuan murid untuk merumuskan isu-isu ilmiah dan menjelaskan fenomena secara ilmiah masih rendah. Murid umumnya hanya menunjukkan rasa ingin tahu tanpa eksplorasi lebih lanjut dan memberikan penjelasan yang tidak didukung oleh bukti dan argumen ilmiah yang kuat. Hal ini menunjukkan bahwa

keterampilan penalaran ilmiah dan penggunaan bukti, komponen kunci dari literasi sains, belum berkembang secara optimal.

Kendala pembelajaran yang terungkap melalui wawancara dan kuesioner terbuka berkontribusi pada rendahnya tingkat penguatan literasi sains murid. Minimnya penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran disebabkan oleh mayoritas murid yang tidak membawa perangkat digital, sehingga pembelajaran yang memanfaatkan teknologi tidak dapat diimplementasikan secara optimal. Selain itu, karakteristik pembelajaran kelas X, yang masih terintegrasi ke dalam mata pelajaran IPA, mengakibatkan pembelajaran fisika cenderung bersifat umum dan berorientasi hafalan, serta tidak menekankan pemecahan masalah kontekstual dan kuantitatif. Alokasi waktu yang terbatas karena pengurangan jam pelajaran, ditambah dengan jumlah murid yang relatif banyak dalam satu kelas, juga menjadi kendala dalam mengimplementasikan pembelajaran yang berfokus pada pengembangan literasi sains.

Analisis perangkat pembelajaran dilakukan berdasarkan kompetensi literasi sains PISA. Hasil analisis menunjukkan bahwa tujuan pembelajaran telah memuat pemahaman konsep dan keterkaitan konsep dengan kehidupan sehari-hari, namun perumusannya masih bersifat umum dan lebih menekankan penguasaan materi, sehingga literasi sains sebagai kompetensi fungsional belum tergambar secara jelas. Instrumen penilaian yang digunakan didominasi oleh soal pilihan ganda dengan satu jawaban benar yang berfokus pada pengenalan konsep dan pemahaman langsung terhadap fenomena. Baik tujuan pembelajaran maupun instrumen penilaian belum sepenuhnya mendorong keterampilan proses sains, seperti analisis sebab-akibat, evaluasi argumen ilmiah, dan pemanfaatan data dalam penarikan kesimpulan. Hal ini menunjukkan bahwa capaian literasi sains masih berada pada level awal hingga menengah dan memerlukan penguatan melalui perumusan tujuan pembelajaran yang lebih eksplisit dengan mengintegrasikan aspek konteks, konten, proses, dan sikap ilmiah.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan tersebut, dapat disimpulkan bahwa literasi sains murid SMA masih memerlukan penguatan, khususnya pada aspek pemecahan masalah, penalaran ilmiah, penggunaan bukti ilmiah, dan pendalaman

konsep secara kontekstual. Oleh karena itu, diperlukan suatu model pembelajaran yang mampu mengintegrasikan permasalahan nyata, mendorong keterlibatan aktif murid, serta memfasilitasi pembelajaran mendalam.

Rendahnya tingkat literasi sains di kalangan murid Indonesia telah banyak dibahas dalam berbagai studi, terutama setelah adanya penilaian internasional seperti PISA, yang menunjukkan bahwa literasi sains murid Indonesia masih rendah (OECD, 2023). Untuk mengatasi masalah ini, penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi berbagai model dan metode pendidikan yang terbukti efektif dalam meningkatkan literasi sains. Dari sisi model pembelajaran, penelitian yang dilakukan oleh Wahid et al. (2024) menunjukkan bahwa alat pendidikan berbasis model INOSIT (yang mengintegrasikan elemen inti sains, penyelidikan, dan teknologi) telah terbukti efektif dalam meningkatkan literasi sains murid. Lebih lanjut, implementasi model pembelajaran berbasis masalah, yang dilengkapi dengan teknologi simulasi virtual seperti PhET, secara signifikan meningkatkan kemampuan murid untuk menjelaskan fenomena ilmiah dan menafsirkan data (Aina & Hariyono, 2023). Sejalan dengan ini, penelitian oleh Usemahu et al. (2022) dan Suyidno et al. (2022) menunjukkan bahwa mengintegrasikan pendekatan sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) ke dalam model pembelajaran berbasis proyek (STEM-PBL) merupakan pilihan praktis dan efektif untuk meningkatkan literasi sains murid.

Dalam hal pemanfaatan teknologi dan media digital, sejumlah penelitian menunjukkan hasil yang menjanjikan. Penelitian yang dilakukan oleh Lake et al. (2023) dan Karlina & Abidin (2022) juga menunjukkan bahwa penggunaan media video animasi dan permainan edukatif secara signifikan meningkatkan hasil belajar dan literasi sains murid dengan menciptakan lingkungan belajar yang menarik dan mendukung kemampuan mereka untuk menganalisis fenomena ilmiah, media-media ini efektif karena mampu menghadirkan representasi visual dari konsep-konsep abstrak dalam fisika sehingga lebih mudah dipahami murid. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rohmaya et al. (2023), Hidayati (2024), dan Hidayanti et al. (2023) menunjukkan bahwa efektivitas PBL meningkat secara signifikan ketika diintegrasikan dengan alat pembelajaran digital, seperti e-LKPD

berbasis isu ilmu sosial dan pengembangan modul elektronik interaktif yang mampu meningkatkan literasi sains murid.

Penelitian yang dilakukan oleh Awwalina (2022) menunjukkan bahwa e-modul interaktif berbasis kode QR terbukti efektif, praktis, dan valid dalam melatih literasi sains dan memfasilitasi pembelajaran mandiri dan interaktif. Temuan serupa disampaikan oleh Harianto (2023) melalui penggunaan Modul Fisika Digital (DPM), yang mengintegrasikan video dan laboratorium virtual, sehingga meningkatkan kompetensi sains murid. Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa penguatan literasi sains dapat dicapai melalui desain pembelajaran interaktif, kontekstual, dan berorientasi pada murid yang didukung oleh teknologi dan model pembelajaran adaptif dan berbasis masalah.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Salma et al. (2023) dan Wijayanti et al. (2023) menunjukkan bahwa PBL dengan pendekatan yang berfokus pada kebutuhan individu dan keragaman murid, seperti pendekatan Pengajaran responsif budaya dan pembelajaran diferensiasi, telah terbukti berdampak positif pada peningkatan skor literasi sains rata-rata melalui keterlibatan aktif murid dalam memecahkan masalah kontekstual. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Aradia et al. (2024), Yusuf & Husain (2023), dan Utami & Setyaningsih (2022) juga menunjukkan bahwa model PBL secara signifikan lebih unggul daripada model konvensional dalam meningkatkan aspek konteks, pengetahuan, dan kompetensi ilmiah.

Sejalan dengan penelitian terdahulu, model PBL merupakan model pembelajaran yang terbukti efektif dalam meningkatkan literasi sains murid. Tahapan PBL, yang dimulai dengan penyajian masalah dunia nyata, mendorong murid untuk mengaktifkan pengetahuan sebelumnya dan menerapkan keterampilan ilmiah dalam proses pemecahan masalah.

Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Khasanah (2024), Ermawati et al. (2023), dan Kurniati & Adelia (2023) menunjukkan bahwa model PBL mampu menciptakan lingkungan belajar aktif dengan mendorong murid untuk membangun pemahaman melalui proses pemecahan masalah. Implementasi PBL memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan literasi sains murid,

khususnya dalam kemampuan menjelaskan fenomena ilmiah dan menginterpretasikan data. Penelitian yang dilakukan oleh Nuzula & Sudibyo (2022), Zulfa et al. (2022), Megarahayu et al. (2023) dan Cahyo & Diyana (2025) menyimpulkan bahwa PBL dapat secara berkelanjutan meningkatkan penguasaan literasi sains melalui aktivitas pemecahan masalah dunia nyata yang relevan dengan fenomena kehidupan sehari-hari.

Meskipun demikian, implementasi PBL di Indonesia tidaklah bebas dari kendala. Terdapat perbedaan hasil penelitian yang dilakukan oleh Fathurohman & Lutfi (2022), dimana penelitian tersebut menunjukkan bahwa model PBL belum sepenuhnya terealisasi. Hal ini menjadi kendala dalam penerapan PBL di Indonesia, termasuk kurangnya pelatihan guru dan terbatasnya sumber daya. Penelitian yang dilakukan oleh Rizal et al. (2025) menunjukkan bahwa meskipun model PBL terbukti efektif dalam mendukung proses pembelajaran, namun implementasinya masih menghadapi berbagai tantangan. Tantangan tersebut meliputi kurangnya kesiapan guru yang belum optimal dalam menerapkan model PBL, keterbatasan ketersediaan sumber belajar, dan terbatasnya alokasi waktu pembelajaran. Salah satu hambatan utama yang secara konsisten muncul dalam penelitian adalah masalah alokasi waktu. Sintak PBL yang memerlukan tahapan yang panjang sulit dituntaskan dalam satu atau beberapa sesi pembelajaran yang terbatas. Akibatnya, potensi PBL dalam mengembangkan literasi sains murid seringkali tidak dapat dimaksimalkan dalam konteks pembelajaran konvensional yang terikat ruang dan waktu tatap muka.

Kondisi tersebut menunjukkan perlunya inovasi pembelajaran yang mampu mempertahankan keunggulan PBL sekaligus mengatasi kendala waktu yang selama ini menjadi salah satu hambatan dalam implementasinya. Model *Blended Problem-Based Learning* dipandang sebagai solusi yang relevan dan strategis. *Blended* PBL menggabungkan elemen-elemen pembelajaran tatap muka yang terstruktur dengan pemanfaatan teknologi digital dan sumber belajar daring, sehingga memungkinkan fleksibilitas dalam penyampaian materi, perluasan konteks pembelajaran, serta pengayaan pengalaman belajar melalui sumber-sumber digital (Wang & Sitthiworachart, 2024). Dalam pembelajaran *blended*, proses pembelajaran tidak

hanya dilakukan melalui tatap muka tetapi juga dikombinasikan dengan pembelajaran daring yang dirancang secara sistematis untuk memberikan fleksibilitas dalam pelaksanaannya (Albeta et al., 2023). Murid memperoleh pemahaman awal melalui kegiatan belajar mandiri sebelum mengikuti pelajaran di kelas. Selama fase tatap muka, murid kemudian terlibat dalam kegiatan pemecahan masalah otentik dengan menerapkan sintaks PBL untuk mengembangkan keterampilan sains (Triyanto et al., 2016). Integrasi pembelajaran daring dan luring membuat murid lebih siap secara konseptual dan lebih aktif dalam berpartisipasi dalam proses pembelajaran (Wut et al., 2022). Oleh karena itu, penerapan PBL dalam pembelajaran *Blended* berpotensi membantu murid memahami masalah secara lebih komprehensif dan terintegrasi.

Sejalan dengan upaya peningkatan literasi sains, pendekatan *deep learning* memiliki potensi yang besar dalam meningkatkan implementasi model *Blended PBL*. Pendekatan *deep learning* menekankan analisis kritis, menghubungkan informasi baru dengan pengetahuan yang ada, dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari (Diputera et al., 2024). Pendekatan *deep learning* dapat mendorong transformasi kognitif dan perubahan nilai serta persepsi murid. Pendekatan evaluasi pembelajaran ini menekankan penerapan pengetahuan dalam situasi dunia nyata, dengan menggunakan alat seperti proyek, debat terbuka, peta ide, dan portofolio (Mystakidis, 2021). Dalam penelitian Arif et al. (2025), menunjukkan bahwa strategi *deep learning* dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan minat murid dalam belajar karena strategi ini digunakan secara luas dan terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan berpikir kritis. Strategi *deep learning* yang mencakup elaborasi, pengorganisasian, metakognisi, dan pembelajaran autentik memungkinkan murid untuk melampaui pemahaman permukaan dan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam (Mystakidis, 2021). Penggabungan prinsip-prinsip *deep learning* ke dalam model *Blended PBL* dianggap dapat meningkatkan efektivitas *Blended PBL* dalam mengembangkan literasi sains murid secara menyeluruh.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi model *Blended PBL* dengan pendekatan *deep learning* dalam pembelajaran fisika pada materi energi terbarukan.

Penelitian ini dirancang untuk mengatasi keterbatasan waktu pembelajaran dan minimnya penggunaan teknologi, sekaligus mendorong literasi sains murid melalui pembelajaran yang lebih bermakna, reflektif, dan menyenangkan. Selain itu, penelitian ini menggunakan kelas pembanding yaitu model PBL tatap muka penuh.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas model tersebut dengan membandingkan kelas eksperimen yang menerapkan Model *Blended* PBL dengan pendekatan *deep learning* dan kelas kontrol yang menggunakan model PBL untuk murid kelas 10 SMA pada materi energi terbarukan. Dengan adanya peningkatan isu-isu lingkungan global, maka murid penting untuk mempunyai literasi sains yang tinggi sebagai dasar mengambil keputusan yang tepat dan bertanggung jawab.

Urgensi penelitian ini terletak pada perlunya pembaruan strategi pembelajaran yang tidak hanya mengandalkan pemahaman konsep atau hafalan saja, akan tetapi mendorong murid untuk berpikir kritis, berpikir kreatif dan menyelesaikan masalah dari konsep-konsep sains. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat mengisi kesenjangan penelitian terkait integrasi kedua pendekatan tersebut dan memberikan bukti empiris mengenai kontribusinya dalam meningkatkan literasi sains murid, yang kemudian dirumuskan dalam pertanyaan penelitian.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi model *Blended problem-based learning* dengan pendekatan *deep learning* dan model PBL pada materi energi terbarukan?
2. Bagaimana perbedaan peningkatan literasi sains murid antara kelas yang menggunakan model *Blended problem-based learning* pendekatan *deep learning* dengan kelas kontrol yang menggunakan model PBL?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini untuk mengetahui sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui keterlaksanaan implementasi model *Blended problem-based learning* dengan pendekatan *deep learning* dan model PBL pada materi energi terbarukan
2. Untuk mengetahui perbedaan peningkatan literasi sains murid antara kelas yang menggunakan model *Blended problem-based learning* pendekatan *deep learning* dengan kelas kontrol yang menggunakan model PBL

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat mendorong pengembangan pembelajaran fisika dari perspektif teoritis dan praktis, khususnya sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Penelitian ini diharapkan dapat memperluas pengetahuan di bidang pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang fisika.
 - b. Penelitian ini akan berkontribusi pada pengembangan model pendidikan inovatif untuk mengatasi tantangan pendidikan abad ke-21.
2. Manfaat Praktis
 - a. Bagi para peneliti, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi untuk penelitian lebih lanjut tentang model *Blended problem-based learning* dengan pendekatan *deep learning* yang bertujuan untuk meningkatkan literasi sains murid di bidang fisika, khususnya pada topik energi terbarukan.
 - b. Bagi guru, hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan masukan untuk memberikan alternatif model pembelajaran yang inovatif dan efektif untuk meningkatkan literasi sains murid, khususnya pada topik energi terbarukan.
 - c. Bagi murid, hasil penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan literasi sains, kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan pemahaman mendalam tentang isu-isu global seperti energi terbarukan.
 - d. Bagi sekolah, hasil penelitian terkait implementasi model *Blended problem-based learning* dengan pendekatan *deep learning* dapat disajikan sebagai bahan masukan bagi pihak sekolah untuk meningkatkan literasi sains murid, terutama dalam pembelajaran fisika.

E. Definisi Operasional

Penelitian ini agar dalam pelaksanaannya memberikan gambaran yang jelas dan lebih terarah, maka diperlukan arahan sesuai yang ingin dicapai sebagai berikut:

1. Model *Blended* PBL dengan Pendekatan *Deep Learning*

Model *Blended* PBL dengan pendekatan *deep learning* didefinisikan sebagai model pembelajaran yang mengintegrasikan tahapan PBL secara tatap muka (*offline*) di kelas dan jarak jauh (*online*) yang dilaksanakan dengan berlandaskan prinsip-prinsip *deep learning*. Tahapan PBL diantaranya: 1) Orientasi murid pada masalah, 2) Mengorganisasi murid, 3) Membimbing penyelidikan, 4) Mengembangkan dan menyajikan hasil, dan 5) Menganalisis dan mengevaluasi proses pembelajaran. Karakteristik operasionalnya meliputi: (1) Aktivitas *Online* (Asinkron): dapat dilakukan dengan menggunakan platform digital untuk tahap orientasi masalah (distribusi artikel/video krisis energi) dan refleksi mandiri. (2) Aktivitas *Offline* (Sinkron): dapat dilakukan di dalam kelas untuk tahap kolaborasi kelompok, eksperimen fisik alat energi terbarukan, dan diskusi kelompok.

Pendekatan *deep learning* dalam model ini diimplementasikan melalui tiga prinsip: (1) *Meaningful Learning*, proses pembelajaran yang mengaitkan materi energi terbarukan dengan permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari; (2) *Mindful Learning*, sebagai proses pembelajaran yang menekankan kesadaran berpikir, refleksi, dan pengendalian proses belajar oleh murid; (3) *Joyful Learning*, proses pembelajaran yang menciptakan suasana belajar yang positif, menyenangkan, dan mendorong keterlibatan emosional murid secara aktif. Implementasi pembelajaran dengan model *Blended* PBL dengan pendekatan *deep learning* diukur menggunakan analisis rekaman video pembelajaran.

2. Model PBL

Model PBL dengan pendekatan *deep learning* dalam penelitian ini didefinisikan sebagai penerapan sintak PBL standar yang dilakukan secara tatap muka penuh (*fully offline*) di dalam kelas yang dilaksanakan dengan berlandaskan prinsip-prinsip *deep learning*. Tahapan PBL diantaranya: 1) Orientasi murid pada masalah, 2) Mengorganisasi murid, 3) Membimbing penyelidikan, 4)

Mengembangkan dan menyajikan hasil, dan 5) Menganalisis dan mengevaluasi proses pembelajaran. Implementasi pembelajaran dengan model PBL diukur menggunakan analisis rekaman video pembelajaran.

3. Literasi Sains

Literasi sains adalah kemampuan dalam memahami konsep dan proses sains serta kemampuan menggunakan sains menerapkan sikap ilmiah dalam pemecahan masalah yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Kompetensi literasi sains dalam penelitian ini mengacu pada PISA 2025 yakni: a) Menjelaskan fenomena secara ilmiah, b) Menganalisis dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah, c) Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah (OECD, 2026). Literasi sains ini diukur menggunakan *pretest* dan *posttest* yang disusun dalam bentuk soal esai. Pemilihan soal esai didasarkan pada pertimbangan bahwa literasi sains tidak hanya membutuhkan penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan untuk menafsirkan data, menjelaskan fenomena ilmiah, dan secara sistematis membangun argumen berbasis bukti.

4. Energi Terbarukan

Energi terbarukan didefinisikan sebagai energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui secara alami dalam waktu singkat, seperti sinar matahari, angin, hujan, panas bumi, dan biomassa. Energi terbarukan merupakan salah satu materi fisika di kelas X Kurikulum Merdeka yang memberikan capaian pembelajaran pada Fase E. Submateri pada bab ini meliputi definisi, ciri-ciri, jenis-jenis, pemanfaatan, hingga tantangan pengembangannya.

F. Kerangka Berpikir

Literasi sains merupakan salah satu keterampilan pada abad ke-21 yang harus dimiliki murid untuk memberikan solusi pada tantangan global dan membuat keputusan atas isu seperti pemanfaatan energi terbarukan. Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Khasanah (2024) menunjukkan bahwa implementasi *Problem-Based Learning* (PBL) berkontribusi signifikan terhadap peningkatan literasi sains murid. Lebih lanjut, temuan Harianto (2023) menguatkan bahwa penggunaan modul digital yang terintegrasi dengan video dan laboratorium virtual mampu meningkatkan kompetensi sains. Namun, penelitian Fathurohman & Lutfi

(2022) mengungkapkan bahwa model PBL seringkali belum dapat direalisasikan secara optimal karena keterbatasan alokasi waktu pembelajaran.

Hasil studi lapangan memperkuat urgensi penelitian ini. Pembelajaran fisika di sekolah masih menunjukkan minimnya penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran. Selain itu, meskipun guru telah menerapkan model PBL, pelaksanaannya masih berorientasi pada pemecahan masalah yang bersifat mekanistik dan kuantitatif, serta belum sepenuhnya menekankan pada pemecahan masalah kontekstual. Di sisi lain, mata pelajaran fisika masih terintegrasi dalam IPA, sehingga alokasi waktu pembelajaran menjadi terbatas dan berdampak pada kurang optimalnya pengembangan literasi sains murid.

Berdasarkan landasan permasalahan tersebut, penelitian ini memberikan solusi berupa penerapan model *Blended* PBL pendekatan *deep learning*. Model ini dirancang untuk mengatasi keterbatasan waktu dengan memadukan pembelajaran sinkron dan asinkron secara efektif. Sintaks model ini diawali dengan orientasi masalah secara *online* melalui video atau artikel tentang isu energi, dilanjutkan dengan memvalidasi dan memperdalam masalah secara *offline*. Kemudian dilanjutkan dengan organisasi belajar secara *offline*. Penyelidikan individu dan kelompok dilakukan secara *offline* dengan bimbingan guru untuk menguji logika antar variabel. Tahap pengembangan dan penyajian hasil serta analisis dan evaluasi proses juga dilaksanakan secara *offline* dengan refleksi mendalam. Keterpaduan sintaks ini secara sistematis dirancang untuk membangun kompetensi literasi sains, mulai dari kemampuan mengenali situasi kehidupan yang melibatkan sains, memahami pengetahuan konten, prosedural, dan epistemik, hingga mampu mengidentifikasi isu ilmiah dan mengevaluasi penyelidikan menggunakan bukti.

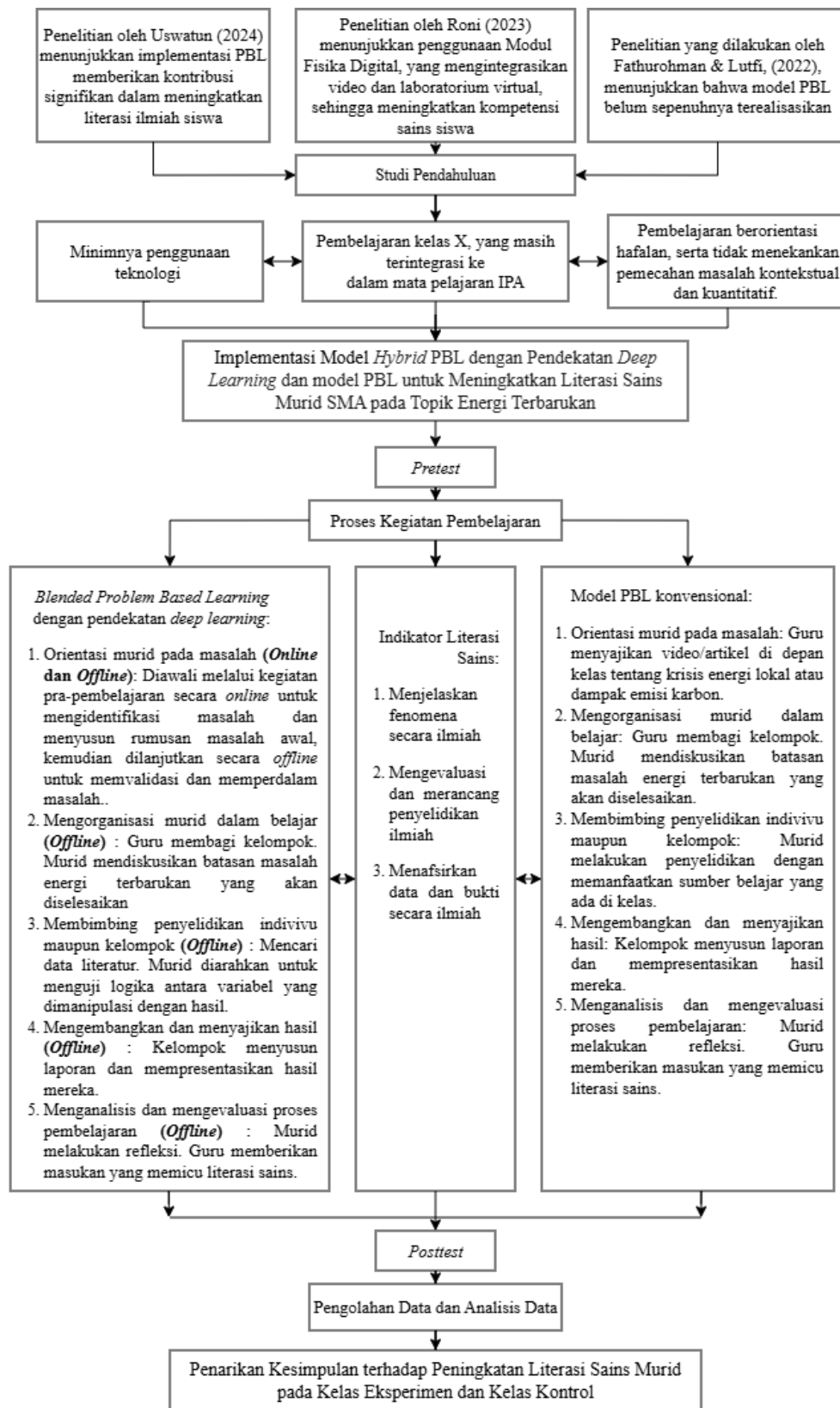
Sebagai pembanding, diterapkan pula model PBL dengan pendekatan *deep learning* di kelas kontrol. Kedua model ini akan diuji untuk melihat efektivitasnya dalam meningkatkan literasi sains pada topik Energi Terbarukan. Desain penelitian ini menggunakan dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang menerapkan model *Blended* PBL dan kelas kontrol yang menerapkan model PBL. Sebelum proses pembelajaran, kedua kelompok akan diberikan soal *pretest* untuk memperoleh gambaran awal mengenai tingkat literasi sains murid. Setelah proses pembelajaran,

kedua kelompok akan diberikan *posttest* untuk mengukur pencapaian kompetensi literasi sains. Data hasil *posttest* kemudian diolah dan dianalisis secara statistik untuk menguji perbedaan peningkatan literasi sains antara kedua kelas. Analisis ini menjadi dasar untuk menarik kesimpulan mengenai efektivitas implementasi model *Blended Problem-Based Learning* dengan pendekatan *deep learning* dalam meningkatkan literasi sains murid SMA, sekaligus menjawab tantangan keterbatasan waktu dan minimnya teknologi dalam pembelajaran fisika.

Energi terbarukan, sebagai topik yang kompleks dan relevan, menjadi konteks yang sangat baik untuk mengembangkan literasi sains. Oleh karena itu, tujuan dari proyek ini adalah untuk menerapkan dan mengevaluasi efektivitas model *Blended PBL* pendekatan *deep learning* untuk meningkatkan literasi sains murid sekolah menengah. Diharapkan bahwa penggabungan kedua pendekatan ini akan menghasilkan inovasi pembelajaran yang signifikan, yang memungkinkan pembelajaran sains yang lebih kontekstual, relevan, dan berpusat pada murid.

Kerangka berpikir penelitian yang telah diuraikan tersebut dapat digambarkan dalam bentuk bagan pada Gambar 1.1.





Gambar 1. 1 Kerangka Berpikir.

G. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan peningkatan literasi sains murid yang signifikan antara pembelajaran yang menggunakan model *Blended Problem-Based Learning* pendekatan *deep learning* dengan yang menggunakan model PBL pada materi energi terbarukan.

H_a : Terdapat perbedaan peningkatan literasi sains murid yang signifikan antara pembelajaran yang menggunakan model *Blended Problem-Based Learning* pendekatan *deep learning* dengan yang menggunakan model PBL pada materi energi terbarukan.

H. Hasil Penelitian Terdahulu

Dari beberapa hasil penelitian sebelumnya, diperoleh data sebagai berikut:

1. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Aina & Hariyono (2023) mengenai “Penerapan PhET Simulations pada Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik SMA Kelas X” menunjukkan bahwa penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah yang didukung oleh simulasi virtual seperti PhET juga dilaporkan secara signifikan meningkatkan kemampuan murid dalam menjelaskan fenomena ilmiah dan menafsirkan data.
2. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Awwalina (2022) Mengenai “Pengembangan E-Modul Interaktif berbasis Qr Code untuk Melatihkan Literasi Sains Siswa Kelas X SMA pada Materi Ekosistem” menunjukkan bahwa e-modul interaktif berbasis kode QR terbukti efektif, praktis, dan valid dalam melatih literasi sains dan memfasilitasi pembelajaran mandiri dan interaktif. Fitur interaktif seperti video, permainan, dan jurnal ilmiah dalam e-modul membantu murid mengembangkan keterampilan literasi sains secara mandiri dan kontekstual, menegaskan pentingnya teknologi dalam pembelajaran sains abad ke-21.
3. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Fitria et al. (2024) mengenai “Impact of Blended Problem-Based Learning on Students’ 21st Century Skills

on Science Learning: A Meta-Analysis“ menunjukkan bahwa melalui meta-analisis 44 artikel menemukan bahwa Blended PBL berpengaruh positif terhadap keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran sains dengan *effect size* sebesar 0,617 (kategori sedang). Hasil tersebut menunjukkan bahwa Blended PBL efektif dalam meningkatkan keterampilan 4C murid.

4. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Usemahu et al. (2022) mengenai “Penerapan *Blended Learning* dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Kemampuan Kognitif Siswa SMA” menunjukkan bahwa integrasi pendekatan STEM dalam model PBL (STEM-PBL) dianggap layak dan efektif dalam meningkatkan literasi sains murid. Hasilnya menunjukkan rata-rata kemampuan literasi sains murid mencapai persentase 86,53%, yang termasuk dalam kategori sangat tinggi. Selain itu, terdapat peningkatan skor rata-rata dari 59,72 pada saat *pretest* menjadi 86,52 pada *posttest*, yang membuktikan efektivitas metode ini dalam meningkatkan keterampilan ilmiah murid.
5. Hasil penelitian yang dilakukan Fathurohman & Lutfi (2022) mengenai “Analisis Proses Pembelajaran Fisika Berbasis *Problem Based Learning*” menunjukkan bahwa penggunaan model PBL belum sepenuhnya terealisasi atau maksimal. Pembelajaran masih didominasi dengan model konvensional (ceramah). Implementasi model PBL diharapkan dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis murid dengan mengaitkan pembelajaran fisika pada masalah nyata yang ada di sekitar.
6. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Salma et al. (2023) mengenai “Upaya Peningkatan Literasi Sains Siswa Kelas XI MIPA 6 dengan PBL berbasis *Culturally Responsive Teaching* di SMAN Balung” menunjukkan bahwa PBL dengan pendekatan yang berfokus pada kebutuhan individu dan keragaman murid, seperti pendekatan Pengajaran responsif budaya dan pembelajaran diferensiasi, telah terbukti berdampak positif pada peningkatan skor literasi sains.
7. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Rohmaya et al. (2023), mengenai “Efektifitas E-LKPD Kimia SMA/MA dengan Model Pembelajaran Berbasis

Masalah Berkonteks Isu-isu Sosial Sains dalam Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik” menunjukkan bahwa efektivitas PBL meningkat secara signifikan ketika diintegrasikan dengan alat pembelajaran digital dan pengembangan modul elektronik interaktif yang mampu merangsang keterampilan berpikir kritis dan penguasaan konsep.

8. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Zulfa et al. (2022) mengenai “Pengaruh Pembelajaran *Problem Based Learning* Berbasis *Blended Learning* dan *Outcome Based Education* terhadap Kemampuan Literasi Sains Biologi Siswa di SMAN 7 Mataram” menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh model PBL terhadap peningkatan literasi sains dari kombinasi metode tersebut. Penggunaan teknologi dalam *Blended Learning* yang dipadukan dengan pemecahan masalah dalam PBL membantu murid tetap terlatih literasi sainsnya meskipun dalam kondisi pembelajaran jarak jauh atau campuran.
9. Hasil penelitian yang dilakukan oleh dan Utami & Setyaningsih (2022) mengenai “Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik menggunakan Pembelajaran *Problem Based Learning* Pada Materi Sistem Ekskresi” menunjukkan bahwa model PBL dapat meningkatkan literasi sains dengan *N-Gain* sebesar 56,64 (kategori sedang) dan effect size sebesar 1,94. Sebanyak 93,18% murid yang diajar dengan PBL tuntas dalam pemecahan masalah, menunjukkan bahwa PBL efektif meningkatkan literasi sains.
10. Hasil penelitian yang dilakukan Yusuf et al. (2023) mengenai “Pengaruh Model *Problem Based Learning* Terhadap Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Kelas XI MIA SMA Angkasa Maros” menunjukkan bahwa PBL didefinisikan sebagai model pembelajaran yang mendukung pemecahan masalah dan penyelidikan, yang memungkinkan murid menerapkan pengetahuan dan prinsip ilmiah dengan sukses. Murid yang diajarkan menggunakan model PBL memperoleh skor rata-rata yang lebih tinggi dalam kemampuan literasi sains daripada murid yang diajarkan menggunakan model *Discovery Learning*.

Berdasarkan uraian penelitian terdahulu yang telah dipaparkan, rangkuman penelitian tersebut disajikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1. Hasil Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Aina & Hariyono (2023)	Penerapan PhET <i>Simulations</i> pada Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik SMA Kelas X	Menggunakan model PBL yang didukung teknologi dan berfokus pada peningkatan literasi sains murid	Mengimplementasi kan <i>Blended</i> PBL dengan pendekatan <i>deep learning</i> pada konteks energi terbarukan di SMA
2	Awwalina (2022)	Pengembangan E-Modul Interaktif berbasis Qr Code untuk Melatihkan Literasi Sains Siswa Kelas X SMA pada Materi Ekosistem	Bertujuan melatih kemampuan literasi sains murid SMA dengan memanfaatkan media pembelajaran digital/interaktif.	Mengimplementasi kan <i>Blended</i> PBL dengan pendekatan <i>deep learning</i> pada konteks energi terbarukan di SMA
3	Fitria et al. (2024)	<i>Impact of Blended Problem-Based Learning on Students' 21st Century Skills on Science Learning: A Meta-Analysis</i>	Menggunakan Blended PBL sebagai model pembelajaran yang dapat memberikan dampak positif terhadap kemampuan murid	Menggunakan pendekatan <i>deep learning</i> dalam model <i>Blended</i> PBL untuk meningkatkan literasi sains murid SMA pada materi energi terbarukan
4	Usemahu et al. (2022)	Penerapan <i>Blended Learning</i> dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Kemampuan Kognitif Siswa SMA	Menggunakan model pembelajaran campuran (<i>Blended</i>) untuk meningkatkan literasi sains murid SMA	Menggunakan pendekatan <i>deep learning</i> dalam model <i>Blended</i> PBL untuk meningkatkan literasi sains murid SMA
5	Fathurohman & Lutfi (2022)	Analisis Proses Pembelajaran Fisika Berbasis	Menganalisis model PBL dalam	Penelitian ini mengimplementasi kan PBL secara

No	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
		<i>Problem Based Learning</i>	pembelajaran fisika	optimal dengan format <i>Blended</i> dan pendekatan <i>deep learning</i> .
6	Salma et al. (2023)	Upaya Peningkatan Literasi Sains Siswa Kelas XI MIPA 6 dengan PBL berbasis <i>Culturally Responsive Teaching</i> di SMAN Balung	Menggunakan model PBL untuk meningkatkan skor literasi sains melalui pemecahan masalah kontekstual pada murid SMA.	Menggunakan pendekatan <i>Deep Learning</i> pada materi Energi Terbarukan.
7	Rohmaya et al. (2023)	Efektifitas E-LKPD Kimia SMA/MA dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berkonteks Isu-isu Sosial Sains dalam Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik	Menggunakan model PBL dengan bantuan teknologi (e-LKPD) untuk meningkatkan literasi sains murid	Menggunakan model <i>Blended</i> PBL dengan pendekatan <i>deep learning</i> untuk meningkatkan literasi sains murid
8	Zulfa et al. (2022)	Pengaruh Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> Berbasis <i>Blended Learning</i> dan <i>Outcome Based Education</i> terhadap Kemampuan Literasi Sains Biologi Siswa di SMAN 7 Mataram	Menggunakan PBL dalam konteks <i>blended learning</i> untuk meningkatkan literasi sains murid SMA.	Mengintegrasikan pendekatan <i>deep learning</i> untuk meningkatkan literasi sains murid
9	Utami & Setyaningsih (2022)	Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik	Menggunakan model <i>Problem-Based Learning</i>	Menggunakan <i>Blended</i> PBL dengan <i>Deep Learning</i> dan

No	Nama Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
		menggunakan Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> Pada Materi Sistem Ekskresi	(PBL) untuk meningkatkan literasi sains dan kemampuan pemecahan masalah	fokus pada energi terbarukan
10	Yusuf et al. (2023)	Pengaruh Model <i>Problem Based Learning</i> Terhadap Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Kelas XI MIA SMA Angkasa Maros	Meneliti pengaruh PBL terhadap literasi sains murid SMA	Penelitian ini menggunakan pendekatan <i>Blended PBL</i> dengan <i>deep learning</i> dan fokus pada topik energi terbarukan.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, dapat ditemukan beberapa persamaan antara berbagai studi. Salah satunya, penerapan model pembelajaran *Blended Problem-Based Learning* untuk meningkatkan literasi sains. Namun, sebagian besar studi sebelumnya belum mengintegrasikan pendekatan *deep learning* ke dalam pengajaran fisika, khususnya pada materi energi terbarukan. Oleh karena itu, studi ini akan menggabungkan model *Blended PBL* dengan pendekatan *deep learning* pada materi energi terbarukan untuk meningkatkan literasi sains murid di tingkat SMA secara lebih luas.