

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pembelajaran fisika di tingkat sekolah menengah atas (SMA) berperan penting sebagai sarana utama untuk mengembangkan penalaran ilmiah murid. Penalaran ilmiah memungkinkan murid berpikir logis, menganalisis permasalahan berdasarkan bukti, serta menarik kesimpulan sesuai dengan kaidah keilmuan (Hayat, 2024). Pentingnya kemampuan ini ditegaskan dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 21 Tahun 2016 tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah yang menyatakan bahwa keterampilan yang harus dimiliki murid meliputi mengamati, menanya, mencoba, menalar, menyaji, dan mencipta (Permendikbud RI No 21, 2016). Selain itu, melalui Kurikulum 2013, pemerintah kembali menegaskan pentingnya kemampuan menalar sebagaimana tercantum dalam Permendikbud Nomor 64 Tahun 2013 yang menyebutkan bahwa murid pada jenjang SMP dan SMA harus mampu menalar dalam ranah konkret dan abstrak, mengembangkan pengetahuan secara mandiri, serta menggunakan metode sesuai dengan kaidah keilmuan (Permendikbud RI No 64, 2013). Dengan demikian, pengajaran fisika tidak hanya menekankan pemahaman konsep, tetapi juga pada peningkatan cara berpikir ilmiah yang sesuai dengan kriteria pendidikan nasional.

Sejalan dengan ketentuan tersebut, penalaran ilmiah merupakan kemampuan esensial dalam pembelajaran fisika karena membantu murid memahami konsep secara mendalam serta menerapkan prinsip fisika dalam berbagai situasi nyata. Murid yang memiliki penalaran ilmiah yang baik mampu menganalisis hubungan sebab akibat, mengevaluasi data, serta menarik simpulan yang rasional berdasarkan bukti empiris (Fernando et al., 2024). Murid juga dituntut menggunakan bukti dan logika ketika menganalisis fenomena fisik dan menentukan solusi atas permasalahan yang dihadapi, sekaligus mengevaluasi hasil pemikirannya secara kritis (Pasigon, 2024; Wahyuni et al., 2025). Sebaliknya, apabila penalaran ilmiah murid belum optimal, murid akan mengalami kesulitan memecahkan masalah fisika yang memerlukan analisis mendalam serta

pengambilan keputusan berbasis bukti. Dengan demikian, penalaran ilmiah menjadi unsur fundamental yang perlu ditingkatkan secara sistematis dalam pembelajaran fisika di SMA.

Peningkatan penalaran ilmiah tersebut memerlukan dukungan yang sistematis melalui pendidikan sains di sekolah. Pendidikan sains dirancang sebagai proses terencana untuk mengembangkan potensi intelektual murid melalui pembelajaran yang bermakna dan berkelanjutan, serta mempersiapkan murid menjadi individu yang berpengetahuan, mampu, kreatif, dan bertanggung jawab (Andriani et al., 2024; Vega et al., 2024). Peran strategis ini perlu diwujudkan melalui penerapan pendidikan yang terstruktur dan terintegrasi dalam lingkungan sekolah, dengan dukungan kurikulum, proses pembelajaran, dan metode pembelajaran sebagai satu sistem yang saling berkaitan (Miasari et al., 2022). Melalui sistem pendidikan yang terstruktur dan terintegrasi tersebut, pembelajaran fisika di sekolah menengah atas diharapkan mampu memfasilitasi serta menguatkan peningkatan penalaran ilmiah murid secara terarah dan berkesinambungan.

Berbagai temuan penelitian menunjukkan bahwa penalaran ilmiah murid belum berkembang secara optimal di tingkat SMA. Penelitian Dinata et al. (2025) menunjukkan bahwa kemampuan penalaran ilmiah murid SMA masih perlu dikembangkan, terutama pada aspek hipotesis-deduktif. Hasil penelitian Ari et al. (2024) menunjukkan bahwa penalaran ilmiah murid pada topik fluida statis masih rendah dan memerlukan pembelajaran yang lebih menekankan keterlibatan aktif murid. Temuan-temuan ini mengindikasikan bahwa pembelajaran fisika belum sepenuhnya mendukung proses penalaran ilmiah secara menyeluruh.

Kondisi tersebut tidak terlepas dari proses pembelajaran yang belum sepenuhnya memfasilitasi murid untuk terlibat dalam aktivitas penalaran ilmiah. Pembelajaran yang didominasi guru dapat menghambat keterlibatan murid dalam aktivitas berpikir tingkat tinggi dan menyebabkan murid menerima informasi secara pasif (Rahmasari, 2023). Kondisi ini membatasi kesempatan murid untuk mengembangkan penalaran ilmiah secara mandiri dalam memahami konsep fisika, sehingga diperlukan pembelajaran yang mampu meningkatkan keterlibatan murid secara aktif. Terbatasnya variasi metode pembelajaran turut memperkuat

permasalahan tersebut. Penggunaan metode ceramah secara konsisten mendorong murid menghafal rumus dan langkah pemecahan masalah tanpa memahami dasar ilmiah dari konsep yang dipelajari (Simbolon et al., 2025). Akibatnya, murid cenderung berfokus pada jawaban akhir alih-alih pada proses penalaran yang melibatkan keterkaitan konsep, bukti, dan fenomena fisik, serta menyelesaikan masalah secara prosedural tanpa mempertimbangkan hubungan sebab-akibat atau variabel yang memengaruhi (Efendi et al., 2020; Wafa et al., 2025). Situasi ini mengindikasikan bahwa upaya menumbuhkan cara berpikir ilmiah masih menjadi tantangan tersendiri dalam pembelajaran fisika di SMA.

Berbagai penelitian telah mengkaji penerapan berbagai model pembelajaran sebagai upaya memperkuat penalaran ilmiah murid. Nabillah et al. (2022) mengemukakan bahwa penerapan model pemecahan masalah kreatif dapat meningkatkan penalaran ilmiah murid, meskipun indikator penalaran hipotesis-deduktif masih tergolong rendah. Temuan ini sejalan dengan penelitian Anjani et al. (2020) dan Usman et al. (2025) yang menunjukkan rendahnya penalaran korelasional, penalaran probabilistik, dan penalaran hipotesis-deduktif pada murid SMA. Hasil penelitian ini menunjukkan perlunya model pembelajaran yang memberikan ruang lebih luas bagi murid untuk terlibat dalam proses penyelidikan, analisis, penjelasan, dan evaluasi berdasarkan bukti.

Salah satu model pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik tersebut adalah model *Problem-Based Learning* (PBL), yang menjadikan murid sebagai partisipan aktif dalam proses pemecahan masalah kontekstual. Melalui model ini, murid dilatih untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan persoalan nyata dalam kehidupan sehari-hari, sekaligus bekerja sama dalam mengumpulkan informasi, menganalisis data, dan merumuskan kesimpulan (Mutiarra et al., 2023; Setyowati et al., 2024). Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa PBL memiliki potensi dalam mendukung peningkatan penalaran ilmiah murid.

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini diawali dengan studi pendahuluan yang bertujuan menganalisis kondisi penalaran ilmiah murid serta keterpaduan indikator penalaran ilmiah dalam pembelajaran fisika di sekolah. Studi pendahuluan dilaksanakan di salah satu SMA Negeri di Kabupaten Kuningan

dengan menggunakan beberapa teknik pengumpulan data, yaitu wawancara dengan guru fisika, kuesioner terbuka kepada murid, serta analisis perangkat ajar yang meliputi modul ajar, LKPD, dan latihan soal. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai pemahaman guru terhadap penalaran ilmiah dan implementasinya dalam pembelajaran. Kuesioner terbuka digunakan untuk mengidentifikasi penalaran ilmiah murid berdasarkan indikator penalaran ilmiah, sedangkan analisis perangkat ajar dilakukan untuk mengetahui sejauh mana perangkat pembelajaran telah memfasilitasi peningkatan penalaran ilmiah. Melalui ketiga teknik tersebut diperoleh gambaran mengenai kondisi aktual pembelajaran fisika sebagai dasar dalam mengidentifikasi kebutuhan pengembangan pembelajaran yang lebih mampu meningkatkan penalaran ilmiah murid.

Hasil wawancara menunjukkan bahwa guru telah memahami penalaran ilmiah sebagai proses berpikir yang mengikuti tahapan metode ilmiah dan telah menerapkannya melalui permasalahan kontekstual, pengamatan, diskusi, eksperimen, serta penyimpulan hasil pembelajaran. Guru memandang penalaran ilmiah penting untuk membantu murid memahami konsep fisika secara lebih bermakna. Meskipun demikian, penalaran ilmiah murid masih bervariasi. Penalaran konservasi telah berkembang cukup baik, sedangkan penalaran proporsional, variabel, korelasi, probabilistik, dan hipotesis-deduktif masih memerlukan bimbingan agar berkembang secara optimal.

Hasil kuesioner terbuka menunjukkan bahwa sebagian besar murid telah memperlihatkan penalaran ilmiah pada setiap indikator, meskipun tingkat penguasaannya masih belum merata. Murid umumnya mampu memverifikasi hasil pengamatan, menjelaskan hubungan antarbesaran fisika, mengidentifikasi variabel, mempertimbangkan variasi hasil pengukuran, serta menarik kesimpulan berdasarkan data. Namun, sebagian murid masih mengalami miskonsepsi, memberikan alasan yang kurang tepat, atau belum mampu menguraikan proses analisis data secara ilmiah.

Analisis perangkat ajar dilakukan dengan mengacu pada indikator penalaran ilmiah yang diusulkan oleh Lawson et al. (2000) yang meliputi penalaran konservasi, penalaran proporsional, penalaran variabel, penalaran probabilistik,

penalaran korelasi, dan penalaran hipotesis-deduktif. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi keterpaduan setiap indikator dalam modul ajar, LKPD, dan latihan soal yang digunakan guru selama proses pembelajaran. Hasil analisis tersebut digunakan untuk mengetahui indikator yang telah terfasilitasi dengan baik maupun indikator yang masih memerlukan penguatan agar pembelajaran dapat mengembangkan penalaran ilmiah secara lebih komprehensif.

Hasil analisis modul ajar menunjukkan bahwa sebagian besar indikator penalaran ilmiah telah terintegrasi dalam tujuan pembelajaran maupun kegiatan pembelajaran. Penalaran konservasi dan penalaran korelasi telah terpenuhi melalui kegiatan menganalisis perubahan energi, hubungan konsumsi energi dengan pertumbuhan penduduk, serta dampaknya terhadap emisi gas rumah kaca. Penalaran proporsional, penalaran variabel, dan penalaran hipotesis-deduktif telah muncul, tetapi masih bersifat sebagian karena belum diarahkan secara eksplisit untuk membangun kemampuan membandingkan rasio, mengidentifikasi variabel secara sistematis, maupun merumuskan hipotesis sebelum melakukan pengujian. Sementara itu, penalaran probabilistik belum ditemukan dalam modul ajar karena belum terdapat aktivitas yang mengarahkan murid memperkirakan peluang, menganalisis ketidakpastian, maupun menafsirkan variasi data hasil pengukuran.

Hasil analisis LKPD menunjukkan bahwa LKPD telah memfasilitasi sebagian besar indikator penalaran ilmiah secara lebih baik dibandingkan modul ajar. Penalaran konservasi, proporsional, korelasi, dan variabel telah terpenuhi melalui kegiatan menganalisis perubahan energi, menghitung efisiensi energi, menjelaskan hubungan antardata, serta mengidentifikasi variabel bebas, terikat, dan kontrol pada kegiatan eksperimen. Penalaran hipotesis-deduktif telah muncul melalui kegiatan merancang, menguji, mengevaluasi, dan memperbaiki prototipe, namun belum secara eksplisit meminta murid merumuskan hipotesis sebelum eksperimen dilakukan. Di sisi lain, penalaran probabilistik belum terakomodasi karena tidak terdapat kegiatan yang meminta murid mempertimbangkan peluang maupun ketidakpastian hasil percobaan.

Analisis latihan soal menunjukkan bahwa soal telah mendukung pengembangan penalaran konservasi, proporsional, korelasi, dan variabel melalui

aktivitas menganalisis transformasi energi, menghitung besaran fisika, menganalisis hubungan antarvariabel, serta mengidentifikasi variabel dalam suatu percobaan. Namun, penalaran hipotesis-deduktif masih berkembang sebagian karena soal lebih berfokus pada analisis hasil daripada penyusunan dan pengujian hipotesis. Selain itu, penalaran probabilistik belum terintegrasi dalam latihan soal karena belum ditemukan soal yang mengarahkan murid mempertimbangkan kemungkinan hasil, peluang, maupun ketidakpastian pengukuran.

Hasil studi pendahuluan yang meliputi wawancara guru, kuesioner terbuka murid, dan analisis perangkat ajar menunjukkan bahwa pembelajaran fisika di sekolah telah memuat upaya pengembangan penalaran ilmiah, tetapi penerapannya belum optimal pada seluruh indikator. Guru telah memahami pentingnya penalaran ilmiah dan berupaya mengintegrasikannya dalam proses pembelajaran, sedangkan murid telah menunjukkan kemampuan penalaran ilmiah meskipun tingkat penguasaannya masih bervariasi. Hasil analisis perangkat ajar menunjukkan bahwa penalaran konservasi, proporsional, korelasi, dan variabel telah difasilitasi, sedangkan penalaran hipotesis-deduktif masih terpenuhi sebagian dan penalaran probabilistik belum terakomodasi. Situasi ini mengindikasikan perlunya penerapan pembelajaran yang memberikan ruang bagi murid untuk berpartisipasi aktif dalam proses berpikir dan penyelidikan ilmiah serta memberikan tahapan yang sistematis untuk mengembangkan seluruh indikator penalaran ilmiah.

Model pembelajaran yang diterapkan dalam proses pembelajaran menjadi salah satu aspek yang dapat menentukan keterlibatan murid dalam aktivitas berpikir dan penyelidikan. Model pembelajaran yang sesuai untuk mengembangkan penalaran ilmiah perlu memberikan kesempatan kepada murid untuk menghubungkan pengetahuan awal dengan permasalahan, melakukan penyelidikan, membangun penjelasan berdasarkan bukti, menerapkan konsep, dan mengevaluasi hasil pemikirannya. Salah satu model pembelajaran yang memiliki karakteristik tersebut adalah model pembelajaran 5E. Model pembelajaran 5E terdiri atas lima tahapan, yaitu *engage*, *explore*, *explain*, *elaborate*, dan *evaluate* (Polanin et al., 2024). Tahapan-tahapan tersebut memberikan pengalaman belajar yang terstruktur secara sistematis serta memungkinkan murid untuk membangun pengetahuannya

secara aktif melalui kegiatan penyelidikan dan refleksi. Karakteristik tersebut menjadikan model pembelajaran 5E relevan untuk digunakan dalam mengembangkan penalaran ilmiah murid.

Kesesuaian model pembelajaran 5E dalam mendukung peningkatan kemampuan murid juga telah ditunjukkan melalui berbagai penelitian. Wulandari et al. (2024) mengungkapkan penerapan model pembelajaran 5E dapat meningkatkan penalaran ilmiah murid. Susanti et al. (2022) melaporkan model pembelajaran 5E efektif dalam meningkatkan pemahaman kognitif murid. Selanjutnya, Sutrisno & Nasir (2024) menunjukkan bahwa model pembelajaran 5E terbukti mampu meningkatkan minat dan motivasi belajar murid, khususnya melalui tahap *explore* dan *elaborate* dalam pembelajaran fisika. Asfiah & Admoko (2025) juga melaporkan bahwa penerapan model pembelajaran 5E memperoleh kriteria sangat kuat dengan persentase 88%, yang menunjukkan bahwa murid dapat mengikuti proses pembelajaran secara optimal. Selain itu, Pallawa (2023) menunjukkan adanya pengaruh yang positif dan signifikan dari model pembelajaran 5E terhadap hasil belajar murid. Berdasarkan berbagai temuan tersebut, model pembelajaran 5E dinilai mampu menghadirkan proses pembelajaran yang aktif, sistematis, dan mendukung pengembangan kemampuan murid, termasuk penalaran ilmiah.

Penerapan model pembelajaran 5E memerlukan dukungan perangkat pembelajaran yang tepat agar setiap tahapannya dapat terlaksana secara optimal. Perangkat pembelajaran merupakan bagian penting dalam pelaksanaan pembelajaran karena dapat membantu pendidik dan murid dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran serta mendukung pencapaian kompetensi yang hendak dikembangkan (Adilah & Suliyanah, 2020). Perangkat pembelajaran yang disusun sesuai dengan karakteristik model pembelajaran dapat memberikan arahan terhadap aktivitas belajar sehingga tahapan pembelajaran dapat terlaksana secara lebih terstruktur. Penerapan model pembelajaran 5E perlu didukung oleh perangkat pembelajaran yang tidak hanya menunjang keterlaksanaan setiap tahap pembelajaran, tetapi juga dapat memfasilitasi proses berpikir murid dalam mengembangkan penalaran ilmiah.

Perangkat pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan tersebut adalah LKPD Diagram Berpikir Multidimensi. Penggunaan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi dalam pembelajaran telah ditunjukkan melalui penelitian Fuadina et al. (2022) dan Nurhalimah et al. (2024). Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi memberikan pengaruh signifikan terhadap pembelajaran IPA. Temuan tersebut menunjukkan bahwa LKPD Diagram Berpikir Multidimensi memiliki potensi sebagai perangkat pembelajaran yang dapat mendukung aktivitas belajar dan membantu murid dalam mengembangkan proses berpikir. Hasil penelitian tersebut memperkuat alasan penggunaan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi sebagai perangkat yang mendukung penerapan model pembelajaran 5E.

Keterpaduan model pembelajaran 5E dengan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi telah diteliti oleh Wulandari et al. (2024). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran 5E yang dipadukan dengan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi memberikan pengaruh positif terhadap penalaran ilmiah murid. Penelitian tersebut berfokus pada jenjang SMP dengan materi tekanan zat, sedangkan penelitian ini dilaksanakan pada jenjang SMA dengan topik energi terbarukan. Perbedaan jenjang pendidikan dan topik pembelajaran tersebut memberikan konteks yang berbeda dalam peningkatan penalaran ilmiah murid. Selain itu, hasil studi pendahuluan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa penalaran ilmiah murid masih perlu ditingkatkan, khususnya penalaran hipotesis-deduktif yang masih terpenuhi sebagian dan penalaran probabilistik yang belum terakomodasi dalam perangkat pembelajaran yang digunakan di sekolah. Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji penerapan model pembelajaran 5E yang dipadukan dengan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi pada jenjang SMA dengan topik energi terbarukan untuk meningkatkan penalaran ilmiah murid.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa selain diperlukan model pembelajaran yang dapat mendukung peningkatan penalaran ilmiah, pemilihan materi pembelajaran dalam penelitian ini perlu mempertimbangkan karakteristik materi yang dapat memberikan konteks bagi murid untuk melakukan pengamatan,

penyelidikan, analisis, penggunaan bukti, dan penarikan kesimpulan. Salah satu materi yang memiliki karakteristik tersebut adalah energi terbarukan. Materi energi terbarukan berkaitan dengan konsep energi, usaha, daya, serta konversi energi dalam kehidupan sehari-hari (Amelia et al., 2024). Materi ini mencakup sumber energi yang dapat diperbarui secara alami, seperti energi surya, angin, air, biomassa, dan panas bumi. Pembelajaran materi energi terbarukan tidak hanya menuntut murid memahami konsep secara teoretis, tetapi juga dapat mengarahkan murid untuk menganalisis proses perubahan energi, hubungan antarvariabel, efisiensi sistem, serta dampaknya terhadap lingkungan dan keberlanjutan sumber daya.

Karakteristik topik energi terbarukan tersebut menunjukkan bahwa topik ini dapat memberikan kesempatan kepada murid untuk melakukan kegiatan yang melibatkan pengamatan, penyelidikan, analisis, penggunaan bukti, dan penarikan kesimpulan. Kegiatan tersebut dapat didukung melalui penggunaan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi yang membantu murid mengorganisasi data, menghubungkan konsep, serta mengaitkan bukti dengan hipotesis dan kesimpulan secara terstruktur. Berdasarkan berbagai uraian tersebut, diperlukan inovasi pembelajaran yang dapat memberikan pengalaman belajar yang terstruktur dan mendukung peningkatan penalaran ilmiah murid sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian yang berjudul “Penerapan Model Pembelajaran *Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate* (5E) dengan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi pada Topik Energi Terbarukan untuk Meningkatkan Penalaran Ilmiah Murid SMA.”

B. Rumusan Masalah

Di bawah ini terdapat identifikasi permasalahan yang akan dijelaskan dalam penelitian:

1. Bagaimana keterlaksanaan proses pembelajaran menggunakan model pembelajaran 5E dan model *Problem-Based Learning* dengan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi pada materi energi terbarukan?
2. Bagaimana peningkatan penalaran ilmiah murid antara kelas yang menggunakan model pembelajaran 5E dan kelas yang menggunakan model *Problem-Based Learning*?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini:

1. Untuk mengetahui keterlaksanaan proses pembelajaran menggunakan model pembelajaran 5E dan model *Problem-Based Learning* dengan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi pada materi energi terbarukan
2. Untuk mengetahui peningkatan penalaran ilmiah murid antara kelas yang menggunakan model pembelajaran 5E dan kelas yang menggunakan model *Problem-Based Learning*

D. Manfaat Penelitian

Berikut beberapa manfaat penelitian yang diharapkan dari hasil penelitian:

1. Manfaat Teoretis

Melalui penelitian ini, diharapkan diperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana model pembelajaran 5E dapat meningkatkan penalaran ilmiah murid. Lebih lanjut, penelitian ini juga berpotensi menjadi rujukan bagi penelitian-penelitian berikutnya yang mengkaji hubungan antara model pembelajaran dan penalaran ilmiah di berbagai pembelajaran, sehingga dapat memperkaya kajian di bidang pendidikan.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Murid

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan penalaran ilmiah murid dalam memahami konsep-konsep sains, khususnya pada materi energi terbarukan, secara lebih mendalam dan bermakna. Melalui penerapan model pembelajaran 5E, murid diberi kesempatan untuk mengkaji informasi, melakukan eksplorasi, serta menyusun kesimpulan berdasarkan bukti yang relevan dengan konteks pemanfaatan energi terbarukan. Kemampuan tersebut diharapkan tidak hanya mendukung keberhasilan belajar di kelas, tetapi juga membekali murid dengan keterampilan berpikir rasional dan pemecahan masalah yang diperlukan dalam menghadapi isu-isu energi dalam kehidupan sehari-hari.

b. Bagi Pendidik

Studi ini diharapkan menjadi panduan bagi guru dalam menerapkan model pembelajaran 5E sebagai salah satu alternatif pembelajaran yang inovatif guna

menumbuhkan penalaran ilmiah murid. Melalui rancangan pembelajaran yang disusun secara sistematis dan berfokus pada materi energi terbarukan, pendidik dapat menciptakan pengalaman belajar yang bersifat lebih kontekstual, menantang, sekaligus bermakna bagi murid.

c. Bagi Sekolah

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan bagi sekolah dalam merancang model pembelajaran yang relevan dengan perkembangan pembelajaran dan kebutuhan murid. Penerapan model pembelajaran 5E dipandang mampu mendukung peningkatan mutu proses pembelajaran, sekaligus membekali murid dengan keterampilan berpikir ilmiah dan kesiapan menghadapi tantangan perkembangan sains dan teknologi di era modern.

E. Definisi Operasional

Untuk meminimalisasi adanya kekeliruan dan kesalahan dalam penafsiran, berikut beberapa istilah yang perlu diperjelas:

1. Model pembelajaran 5E dengan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi

Model pembelajaran 5E merupakan model pembelajaran yang bertujuan membantu pendidik menciptakan proses pembelajaran yang interaktif, sistematis, dan berpusat pada murid. Model ini terdiri atas lima tahapan, yaitu *Engage*, *Explore*, *Explain*, *Elaborate*, dan *Evaluate*. Dalam penelitian ini, model pembelajaran 5E diterapkan dengan menggunakan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi sebagai perangkat ajar yang memfasilitasi murid dalam mengorganisasi proses berpikir melalui tiga bentuk representasi, yaitu tabel data, peta konsep, dan peta penalaran. Penerapan model pembelajaran 5E dengan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi dianalisis melalui rekaman video proses pembelajaran untuk menilai keterlaksanaan setiap tahapan pembelajaran sesuai dengan sintak model pembelajaran 5E secara tepat dan konsisten.

2. Model *Problem-Based Learning* (PBL) dengan Diagram Berpikir Multidimensi

Model PBL dapat dipahami sebagai model pembelajaran yang berpusat pada murid dan diawali dengan penyajian permasalahan kontekstual guna merangsang kemampuan berpikir tingkat tinggi. Dalam penelitian ini, model PBL

diterapkan dengan menggunakan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi sebagai perangkat ajar yang membantu murid mengorganisasi proses berpikir melalui penyajian tabel data, peta konsep, dan peta penalaran sehingga memudahkan murid dalam menganalisis permasalahan, menghubungkan konsep, serta menyusun penalaran berdasarkan data dan bukti. Model PBL terdiri atas lima sintak, yaitu orientasi murid pada masalah, mengorganisasi murid untuk belajar, membimbing penyelidikan individu maupun kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pembelajaran. Penerapan model PBL dengan menggunakan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi dianalisis melalui rekaman video proses pembelajaran untuk menilai keterlaksanaan setiap tahapan secara tepat dan konsisten sesuai dengan sintak yang telah ditetapkan.

3. Penalaran Ilmiah

Penalaran ilmiah dalam penelitian ini diartikan sebagai kemampuan murid dalam menggunakan data, bukti, dan konsep untuk menganalisis permasalahan serta menarik kesimpulan secara logis dan ilmiah. Penalaran ilmiah dalam penelitian ini diukur melalui enam indikator, yaitu penalaran konservasi, penalaran proporsional, penalaran variabel, penalaran probabilistik, penalaran korelasi, dan penalaran hipotesis-deduktif. Pengukuran dilakukan melalui tes berbentuk esai yang disusun sesuai dengan keenam indikator tersebut. Peningkatan penalaran ilmiah dianalisis melalui pelaksanaan *pretest* dan *posttest* dalam rangkaian kegiatan pembelajaran.

F. Kerangka Berpikir

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang dilaksanakan di salah satu SMA Negeri di Kabupaten Kuningan, diperoleh temuan bahwa penalaran ilmiah murid belum berkembang secara optimal. Analisis terhadap perangkat pembelajaran menunjukkan bahwa indikator penalaran konservasi, penalaran proporsional, penalaran variabel, dan penalaran korelasi telah mulai difasilitasi, sedangkan penalaran hipotesis-deduktif masih terfasilitasi sebagian dan penalaran probabilistik belum terakomodasi secara optimal. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang berlangsung belum sepenuhnya memberikan

kesempatan kepada murid untuk mengembangkan seluruh indikator penalaran ilmiah secara terpadu.

Permasalahan tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara kondisi pembelajaran yang berlangsung dengan tuntutan pembelajaran sains yang mengharapkan murid mampu menggunakan data, bukti, dan konsep untuk menganalisis permasalahan serta menarik kesimpulan secara logis dan ilmiah. Berdasarkan Lawson et al. (2000) penalaran ilmiah meliputi enam indikator, yaitu penalaran konservasi, penalaran proporsional, penalaran variabel, penalaran probabilistik, penalaran korelasi, dan penalaran hipotesis-deduktif. Oleh karena itu, diperlukan upaya pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga mampu memfasilitasi pengembangan seluruh indikator penalaran ilmiah secara sistematis.

Salah satu alternatif yang dinilai relevan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penerapan model pembelajaran 5E dengan menggunakan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi sebagai perangkat ajar. Model pembelajaran 5E terdiri atas lima tahapan, yaitu *Engage*, *Explore*, *Explain*, *Elaborate*, dan *Evaluate*. Tahapan tersebut memberikan kesempatan kepada murid untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran, mulai dari mengidentifikasi dan menghubungkan pengetahuan awal dengan permasalahan, melakukan penyelidikan, menjelaskan hasil yang diperoleh, menerapkan konsep dalam situasi lain, hingga melakukan evaluasi terhadap pemahaman yang telah dibangun.

Penerapan model pembelajaran 5E didukung oleh LKPD Diagram Berpikir Multidimensi yang membantu murid mengorganisasi proses berpikir secara terstruktur melalui penyajian tabel data, peta konsep, dan peta penalaran. Tabel data membantu murid mengidentifikasi dan mengolah informasi yang diperoleh, peta konsep membantu murid menghubungkan konsep-konsep yang relevan, sedangkan peta penalaran membantu murid menyusun hubungan antara data, bukti, dan kesimpulan. Rangkaian representasi tersebut memberikan kesempatan kepada murid untuk menggunakan data dan bukti, menghubungkan konsep yang relevan, serta menyusun kesimpulan berdasarkan hubungan antara bukti, hipotesis, dan teori, sehingga dapat mendukung proses penalaran ilmiah murid. Dengan demikian,

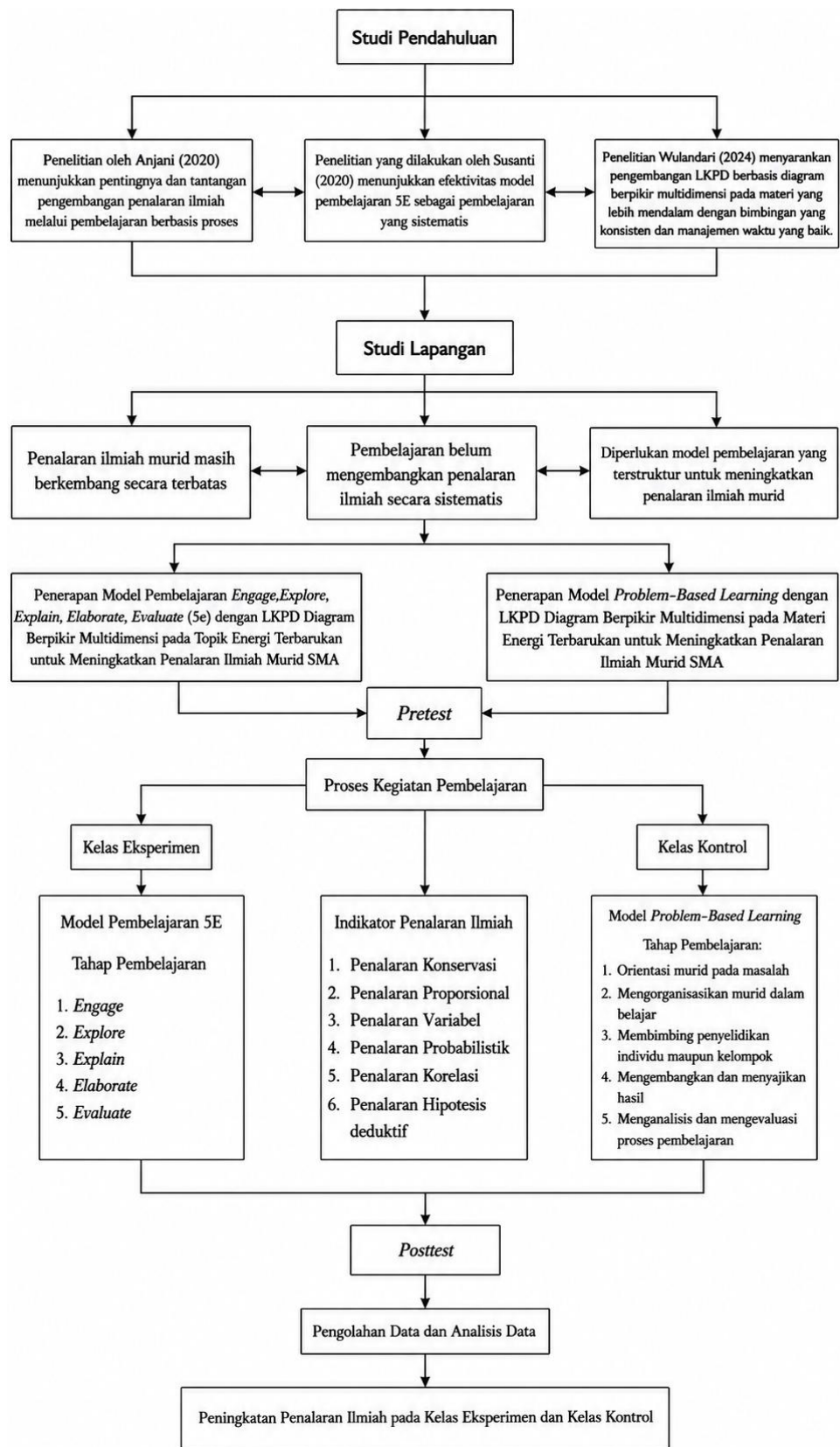
LKPD Diagram Berpikir Multidimensi tidak hanya digunakan sebagai perangkat pendukung kegiatan pembelajaran, tetapi juga berperan dalam memfasilitasi proses penalaran murid selama mengikuti setiap tahapan model pembelajaran 5E.

Penelitian ini diawali dengan pemberian *pretest* kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui kemampuan awal penalaran ilmiah murid. Selanjutnya, kelas eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan model pembelajaran 5E dengan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi, sedangkan kelas kontrol memperoleh pembelajaran menggunakan model *Problem-Based Learning* (PBL) dengan menggunakan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi. Setelah proses pembelajaran selesai, kedua kelas diberikan *posttest* untuk mengetahui kemampuan penalaran ilmiah murid setelah memperoleh perlakuan.

Perbedaan utama kedua kelas terletak pada model pembelajaran yang diterapkan. Model pembelajaran 5E memberikan struktur pembelajaran yang secara bertahap mengarahkan murid untuk membangun dan mengembangkan pemahamannya melalui tahapan *Engage*, *Explore*, *Explain*, *Elaborate*, dan *Evaluate*. Sementara itu, model PBL mengarahkan pembelajaran melalui penyajian masalah dan proses penyelidikan untuk menemukan solusi. Meskipun kedua kelas sama-sama menggunakan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi, perbedaan sintak dan proses pembelajaran pada kedua model tersebut diperkirakan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap peningkatan penalaran ilmiah murid

Berdasarkan uraian tersebut, penerapan model pembelajaran 5E dengan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi diperkirakan dapat memberikan kesempatan yang lebih terstruktur kepada murid untuk menggunakan data dan bukti, menghubungkan konsep, menganalisis hubungan antarvariabel, serta menarik kesimpulan secara logis. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui peningkatan penalaran ilmiah murid setelah penerapan model pembelajaran 5E dengan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi pada materi energi terbarukan.

Berikut disajikan *flow chart* pada Gambar 1.1 dari kerangka pemikiran yang disusun untuk dapat menyelesaikan permasalahan:



Gambar 1. 1 Kerangka Berpikir.

G. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan pernyataan dan rumusan masalah di atas, maka hipotesis penelitian adalah sebagai berikut:

H_o : Tidak terdapat perbedaan peningkatan penalaran ilmiah yang signifikan pada murid antara yang menggunakan model pembelajaran 5E dan yang menggunakan model *Problem-Based Learning* dengan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi pada materi energi terbarukan.

H_a : Terdapat perbedaan peningkatan penalaran ilmiah yang signifikan pada murid antara yang menggunakan model pembelajaran 5E dan yang menggunakan model *Problem-Based Learning* dengan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi pada materi energi terbarukan.

H. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu sebelumnya telah mengeksplorasi sejumlah pendekatan dalam model pembelajaran untuk meningkatkan penalaran ilmiah murid di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA).

1. Penelitian yang dilakukan oleh Dinata et al. (2025) yang berjudul *Scientific Reasoning Ability of High School Students in Palangka Raya in Physics Learning*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa banyak murid SMA di Kota Palangka Raya masih berada pada tahap berpikir operasional konkret. Penalaran ilmiah dengan capaian tertinggi terdapat pada indikator penalaran konservasi, sedangkan indikator dengan capaian terendah adalah penalaran hipotesis-deduktif.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Ari et al., (2024) yang berjudul *Investigation of Scientific Reasoning Skills Survey Research on Static Fluid Topics*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penalaran ilmiah masih dalam kategori rendah pada materi fluida statis, serta perlu adanya pengajaran yang lebih interaktif untuk subtopik yang abstrak.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Anjani et al. (2020) yang berjudul *Penalaran Ilmiah Murid SMA dalam Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Inkuiri Terbimbing disertai Diagram Berpikir Multidimensi*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran inkuiri terbimbing

disertai Diagram Berpikir Multidimensi meningkatkan penalaran ilmiah murid, terutama pada domain *proportional reasoning* dan *conservation reasoning*. Namun, indikator seperti *correlational reasoning* dan *probabilistic reasoning* masih memerlukan perhatian lebih karena peningkatannya tidak setinggi indikator lainnya. Beberapa kendala yang dihadapi adalah keterbatasan waktu pembelajaran, kurang efektifnya kerja kelompok, dan kendala teknis lainnya.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Nabillah et al. (2022) yang berjudul Analisis Profil Penalaran ilmiah Murid SMA kelas XI melalui Model Pembelajaran *Creative Problem Solving*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penalaran ilmiah murid SMA kelas XI yang diajar menggunakan model pembelajaran *Creative Problem Solving* berada dalam kategori baik. Skor rata-rata soal penalaran ilmiah berdasarkan tingkat persentasi *N-gain* terendah ada pada indikator penalaran hipotesis-deduktif yaitu 38 dan *N-gain* tertinggi ada pada indikator penalaran variabel, penalaran probabilistik, dan penalaran korelasi yaitu 100.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Susanti et al., (2022) yang berjudul Pengaruh Model Pembelajaran *Learning Cycle* 5E Terhadap Hasil Belajar Ranah Kognitif Murid Kelas XI IPA SMAN 1 Palibelo Pada Materi Keseimbangan Ion Dan pH Larutan Garam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran 5E terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman kognitif murid pada materi pembelajaran.
6. Penelitian yang dilakukan Sutrisno & Nasir (2024) yang berjudul Upaya Pengaruh Model *Learning Cycle* 5E terhadap Pemahaman Konsep Fisika Murid SMA Negeri 1 Sendana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dapat model pembelajaran 5E dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar murid terutama pada tahap eksplorasi dan elaborasi dalam memahami konsep fisika.
7. Penelitian yang dilakukan oleh Asfiah & Admoko, (2025) yang berjudul Pengembangan LKPD Model Pembelajaran *Learning Cycle* 5E Pada Materi Fluida Dinamis. Untuk Meningkatkan Keterampilan Argumentasi Ilmiah

Murid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Learning Cycle* 5E memperoleh persentase sebesar 88%, yang termasuk dalam kriteria sangat kuat berdasarkan data yang telah dikumpulkan. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa murid mampu mengikuti proses pembelajaran dengan menggunakan model ini secara baik.

8. Temuan ini sejalan dengan penelitian Usman et al. (2025) yang berjudul *Cognitive Development and Variable Control in Scientific Reasoning: Assessing Indonesian Students' Environmental Change Understanding via Lawson Classroom Test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penalaran ilmiah murid SMA masih berada pada kategori cukup dengan rata-rata 41%. Penalaran korelasional dan hipotetik-deduktif masih berada pada kategori cukup, sedangkan penalaran variabel menjadi indikator terendah dengan capaian 7%. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pembelajaran yang secara bertahap melatih proses penalaran ilmiah murid.
9. Penelitian yang dilakukan oleh Widiastuti et al. (2021) yang berjudul Penerapan Model *Discovery Learning* Berbantu Media Bagan Relativitas untuk Meningkatkan Penalaran ilmiah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penalaran ilmiah murid pada awalnya tergolong rendah, terutama pada materi relativitas khusus Einstein yang bersifat abstrak dan sulit dipahami. Hal ini terlihat dari skor *pretest* murid di kelas eksperimen dan kontrol yang menunjukkan nilai rata-rata cukup rendah (65,8 untuk eksperimen dan 64,87 untuk kontrol).
10. Penelitian yang dilakukan oleh Pallawa (2023) yang berjudul Penerapan Model Pembelajaran *Learning Cycle* 5E Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Geografi Di Kelas X Iis SMA Negeri 2 Malinau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran 5E memberikan dampak positif dan signifikan terhadap peningkatan hasil belajar murid.

Penelitian sebelumnya menunjukkan penalaran ilmiah murid masih relatif rendah, sebagaimana dibuktikan oleh pemahaman mereka yang terbatas tentang konsep fisika dari perspektif logistik dan analitis. Namun, model Pembelajaran 5E telah terbukti meningkatkan hasil belajar murid melalui pengajaran yang sistematis

dan interaktif, memungkinkan murid untuk lebih aktif dalam pembelajaran, sekaligus mengembangkan pemahaman konseptual yang lebih mendalam. Berikut disajikan terkait persamaan dan perbedaan antara penelitian terdahulu dengan penelitian saat ini yang ditunjukkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Saat Ini

No	Nama dan Tahun	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Dinata et al. (2025)	<i>Scientific Reasoning Ability of High School Students in Palangka Raya in Physics Learning</i>	Sama-sama meneliti penalaran ilmiah Murid SMA	Tidak menerapkan model pembelajaran tertentu, sedangkan penelitian ini menggunakan model pembelajaran 5E
2	Ari et al., (2024)	<i>Investigation of Scientific Reasoning Skills Survey Research on Static Fluid Topics</i>	Sama-sama membahas penalaran ilmiah pada materi fisika	Menggunakan materi fluida statis, sedangkan penelitian ini menggunakan topik energi terbarukan serta menerapkan model pembelajaran 5E
3	Anjani et al. (2020)	Penalaran ilmiah Murid SMA dalam Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Inkuiri Terbimbing Disertai Diagram Berpikir Multidimensi	Sama-sama meneliti peningkatan penalaran ilmiah dengan pendekatan pembelajaran	Menggunakan model inkuiri terbimbing, sedangkan penelitian ini menggunakan model pembelajaran 5E
4	Nabillah et al. (2022)	Analisis Profil Penalaran ilmiah Murid SMA kelas XI melalui Model Pembelajaran	Sama-sama meneliti indikator penalaran ilmiah dan menggunakan model	Menggunakan model <i>Creative Problem Solving</i> , sedangkan penelitian ini

No	Nama dan Tahun	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
		<i>Creative Problem Solving</i>	pembelajaran aktif	menggunakan model pembelajaran 5E
5	Susanti et al., (2022)	Model Pembelajaran <i>Learning Cycle 5E</i> Terhadap Hasil Belajar Ranah Kognitif Murid Kelas XI IPA SMAN 1 Palibelo Pada Materi Kesetimbangan Ion Dan pH Larutan Garam	Sama-sama menggunakan model pembelajaran 5E	Berfokus pada hasil belajar kognitif, sedangkan penelitian ini berfokus pada peningkatan penalaran ilmiah melalui topik energi terbarukan.
6	Sutrisno & Nasir (2024)	Pengaruh Model <i>Learning Cycle 5E</i> terhadap Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik SMA Negeri 1 Sendana	Sama-sama menggunakan model pembelajaran 5E	Berfokus pada pemahaman konsep dan tidak pada satu materi tertentu, sedangkan penelitian ini berfokus pada penalaran ilmiah dengan materi energi terbarukan.
7	Asfiah & Admoko, (2025)	Pengembangan LKPD Model Pembelajaran <i>Learning Cycle 5E</i> Pada Materi Fluida Dinamis Untuk Meningkatkan Keterampilan Argumentasi Ilmiah	Sama-sama menggunakan model pembelajaran 5E	Menggunakan materi fluida dinamis dan berfokus pada argumentasi ilmiah, sedangkan penelitian ini menggunakan materi energi terbarukan dan berfokus pada penalaran ilmiah.
8	Usman et al. (2025)	<i>Cognitive Development and Variable Control in Scientific Reasoning:</i>	Sama-sama mengukur penalaran ilmiah berdasarkan	Berfokus pada identifikasi penalaran ilmiah, sedangkan penelitian ini

No	Nama dan Tahun	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
		<i>Assessing Indonesian Students' Environmental Change Understanding via Lawson Classroom Test</i>	indikator LCTSR/Lawson	berfokus pada peningkatan penalaran ilmiah melalui model pembelajaran 5E
9	Widiastuti et al. (2021)	Penerapan Model <i>Discovery Learning</i> Berbantu Media Bagan Relativitas untuk Meningkatkan Penalaran ilmiah	Sama-sama berfokus pada peningkatan penalaran ilmiah	Menggunakan model <i>Discovery Learning</i> , sedangkan penelitian ini menggunakan model pembelajaran 5E
10	Pallawa (2023)	Model Pembelajaran <i>Learning Cycle 5E</i> Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Geografi Di Kelas X Iis SMA Negeri 2 Malinau	Sama-sama menggunakan model pembelajaran 5E	Berfokus pada hasil belajar, sedangkan penelitian ini berfokus pada peningkatan penalaran ilmiah melalui topik energi terbarukan.

Berdasarkan hasil kajian penelitian terdahulu, kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan model pembelajaran 5E yang dipadukan dengan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi untuk meningkatkan penalaran ilmiah murid pada materi energi terbarukan di jenjang SMA. Penelitian sebelumnya umumnya berfokus pada analisis penalaran ilmiah atau menerapkan model pembelajaran lain seperti *Inkuiri Terbimbing*, *Creative Problem Solving*, dan *Discovery Learning*. Sementara itu, penelitian yang menggunakan model pembelajaran 5E lebih banyak berfokus pada hasil belajar, pemahaman konsep, atau keterampilan argumentasi ilmiah. Penelitian ini menghadirkan kebaruan melalui integrasi model pembelajaran 5E dengan LKPD Diagram Berpikir Multidimensi yang diarahkan untuk meningkatkan seluruh indikator penalaran ilmiah murid pada materi energi terbarukan.