

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Manajemen kurikulum berperan penting dalam meningkatkan kualitas pendidikan dengan mengatur isi serta metode pembelajaran. dalam pembelajaran fisika, kurikulum yang dirancang dengan baik mendukung proses pembelajaran yang efektif, membantu peserta didik memahami konsep ilmiah, serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Nurfadhilah et al., 2024:15). Kurikulum yang adaptif juga memungkinkan penyesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sehingga peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang relevan dan bermakna (Sabrina et al., 2022:4695). Implementasi kurikulum yang efektif membutuhkan dukungan dari berbagai pihak, termasuk guru, sekolah, dan pemangku kebijakan, agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal (Yuhansil, 2020:215). Pengembangan kurikulum meliputi perencanaan, pengorganisasian, implementasi, pemantauan, dan evaluasi yang berkelanjutan. Oleh karena itu, inovasi dalam desain kurikulum menjadi aspek penting dalam meningkatkan mutu pendidikan (Nurfadhilah et al., 2024:7). Secara keseluruhan, manajemen kurikulum yang baik menjadi faktor utama dalam keberhasilan sekolah dalam meningkatkan kualitas pembelajaran.

Salah satu pendekatan kurikulum yang diterapkan di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan pendidikan abad ke-21 adalah Kurikulum Merdeka. Secara regulasi, Kurikulum Merdeka diatur dalam Permendikbudristek Nomor 12 Tahun 2024 tentang Kurikulum pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Menengah, yang kemudian diperbarui melalui Permendikdasmen Nomor 13 Tahun 2025. Peraturan tersebut menegaskan bahwa Kurikulum Merdeka disusun untuk mengembangkan Profil Pelajar Pancasila, memberikan fleksibilitas kepada satuan pendidikan, serta menekankan pentingnya pembelajaran yang kontekstual, diferensiatif, dan berorientasi pada keterampilan abad ke-21. Dukungan kebijakan ini sejalan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 57 Tahun 2021 tentang Standar Nasional Pendidikan (sebagaimana telah diubah dengan PP Nomor 4 Tahun 2022), yang menjadi dasar hukum pengembangan standar isi,

proses, dan penilaian pendidikan. Kurikulum merdeka bertujuan untuk mengatasi hilangnya pembelajaran dan kebutuhan masyarakat melalui penyempurnaan kurikulum sebelumnya (Wulandah et al., 2023:65). Kurikulum ini menggabungkan delapan komponen pembelajaran untuk memenuhi persyaratan pembelajaran abad ke-21, termasuk berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi (Lubis et al., 2023:692). Meskipun beberapa lembaga pendidikan telah menerapkan Kurikulum Merdeka, tantangan tetap ada, seperti pola pikir guru dan pemahaman konsep. Sehubungan dengan hal tersebut, guru diharapkan dapat menggabungkan strategi, model, metode, dan media yang kreatif untuk membuat pembelajaran menarik dan efektif, serta mempersiapkan peserta didik untuk menjadi pemecah masalah di masyarakat.

Dalam konteks pembelajaran fisika, literasi sains menjadi aspek krusial yang harus dikembangkan untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan abad ke-21. Literasi sains mencakup kemampuan memahami konsep ilmiah, menjelaskan fenomena, serta mengidentifikasi dan menyelesaikan permasalahan berbasis sains (Enjelly, 2024:90). Secara regulasi, pentingnya literasi termasuk literasi ilmiah didukung oleh Permendikbudristek Nomor 8 Tahun 2024 tentang Standar Isi, yang mencantumkan literasi sebagai salah satu kompetensi utama yang harus dikuasai peserta didik. Kurikulum Merdeka, sebagaimana diatur dalam Permendikbudristek Nomor 12 Tahun 2024, juga menekankan literasi yang relevan dengan perkembangan zaman (termasuk literasi digital, ilmiah, dan lainnya), sehingga mendukung penguatan literasi sains dalam pembelajaran sains modern. Bila tidak dikuasai, rendahnya literasi sains berakibat negatif seperti kesulitan berpikir kritis, terbatasnya kemampuan problem-solving, serta ketidakmampuan mengaitkan pembelajaran dengan fenomena nyata sehari-hari. Ini memperkuat urgensi integrasi model, strategi, dan media pembelajaran yang mampu membangun literasi sains secara mendalam.

Pengukuran literasi sains merupakan langkah penting untuk menilai sejauh mana peserta didik memahami dan menerapkan konsep-konsep ilmiah dalam kehidupan nyata. Terdapat tiga aspek utama yang dijadikan acuan dalam pengukuran literasi sains, yaitu konteks (*context*), pengetahuan (*knowledge*), dan

kompetensi (*competencies*), yang diterapkan dalam proses pembelajaran (Herianingtyas, 2022:16). Pengukuran literasi sains secara resmi dilakukan oleh *Organization for Economic Co-Operation and Development* (OECD), sebuah organisasi internasional yang berfokus pada perumusan kebijakan guna meningkatkan kesejahteraan serta peluang ekonomi bagi semua individu, termasuk dalam bidang pendidikan. OECD mengukur literasi sains melalui tes standar yang diselenggarakan setiap tiga tahun sekali dalam *Programme for International Student Assessment* (PISA), dengan peserta yang dipilih secara acak dari berbagai negara (OECD, 2023b; OECD, 2023a). Hasil PISA sejak tahun 2000 hingga 2022 menunjukkan bahwa literasi sains peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah. Oleh karena itu, penulis menyimpulkan bahwa peningkatan kualitas pembelajaran sains di Indonesia perlu menjadi perhatian utama, terutama dalam konteks pengembangan literasi sains secara menyeluruh dan berkelanjutan. Perkembangan hasil literasi sains peserta didik dari waktu ke waktu disajikan dalam Tabel 1.1

Tabel 1.1 Skor Literasi Sains menurut PISA (2000-2022).

Tahun	Sko rata-rata		Peringkat Indonesia	Jumlah Negara Peserta Tes
	Indonesia	Internasional		
2000	393	500	38	41
2003	395	500	38	40
2006	393	500	50	57
2009	383	500	60	65
2012	382	501	64	65
2015	403	493	62	70
2018	396	489	70	78
2022	383	485	67	81

(OECD, 2023b)

Berdasarkan skor PISA terbaru tahun 2022 dalam kategori literasi sains, Indonesia menempati 15 peringkat terbawah dengan rata-rata skor yang sedikit lebih rendah dibandingkan tahun 2018. Meskipun demikian, hasil tersebut menjadi indikator kualitas pendidikan di Indonesia serta menjadi acuan dalam upaya meningkatkan mutu pendidikan, khususnya dalam aspek literasi.

Studi pendahuluan yang dilakukan di SMA Bina Dharma 2 melibatkan wawancara langsung dengan guru mata pelajaran fisika. Hasil wawancara

mengungkapkan bahwa tantangan utama dalam pengajaran fisika di kelas X adalah kurangnya variasi dalam metode mengajar, yang berdampak pada rendahnya minat peserta didik terhadap fisika. Selain itu, model pembelajaran yang digunakan masih bersifat konvensional dengan metode ceramah yang berpusat pada guru, sehingga peserta didik cenderung pasif dan kurang terlibat dalam proses pembelajaran, sehingga pemahaman konsep dan kemampuan literasi sains menjadi terbatas. Kemampuan literasi sains peserta didik di kelas X juga masih tergolong rendah. Hal ini disebabkan karena guru belum pernah memberikan perlakuan khusus untuk melatih literasi sains peserta didik, dan minimnya latihan soal yang dirancang untuk mengasah kemampuan tersebut. Guru juga menyatakan bahwa meskipun literasi sains penting, implementasinya dalam pembelajaran masih terbatas. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya (Suparya et al., 2022:162) yang menunjukkan bahwa rendahnya tingkat literasi sains peserta didik sering kali dipengaruhi oleh metode pembelajaran yang kurang variatif serta keterbatasan media pembelajaran yang dapat mendukung pemahaman konsep secara lebih mendalam.

Hasil wawancara dengan guru mata pelajaran fisika sejalan dengan temuan studi pendahuluan yang diperoleh melalui pengisian soal literasi sains oleh peserta didik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa literasi sains peserta didik belum mencapai tingkat yang diharapkan. Penyebaran soal dilakukan secara online menggunakan Google Formulir di kelas XI-2 yang berjumlah 23 orang peserta didik, dengan enam butir soal esai yang mencakup tiga indikator kompetensi PISA 2022. Hasil tes peserta didik disajikan dalam Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Hasil Studi Pendahuluan Tes Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik.

No	Kompetensi PISA 2022	Nilai Rata-rata	Kategori
1	Menjelaskan fenomena ilmiah	45	Sangat kurang
2	Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	48	Sangat kurang
3	Menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah	59	Kurang
Rata-rata		51	Sangat kurang

Hasil studi pendahuluan menunjukkan bahwa literasi sains peserta didik berdasarkan indikator kompetensi PISA 2022 masih tergolong rendah. Pada kompetensi menjelaskan fenomena ilmiah, peserta didik hanya mencapai nilai rata-rata sebesar 45, yang termasuk dalam kategori sangat kurang. Hal ini mengindikasikan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami dan menjelaskan konsep ilmiah terkait fenomena di sekitar mereka. Selanjutnya, pada kompetensi mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah nilai rata-rata yang diperoleh adalah 48, yang juga berada dalam kategori sangat kurang. Hasil ini menunjukkan bahwa peserta didik memiliki keterbatasan dalam menilai prosedur ilmiah serta merancang penyelidikan secara sistematis. Sementara itu, pada kompetensi menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah peserta didik memperoleh nilai rata-rata sebesar 59, yang termasuk dalam kategori kurang. Meskipun lebih tinggi dibandingkan dua kompetensi sebelumnya, nilai ini tetap menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menganalisis dan menarik kesimpulan berdasarkan data ilmiah. Secara keseluruhan, rata-rata kompetensi sains peserta didik hanya mencapai 51, yang dikategorikan sebagai sangat kurang. Hasil ini mencerminkan perlunya peningkatan dalam pembelajaran sains.

Tren energi terbarukan merupakan isu sains yang sedang berkembang, yang mana isu tren energi merupakan sebuah kebutuhan yang banyak digunakan oleh masyarakat di seluruh dunia. Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya sumber energi yang berkelanjutan, pemahaman tentang konsep energi terbarukan menjadi salah satu aspek yang perlu diperkuat dalam pembelajaran sains (Nasution, 2022). Namun, rendahnya kompetensi sains peserta didik, sebagaimana ditunjukkan dalam hasil studi pendahuluan, dapat menjadi kendala dalam memahami konsep-konsep ilmiah terkait energi terbarukan. Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran yang mampu meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep ilmiah secara lebih mendalam dan bermakna.

Model pembelajaran interaktif *Thinking Empowerment by Questioning* (TEQ) dapat menjadi salah satu alternatif solusi untuk meningkatkan kompetensi sains peserta didik. Hasil penelitian Nur et al. (2023:134) menunjukkan bahwa

penerapan TEQ efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan berpikir kritis. Kedua aspek tersebut merupakan bagian penting dari literasi sains, karena literasi sains tidak hanya menuntut pemahaman konsep, tetapi juga kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan mengambil keputusan berdasarkan informasi ilmiah. Hal ini sejalan dengan temuan Romlah et al. (2025:90) yang menunjukkan adanya hubungan positif antara literasi sains dan keterampilan berpikir kritis. Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji penggunaan TEQ untuk meningkatkan literasi sains masih sangat terbatas. Hal ini membuka peluang penelitian baru untuk menguji efektivitas TEQ dalam konteks literasi sains. Model TEQ sendiri berfokus pada pemberdayaan berpikir melalui pertanyaan yang dirancang secara sistematis untuk membangun pemahaman konseptual yang lebih kuat (Meviana, 2015:311). Melalui pendekatan berbasis pertanyaan, peserta didik didorong untuk berpikir kritis, mengeksplorasi konsep ilmiah, serta mengaitkan pengetahuan mereka dengan konteks kehidupan nyata, termasuk isu-isu energi terbarukan.

Penelitian ini memiliki keterbaruan dalam beberapa aspek penting. Pertama, terdapat *population gap* (celah populasi), di mana kajian literasi sains dalam pembelajaran fisika di SMA Bina Dharma 2 masih jarang dieksplorasi dalam penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini berkontribusi dalam mengisi kesenjangan tersebut dengan menganalisis literasi sains peserta didik di sekolah ini. Kedua, penerapan model pembelajaran *Thinking Empowerment by Questioning* (TEQ) dalam upaya meningkatkan literasi sains masih jarang diteliti oleh peneliti sebelumnya. Selain itu, penelitian ini mengintegrasikan model pembelajaran TEQ dengan strategi *Authentic Assessment Based on Teaching and Learning Trajectory* (AABTLT) *with Student Activity Sheet* (SAS), yang dirancang untuk mempermudah evaluasi keterlaksanaan pembelajaran. Dengan demikian, penerapan model pembelajaran TEQ yang dipadukan dengan strategi AABTLT *with SAS* diharapkan dapat secara efektif meningkatkan literasi sains peserta didik dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi energi terbarukan. Evaluasi keefektifan model pembelajaran ini perlu dilakukan secara autentik, dengan mempertimbangkan setiap langkah dalam penerapannya.

Menurut Rochman et al. (2018:2), penilaian *AABTLT with SAS* merupakan bentuk penilaian autentik yang didasarkan pada urutan mengajar guru dan urutan belajar peserta didik. Dalam pembelajaran autentik, aktivitas guru dan peserta didik harus selaras dan konsisten. Penilaian ini mencakup keterlaksanaan seluruh tahapan pembelajaran, mulai dari kegiatan pendahuluan, inti, hingga penutup. Proses pembelajaran peserta didik dapat direkam secara langsung, sehingga memungkinkan untuk melihat keterkaitan antara lintasan mengajar guru dan lintasan belajar peserta didik. Konsistensi dalam kedua lintasan tersebut menjadi faktor penentu keberhasilan proses pembelajaran.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji “Penerapan Model Pembelajaran *Thinking Empowerment by Questioning* (TEQ) dengan Strategi *AABTLT with SAS* untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Pada Materi Energi Terbarukan”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dirumuskan rumusan masalah. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana keterlaksanaan proses pembelajaran menggunakan model *Thinking Empowerment by Questioning* (TEQ) dengan strategi *AABTLT with SAS* pada materi energi terbarukan?
2. Bagaimana peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik menggunakan model *Thinking Empowerment by Questioning* (TEQ) dengan strategi *AABTLT with SAS* pada materi energi terbarukan?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, ditetapkan tujuan penelitian. Adapun tujuan penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui keterlaksanaan proses pembelajaran menggunakan model *Thinking Empowerment by Questioning* (TEQ) dengan strategi *AABTLT with SAS* pada materi energi terbarukan.
2. Mengetahui peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik menggunakan model *Thinking Empowerment by Questioning* (TEQ) dengan strategi *AABTLT with SAS* pada materi energi terbarukan.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoretis

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian teoretis mengenai penerapan model pembelajaran *Thinking Empowement by Questioning* (TEQ) dengan strategi *AABTLT with SAS* dalam meningkatkan literasi sains peserta didik. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi referensi dalam pengembangan strategi pembelajaran berbasis inkuiri yang efektif untuk meningkatkan literasi sains di berbagai jenjang pendidikan.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi sekolah, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi sekolah dalam menerapkan model pembelajaran yang mendukung pencapaian standar pendidikan yang lebih baik.
- b. Bagi guru, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi guru untuk menerapkan model pembelajaran *Thinking Empowement by Questioning* (TEQ) dengan strategi *AABTLT with SAS* di kelas sesuai dengan kebutuhan peserta didik.
- c. Bagi peserta didik, penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak positif terhadap perkembangan peserta didik dalam proses pembelajaran, khususnya dalam meningkatkan literasi sains melalui penerapan model pembelajaran *Thinking Empowement by Questioning* (TEQ) dengan strategi *AABTLT with SAS*.
- d. Bagi peneliti, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pemahaman tentang penerapan model pembelajaran *Thinking Empowement by Questioning* (TEQ) dengan strategi *AABTLT with SAS* dalam meningkatkan literasi sains peserta didik, memberikan pengalaman dalam mengimplementasikan metode pembelajaran inovatif, serta menjadi bekal untuk pengembangan karir akademik dan penelitian lebih lanjut.

E. Kerangka Berpikir

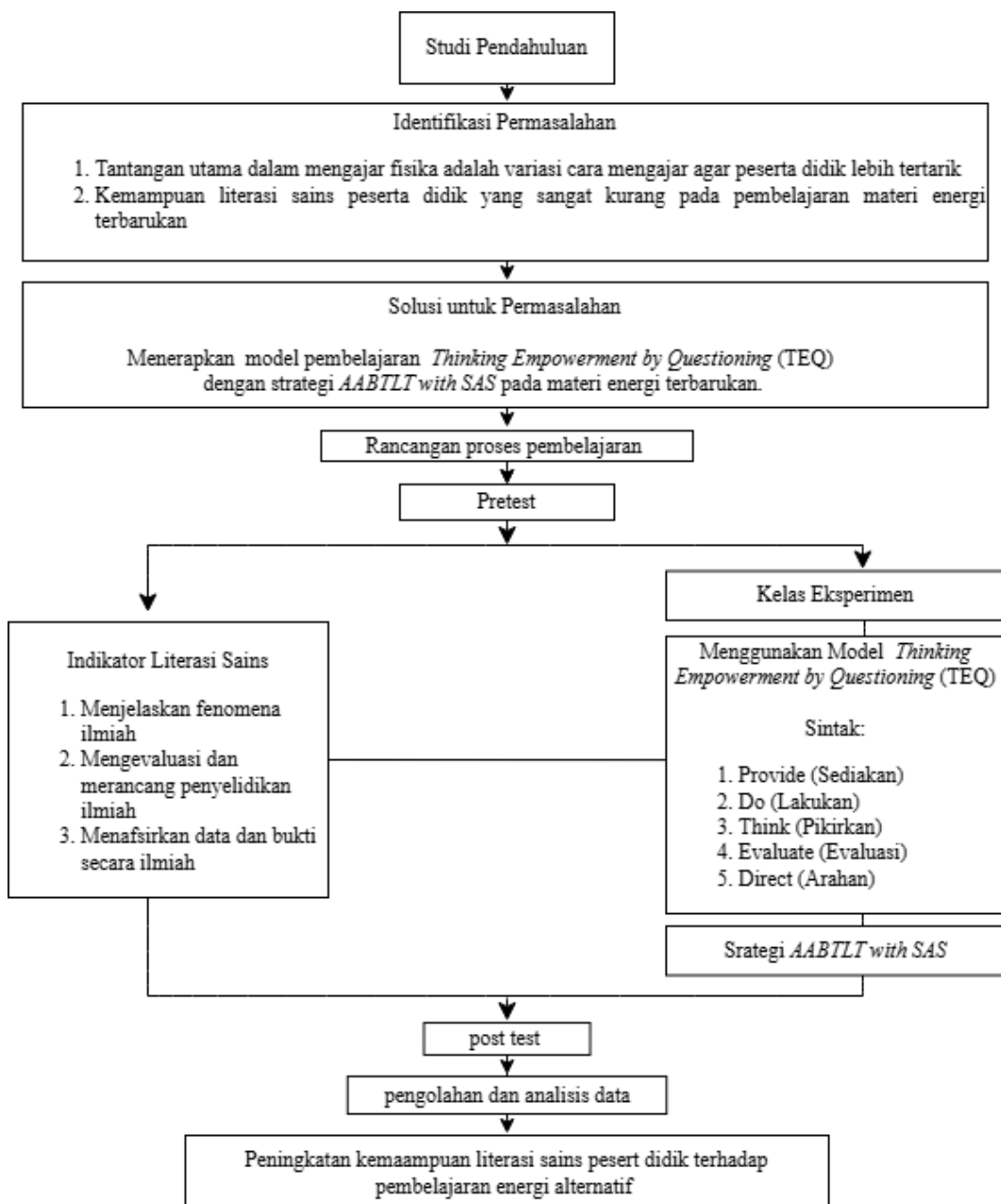
Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang dilakukan melalui wawancara dan penyebaran soal literasi sains pada materi energi terbarukan, diketahui bahwa

tingkat literasi sains peserta didik masih rendah. Nilai rata-rata yang diperoleh hanya sebesar 51%, yang termasuk dalam kategori sangat kurang. Selain itu, teridentifikasi bahwa tantangan utama dalam mengajar fisika adalah bagaimana guru dapat memvariasikan metode pembelajaran agar peserta didik lebih tertarik dan termotivasi dalam mengikuti proses belajar. Model pembelajaran yang digunakan selama ini masih bersifat konvensional, yaitu ceramah yang berpusat pada guru, sehingga belum sesuai dengan tuntutan abad ke-21 yang menekankan pembelajaran aktif dan berpusat pada peserta didik. Kondisi ini mengakibatkan peserta didik kesulitan dalam mencapai indikator kompetensi yang diharapkan, terutama dalam mencapai indikator literasi sains sebagaimana dirumuskan dalam PISA, yaitu menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi serta merancang penyelidikan ilmiah, dan menafsirkan data maupun bukti secara ilmiah. Padahal, literasi sains merupakan hasil belajar yang sangat penting dalam pendidikan, karena diharapkan mampu membekali peserta didik untuk berperan dalam kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, penelitian ini menerapkan model pembelajaran *Thinking Empowerment by Questioning* (TEQ) dengan strategi *Authentic Assessment Based on Teaching and Learning Trajectory with Student Activity Sheet (AABTLT with SAS)* pada materi energi terbarukan. Pembelajaran diawali dengan pemberian *pretest* untuk mengukur kemampuan awal literasi sains peserta didik yang meliputi tiga indikator, yaitu menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi serta merancang penyelidikan ilmiah, dan menafsirkan data maupun bukti secara ilmiah. Selanjutnya, kelas eksperimen menggunakan model TEQ yang disusun melalui sintaks *Provide* (sediakan), *Do* (lakukan), *Think* (pikirkan), *Evaluate* (evaluasi), dan *Direct* (arahkan). Sintaks tersebut dirancang untuk mendorong peserta didik lebih aktif, berpikir kritis, serta mampu memecahkan masalah secara ilmiah melalui kegiatan bertahap yang didukung oleh strategi *AABTLT with SAS*.

Setelah rangkaian pembelajaran selesai, peserta didik diberikan *posttest* sebagai tolok ukur peningkatan kemampuan literasi sains. Hasil *pretest* dan *posttest* kemudian diolah dan dianalisis guna mengetahui efektivitas penerapan model TEQ

dengan strategi *AABTLT with SAS* dalam meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik. Melalui tahapan tersebut, diharapkan terjadi peningkatan signifikan dalam kemampuan peserta didik memahami, mengevaluasi, dan menafsirkan konsep energi alternatif secara ilmiah. Dengan demikian, pembelajaran fisika tidak hanya lebih bermakna, tetapi juga relevan dengan tuntutan abad ke-21. Berdasarkan uraian di atas, kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Skema Kerangka Berfikir.

F. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian, hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

H_0 : Tidak ada peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik setelah diterapkan model *Thinking Empowerment by Questioning* (TEQ) dengan strategi *AABTLT with SAS* pada materi energi terbarukan.

H_a : Adanya peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik setelah diterapkan model *Thinking Empowerment by Questioning* (TEQ) dengan strategi *AABTLT with SAS* pada materi energi terbarukan.

G. Definisi Opeasional

Untuk menghindari perbedaan penafsiran, berikut adalah definisi operasional dari beberapa istilah yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Model *Thinking Empowerment by Questioning* (TEQ) dengan strategi *Authentic Assessment Based on Teaching and Learning Trajectory with Student Activity Sheet* (*AABTLT with SAS*) merupakan model pembelajaran yang menekankan aktivitas bertanya melalui pertanyaan tertulis yang tersusun secara sistematis untuk membantu peserta didik memperoleh pengetahuan dan pengalaman secara bertahap yang relevan sebagai bagian dari pendekatan belajar yang berpusat pada peserta didik. Pertanyaan-pertanyaan tersebut melibatkan peserta didik secara aktif dalam melakukan kegiatan eksplorasi, berfikir, dan mengevaluasi. Pertanyaan tersebut tidak hanya berfungsi untuk menggali informasi dan mengonfirmasi pemahaman, tetapi juga untuk mengarahkan perhatian peserta didik pada aspek yang belum mereka kuasai. Keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model TEQ dievaluasi menggunakan strategi *AABTLT with SAS*, yaitu bentuk penilaian autentik yang terintegrasi dengan setiap sintaks TEQ. Strategi ini memungkinkan guru mengevaluasi sejauh mana setiap langkah pembelajaran berjalan efektif, sekaligus membantu peserta didik tetap fokus pada proses yang sedang dijalani.
2. Literasi sains merupakan salah satu kompetensi penting abad ke-21 yang harus dimiliki peserta didik, dimana kompetensi literasi sains

memungkinkan seseorang untuk memahami, menganalisis, dan menerapkan konsep ilmiah guna mengevaluasi serta mengembangkan solusi berbasis bukti. Kompetensi literasi sains yang diterapkan berpusat pada aspek kompetensi berdasarkan referensi dari PISA 2022 yaitu 1) Menjelaskan fenomena ilmiah; 2) Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah; dan 3) Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah, yang diukur melalui dua belas (12) butir soal pilihan ganda, dan peningkatan literasi sains peserta didik dianalisis dengan menggunakan perhitungan *N-gain*.

3. Energi terbarukan merupakan salah satu materi yang diajarkan di kelas X SMA/MA pada semester genap sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Energi terbarukan merujuk pada sumber energi yang dapat diperbarui secara alami dan berkelanjutan. Sumber energi ini tidak akan habis serta memiliki dampak lingkungan yang lebih kecil dibandingkan dengan energi tak terbarukan, seperti bahan bakar fosil.

H. Hasil Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini. Berikut adalah ringkasan dari penelitian-penelitian tersebut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Maulidia et al. (2023) dengan judul *Analisis Keterampilan Abad ke-21 Melalui Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar di SMA Negeri 2 Banjarmasin* menyatakan bahwa literasi sains merupakan aspek krusial dalam pembelajaran abad ke-21, terutama dalam penerapan Kurikulum Merdeka. Literasi sains tidak hanya berkaitan dengan pemahaman konsep ilmiah, tetapi juga mencakup pengembangan keterampilan berpikir kritis, kemampuan memecahkan masalah, serta pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran. Dengan pendekatan berbasis proyek dalam Kurikulum Merdeka, peserta didik didorong untuk lebih aktif dalam mengeksplorasi dan menerapkan konsep-konsep sains dalam kehidupan nyata, sehingga mereka dapat lebih siap menghadapi tantangan global di era digital.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Mardhiyah et al. (2021) dengan judul *Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam*

Pengembangan Sumber Daya Manusia. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa literasi sains merupakan salah satu keterampilan utama yang harus dikuasai dalam pembelajaran abad ke-21. Dalam era Revolusi Industri 4.0, pendidikan tidak hanya dituntut untuk meningkatkan aspek pengetahuan, tetapi juga harus mampu mengintegrasikan literasi sains dengan keterampilan abad ke-21 lainnya, seperti literasi digital dan literasi informasi, agar dapat membentuk sumber daya manusia yang berkualitas dan siap menghadapi tantangan global.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Yusmar et al. (2023) dengan judul *Analisis Rendahnya Literasi Sains Peserta Didik Indonesia: Hasil PISA dan Faktor Penyebab*. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa literasi sains peserta didik Indonesia masih tergolong rendah berdasarkan hasil PISA. Faktor utama yang menyebabkan rendahnya literasi sains ini meliputi metode pembelajaran yang kurang inovatif, rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik, kurangnya integrasi konsep sains dengan kehidupan nyata, keterbatasan sarana dan prasarana pembelajaran, serta minimnya pelatihan bagi guru dalam menerapkan pendekatan berbasis literasi sains. Penelitian ini menekankan perlunya perubahan dalam metode pembelajaran dan peningkatan fasilitas pendidikan untuk meningkatkan literasi sains peserta didik.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Fuadi et al. (2020) dengan judul *Analisis Faktor Penyebab Rendahnya Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik*. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa literasi sains peserta didik Indonesia masih rendah, sebagaimana ditunjukkan oleh skor PISA yang tidak mengalami peningkatan signifikan selama 20 tahun terakhir. Faktor-faktor utama penyebab rendahnya literasi sains ini meliputi pemilihan buku ajar yang kurang relevan, miskonsepsi konsep sains, pembelajaran yang tidak kontekstual, rendahnya kemampuan membaca peserta didik, serta lingkungan dan iklim belajar yang kurang mendukung. Penelitian ini menekankan perlunya reformasi dalam metode pembelajaran sains agar

lebih inovatif, berbasis pemecahan masalah, dan relevan dengan kehidupan nyata untuk meningkatkan literasi sains peserta didik.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Limiansih et al. (2024) dengan judul *"Persepsi Guru SMP terhadap Literasi Sains dan Implikasinya pada Pembelajaran Sains di Sekolah"* menunjukkan bahwa mayoritas guru (95%) sangat menyetujui pentingnya literasi sains dalam pembelajaran karena berperan dalam pengambilan keputusan berbasis ilmiah dan pemecahan masalah sehari-hari. Dalam penelitian ini, penggunaan model pembelajaran yang interaktif direkomendasikan untuk meningkatkan literasi sains peserta didik, sehingga mereka lebih mampu memahami konsep sains, melakukan investigasi, serta mengaplikasikan pengetahuan ilmiah dalam kehidupan sehari-hari.
6. Penelitian yang dilakukan oleh Nur et al. (2023) dengan judul *"Learning Biology through Thinking Empowerment by Questioning: The Effect on Conceptual Knowledge and Critical Thinking"* menguji efektivitas model pembelajaran *Thinking Empowerment by Questioning* (TEQ) terhadap pemahaman konseptual (*Conceptual Knowledge/CK*) dan keterampilan berpikir kritis (*Critical Thinking/CT*) peserta didik dalam mata pelajaran biologi. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa TEQ memberikan dampak yang lebih signifikan terhadap peningkatan CK dan CT dibandingkan dua kelompok kontrol, serta tidak ditemukan perbedaan efektivitas TEQ antara peserta didik di sekolah umum dan sekolah berbasis agama. Selain itu, penelitian ini menemukan korelasi kuat antara CK dan CT melalui penerapan TEQ, yang menegaskan bahwa pemahaman konseptual yang baik berkontribusi pada pengembangan keterampilan berpikir kritis. Oleh karena itu, TEQ direkomendasikan sebagai strategi pembelajaran aktif yang efektif untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam sains serta membangun kemampuan berpikir tingkat tinggi.
7. Penelitian yang dilakukan oleh Sudianto (2023), dari Universitas Islam Negeri Mataram dengan judul *"Pengaruh Strategi Pembelajaran Thinking Empowerment by Questioning (TEQ) Terhadap Keaktifan dan Pemecahan*

Masalah pada Pembelajaran Biologi Kelas X SMAN 1 Bayan TP 2022/2023" bertujuan untuk menganalisis pengaruh strategi *Thinking Empowerment by Questioning* (TEQ) terhadap keaktifan dan kemampuan pemecahan masalah peserta didik dalam pembelajaran biologi. Menggunakan metode *quasi-experimental* dengan desain *pre-test-post-test experimental control group design*, penelitian ini melibatkan peserta didik kelas X SMAN 1 Bayan. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelas eksperimen yang menggunakan strategi TEQ dan kelas kontrol yang menggunakan metode konvensional, di mana uji ANOVA menunjukkan $sig = 0,020 (< 0,05)$, menandakan bahwa TEQ berpengaruh terhadap keaktifan peserta didik, sementara uji ANKOVA menunjukkan $sig = 0,000 (< 0,05)$, yang berarti TEQ juga berpengaruh signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Dengan demikian, strategi TEQ direkomendasikan sebagai metode pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan keaktifan peserta didik serta keterampilan berpikir kritis dalam pemecahan masalah.

8. Penelitian yang dilakukan oleh Purwanto et al. (2019) dengan judul *"Pengaruh Guided Inquiry Learning dengan LKS Berbasis TEQ Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA"* bertujuan untuk menganalisis efektivitas model pembelajaran *Guided Inquiry Learning* dengan LKS berbasis *Thinking Empowerment by Questioning* (TEQ) dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi gerak lurus. Penelitian ini melibatkan siswa kelas X MIPA 2 dan X MIPA 3 SMA Laboratorium Universitas Negeri Malang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata post-test keterampilan berpikir kritis siswa di kelas eksperimen (83,53) lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol (77,56), yang menunjukkan bahwa penerapan model inkuiri terbimbing dengan LKS berbasis TEQ lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional.
9. Penelitian yang dilakukan oleh Fazriyah (2019) di MA Al-Jawami Cileunyi dengan judul *"Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa melalui*

Model Pembelajaran Thinking Empowerment by Questioning (TEQ) pada Materi Perubahan Lingkungan" menunjukkan bahwa penerapan model TEQ dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Keterlaksanaan pembelajaran dengan model ini tergolong sangat baik, dengan persentase keterlaksanaan guru sebesar 83,33% dan keterlaksanaan aktivitas siswa sebesar 88,1%. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa, dengan rata-rata nilai pre-test 50,29 yang meningkat menjadi 75,35 pada post-test, serta nilai *N-gain* sebesar 0,45 dalam kategori sedang. Selain itu, terdapat pengaruh signifikan dari penerapan model TEQ terhadap keterampilan berpikir kritis siswa, dengan nilai t_{hit} (13,5) lebih besar dari t_{tabel} (2,11), meskipun respon siswa terhadap model ini berada dalam kategori sedang. Oleh karena itu, model TEQ direkomendasikan sebagai alternatif strategi pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, dengan catatan bahwa pengelolaan pembelajaran harus dilakukan secara optimal agar hasilnya lebih maksimal.

10. Penelitian yang dilakukan oleh Amiruddin dan Rochman (2024) di MTsN 11 Tasikmalaya dengan judul *"Penerapan Authentic Assessment Based on Teaching and Learning Trajectory (AABTLT) pada Model Problem Based Learning dalam Pembelajaran IPA"* bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pembelajaran getaran dan gelombang serta capaian pembelajaran peserta didik dengan menggunakan model Problem-Based Learning (PBL) melalui sistem penilaian *AABTLT* dengan *Student Activity Sheet* (SAS). Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan melibatkan seluruh peserta didik kelas VIII-A. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model PBL efektif dalam meningkatkan capaian pembelajaran peserta didik, dengan efektivitas keterlaksanaan pembelajaran sebesar 62,8% pada pertemuan pertama, meningkat menjadi 93,0% pada pertemuan kedua, dan 94,4% pada pertemuan ketiga. Capaian pembelajaran peserta didik juga mengalami peningkatan, dengan rata-rata nilai peserta didik putra meningkat dari 67,0% menjadi 93,8%, sementara

peserta didik putri meningkat dari 63,8% menjadi 97,4%. Hasil ini menunjukkan bahwa *AABTLT* dengan *SAS* dapat secara efektif merekam dan menilai capaian pembelajaran peserta didik secara komprehensif serta menilai keefektifan proses pembelajaran model PBL secara autentik. Oleh karena itu, pendekatan ini direkomendasikan sebagai strategi evaluasi yang dapat mendukung efektivitas pembelajaran berbasis PBL.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, model pembelajaran *Thinking Empowerment by Questioning* (TEQ) terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan model TEQ sebagai model pembelajaran utama. Selain itu, penelitian ini menekankan pada kemampuan literasi sains, yang merupakan salah satu keterampilan utama dalam abad ke-21. Literasi sains tidak hanya berkaitan dengan pemahaman konsep ilmiah, tetapi juga memiliki hubungan erat dengan kemampuan berpikir kritis. Sebagai strategi pengukuran, penelitian ini menggunakan *AABTLT with SAS* untuk mengevaluasi keterlaksanaan pembelajaran dengan model TEQ. Penggunaan strategi ini merupakan salah satu keunggulan penelitian, karena memberikan cara yang lebih sistematis dalam menilai efektivitas pembelajaran berbasis TEQ dalam meningkatkan literasi sains dan berpikir kritis. Selain itu, pemilihan materi energi terbarukan dalam penelitian ini memiliki alasan yang kuat. Energi terbarukan merupakan isu global yang hangat diperbincangkan dan menuntut pemahaman literasi sains yang baik. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan kualitas pembelajaran sains, tetapi juga pada penguatan pemahaman peserta didik mengenai isu-isu ilmiah yang relevan dengan kehidupan nyata.