

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah Penelitian

Pendidikan menjadi bidang yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Melalui pendidikan, kualitas manusia dapat ditingkatkan melalui peningkatan kompetensi kognitif, efektif, dan psikomotorik. Namun, dalam upaya memperbaiki dan meningkatkan kualitas kehidupan, terdapat kompleksitas yang harus dipertimbangkan. Menurut Sujana (2019) Pendidikan merupakan proses yang berkelanjutan dan tak pernah berakhir (*never ending proces*), sehingga dapat menghasilkan suatu kualitas yang berkesinambungan, yang ditujukan pada perwujudan sosok manusia untuk masa depan, dan berakar pada nilai-nilai budaya bangsa serta Pancasila. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap kehidupan manusia dan pendidikan diakui sebagai salah satu faktor yang dapat meningkatkan kualitas sumber daya manusia suatu bangsa.

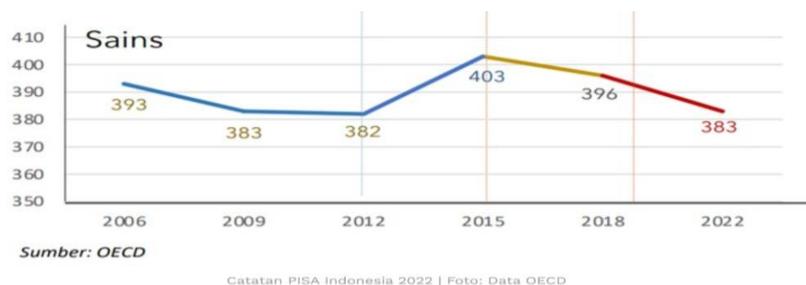
Dalam konteks pendidikan, perbaikan dan peningkatan mutu pendidikan selalu diperlukan. Proses pembelajaran menjadi kegiatan yang sangat penting dalam pendidikan, karena keberhasilan mencapai tujuan pendidikan sangat tergantung pada proses pembelajaran yang berlangsung. Pendidikan dianggap sebagai senjata utama yang mampu mencetak sumber daya manusia berkualitas, yang memiliki pengetahuan dan keterampilan yang baik, serta berperan penting

dalam menjamin kelangsungan pembangunan suatu negara (Tahan & Harlinda, 2019). Peningkatan mutu pendidikan didukung oleh adanya keterpaduan antara kegiatan guru dengan kegiatan siswa terutama selama kegiatan pembelajaran berlangsung di dalam kelas. Guru diharapkan mampu mengatur, mengarahkan dan mengembangkan kualitas manusia agar tujuan pendidikan dapat tercapai (Harita *et al.*, 2022).

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) memiliki peran penting dalam kurikulum pendidikan di Indonesia, termasuk di jenjang sekolah dasar (SD). IPA atau Sains merupakan ilmu yang mempelajari tentang alam dan proses-proses yang terjadi di dalamnya. Berdasarkan Permendiknas NO. 8 tahun 2024 Standar Isi, Pembelajaran IPA melibatkan siswa dalam, Pemanfaatan proses perubahan bentuk energi, pengamatan dan pengukuran menggunakan alat bantu, identifikasi, pertanyaan ilmiah secara mandiri, eksperimen, pengolahan dan peningkatan kualitas data, refleksi dan penyimpulan, serta komunikasi hasil penyelidikan secara sistematis. Tujuan dari pembelajaran IPA adalah untuk menjadi alat atau cara bagi peserta didik dalam mempelajari diri sendiri dan alam sekitarnya. Selain itu, tujuan tersebut juga mencakup pengembangan dan penerapan ilmu pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari peserta didik. Dalam konteks sekolah dasar, pembelajaran IPA memiliki peran yang sangat penting. Menurut Urbafani & Rozie (2022) pada pembelajaran IPA di SD tidak hanya menekankan konsep-konsep IPA saja, namun menenakankan juga pada proses penemuan. Dengan demikian, setelah siswa mengikuti pembelajaran IPA, siswa tidak hanya paham saja tetapi juga paham dan mengetahui keterampilan serta perilaku ilmiah pada pembelajaran IPA. Melalui pembelajaran IPA, peserta didik dapat memperoleh bekal pengetahuan dan

keterampilan yang dibutuhkan untuk menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di era abad 21.

Tantangan dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik dari dalam diri guru maupun dari lingkungan eksternal. Latar belakang pendidikan dan pengalaman mengajar guru berperan penting dalam menentukan efektivitas strategi pembelajaran yang digunakan di kelas (Zuhaida & Yustiana, 2023). Guru yang memiliki keterbatasan dalam memodifikasi strategi pembelajaran dan bahan ajar cenderung mengalami kesulitan dalam menciptakan pembelajaran yang inovatif dan interaktif. Selain itu, faktor eksternal seperti minimnya dukungan sarana dan prasarana di sekolah juga menjadi hambatan dalam menghadirkan pengalaman belajar yang nyata bagi siswa. Kurangnya kemampuan inkuiri siswa juga menjadi kendala dalam pembelajaran IPA, mengingat pendekatan inkuiri sangat diperlukan untuk meningkatkan pemahaman konsep sains secara mendalam. Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan upaya strategis dalam memfasilitasi guru dengan akses yang lebih mudah terhadap program pengembangan profesionalisme. Pelatihan berkelanjutan yang berfokus pada peningkatan keterampilan pedagogik, pengelolaan kelas, serta integrasi teknologi dalam pembelajaran menjadi solusi yang dapat diterapkan. Dengan adanya dukungan dalam pengembangan kompetensi guru, diharapkan pembelajaran IPA di sekolah dasar dapat lebih efektif, interaktif, dan mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam memahami konsep-konsep sains (Zuhaida & Yustiana, 2023).



Gambar 1. 1 Data PISA Literasi Sains Indonesia

Berdasarkan hasil data Programme for International Student Assessment (PISA) tahun 2022, Indonesia menempati peringkat 71 dari 81 negara dalam literasi sains. Meskipun peringkat ini menunjukkan peningkatan dibandingkan tahun 2018, skor rata-rata literasi sains Indonesia justru mengalami penurunan sebesar 13 poin, menjadi 383, yang masih jauh di bawah rata-rata global sebesar 485 poin (Kemdikbud, 2023). Lebih lanjut, hanya 34,16% siswa Indonesia yang mampu mencapai level 2 atau lebih dalam literasi sains, sementara rata-rata negara OECD mencapai 75,51% (GoodStats, 2023). Kondisi ini mencerminkan bahwa kualitas pemahaman sains di kalangan pelajar Indonesia masih tergolong rendah. Literasi sains yang lemah berimplikasi pada kemampuan siswa dalam memahami konsep ilmiah, berpikir kritis, dan memecahkan masalah berbasis sains, yang sejatinya merupakan keterampilan penting di era modern. Oleh karena itu, diperlukan upaya berkelanjutan dan strategis untuk meningkatkan kualitas pendidikan sains, baik melalui perbaikan kurikulum, penguatan kompetensi guru, maupun penyediaan sumber belajar yang memadai, agar siswa Indonesia mampu bersaing di kancah global.

Tingkat literasi sains yang rendah berdampak pada lambatnya peserta didik dalam merespons serta menyelesaikan berbagai permasalahan dan perubahan di

lingkungan sekitar (Nofiana & Julianto, dalam Yusmar & Fadilah 2023). Rendahnya literasi ini juga membuat peserta didik kurang tanggap terhadap permasalahan, kurang terampil dalam menerapkan ilmu pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari, mengalami kesulitan dalam pemecahan masalah, dan cenderung lamban dalam mengambil keputusan yang tepat. Dalam konteks pembelajaran yang ideal, keterampilan berpikir kritis sangat penting karena memungkinkan siswa untuk menganalisis dan menerapkan konsep-konsep ilmiah dalam kehidupan sehari-hari. Namun, dengan metode pembelajaran konvensional yang lebih berpusat pada teori dan kurang interaktif, siswa cenderung menjadi pasif dan kurang mampu mengaitkan antara apa yang mereka pelajari di kelas dengan penerapannya di dunia nyata.

Siswa yang literasi sainsnya kurang akan kesulitan memecahkan masalah meskipun dalam situasi yang sederhana, sedangkan siswa yang literasi sainsnya lebih tinggi akan mampu memecahkan masalah dalam situasi yang lebih kompleks dan rumit (Irma dalam Fitrianiingsih 2024). Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Irsan (2021) "Implementasi Literasi Sains dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar" yang menyatakan bahwa literasi sains dapat mengembangkan pola pikir dan perilaku siswa serta membangun karakter manusia untuk peduli, bertanggungjawab terhadap dirinya, masyarakat, serta terhadap masalah yang dihadapi masyarakat modern saat ini. Siswa yang mampu mengembangkan literasi sains dapat membuat keputusan yang mendasar dan mampu mengenali sumber solusi. Literasi sains juga memiliki peranan yang penting untuk membangun kesejahteraan masyarakat dimasa sekarang maupun masa yang akan datang.

Rendahnya literasi sains memiliki dampak signifikan terhadap sikap siswa terhadap sains, baik secara positif maupun negatif. Literasi sains yang rendah sering kali membuat siswa merasa sains adalah mata pelajaran yang sulit, membingungkan, dan kurang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Hal ini dapat menimbulkan sikap negatif, seperti kurangnya minat belajar, rasa tidak percaya diri, dan pandangan apatis terhadap pentingnya sains. Hal ini didukung oleh pendapat yang disampaikan oleh Nursa'adah (dalam Pambayun & Shofiyah, 2023), menurutnya siswa yang memiliki sikap positif terhadap sains akan merasa senang dan berkeinginan untuk mempelajari lebih jauh terkait konsep-konsep yang terdapat dalam ilmu sains, begitupun sebaliknya siswa yang memiliki sikap negatif akan merasa malas dan jenuh ketika mempelajari ilmu sains. Hal ini semakin mempertegas bahwa rendahnya literasi sains berdampak luas, tidak hanya pada pemahaman konseptual siswa, tetapi juga berimplikasi pada kurangnya minat mereka terhadap pembelajaran sains secara keseluruhan. Selain itu, rendahnya literasi sains juga memengaruhi kemampuan siswa dalam memecahkan masalah dan membuat keputusan yang tepat. Siswa dengan literasi sains yang rendah cenderung kesulitan dalam menginterpretasikan data dan bukti ilmiah, serta kurang mampu mengevaluasi dan merancang penelitian ilmiah. Dampak ini menunjukkan bahwa literasi sains yang rendah tidak hanya menghambat pemahaman konsep-konsep ilmiah, tetapi juga menghalangi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang esensial dalam menyelesaikan masalah dan mengambil keputusan yang berbasis bukti.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kelas IV di SD Negeri 4 Subagan dan observasi awal di SD Negeri 4 Subagan, teridentifikasi beberapa masalah

utama yang mempengaruhi efektivitas pembelajaran sains di sekolah tersebut. Salah satu masalah utama yang dihadapi adalah kurangnya alat praktikum yang memadai. Keterbatasan ini menyebabkan proses pembelajaran menjadi kurang efektif dan kurang bervariasi. Tanpa alat yang memadai, siswa tidak dapat melakukan eksperimen secara langsung dan hanya mengandalkan penjelasan teoretis dari guru. Hal ini membuat pembelajaran menjadi kurang menarik dan tidak interaktif. Sebagai akibatnya, siswa kesulitan untuk memahami konsep-konsep sains yang abstrak, karena mereka tidak mendapatkan kesempatan untuk mengaplikasikan teori ke dalam praktik nyata.

Kurangnya alat praktikum juga membatasi kesempatan siswa untuk mengembangkan keterampilan praktis dan analitis yang penting dalam pembelajaran sains. Kondisi ini juga berpengaruh terhadap sikap sains siswa. Sikap sains mencakup rasa ingin tahu, ketekunan dalam menyelesaikan masalah, serta keterampilan analitis dan kritis dalam menyebarkan hasil eksperimen. Siswa kurang aktif dalam bertanya, enggan mengeksplorasi konsep secara mandiri, dan cenderung pasif saat diberikan tantangan ilmiah. Hal ini mengindikasikan rendahnya sikap sains mereka, yang kemungkinan besar disebabkan oleh minimnya pengalaman eksperimen dan kurangnya keterlibatan langsung dalam proses investigasi ilmiah. Sejalan dengan temuan ini, penelitian yang dilakukan oleh Suwintara, Astawan, dan Adnyana (2022) menunjukkan bahwa pembelajaran sains yang hanya fokus pada teori cenderung kurang efektif dalam menumbuhkan sikap sains yang positif. Pembelajaran yang monoton tanpa eksperimen atau aktivitas berbasis proyek dapat mengurangi rasa ingin tahu siswa dan membuat mereka kurang termotivasi untuk memahami konsep sains secara mendalam.

Berdasarkan hal di atas, pembelajaran di kelas tidak terlepas dari suatu masalah seperti yang sudah dipaparkan oleh peneliti. Untuk itu diperlukan model pembelajaran yang mampu mengembangkan kompetensi dalam ranah kognitif siswa. Sehingga terciptanya suasana pembelajaran yang menyenangkan serta membuat siswa menjadi lebih giat dan bersemangat pada saat mengikuti pembelajaran IPA, serta hasil belajar IPA siswa akan meningkat. Octavia (2020) berpendapat bahwa model pembelajaran merupakan rancangan dari proses kegiatan pembelajaran agar dapat berjalan dengan baik, menarik, serta mudah dipahami dengan urutan penjelasan materi yang jelas. Dengan menggunakan model pembelajaran yang tepat, guru dapat menciptakan suasana pembelajaran yang menarik, interaktif, dan efektif dalam mencapai hasil yang diinginkan. Sehingga seorang guru perlu menguasai berbagai variasi model pembelajaran agar dapat menyesuaikan dengan karakteristik dan gaya belajar siswa, terutama dalam pembelajaran IPA. Tujuan utamanya adalah agar siswa dapat memahami konsep dalam IPA, meningkatkan rasa ingin tahu tentang peristiwa-peristiwa yang terkait dengan alam sekitar, mengembangkan keterampilan proses untuk memecahkan masalah melalui pendekatan "*doing science*" serta mengembangkan wawasan, sikap, nilai, dan kemampuan untuk menerapkan konsep IPA dan keterampilan dalam kehidupan sehari-hari. Model pembelajaran ini akan membantu guru dalam merencanakan dan melaksanakan pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pembelajaran IPA dan kebutuhan siswa (Kelana & Wardani, 2021).

Sejalan dengan penelitian Pradipta, Astawan, dan Rati (2022) Model pembelajaran berbasis *Project Based Learning* (PjBL) yang didukung oleh media pembelajaran berbasis teknologi, seperti media audio visual, terbukti mampu

meningkatkan partisipasi aktif siswa serta memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata dan bermakna. Penerapan model PjBL berbantuan praktikum virtual menggunakan aplikasi PhET, siswa dapat melakukan simulasi eksperimen yang memungkinkan mereka untuk mengamati hubungan sebab-akibat dari berbagai fenomena sains. Pendekatan ini dapat merangsang rasa ingin tahu mereka, melatih keterampilan berpikir kritis, serta meningkatkan ketekunan dalam menyelesaikan permasalahan berbasis sains. Oleh karena itu, rendahnya sikap sains siswa yang teridentifikasi melalui wawancara ini perlu diatasi dengan metode pembelajaran yang lebih inovatif. Penerapan model PjBL berbantuan teknologi dapat menjadi solusi untuk meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran, memberikan pengalaman eksperimen yang lebih interaktif, serta menumbuhkan sikap sains yang positif, seperti rasa ingin tahu, ketekunan, dan keberanian dalam mengeksplorasi konsep-konsep baru

Penggunaan teknologi dalam pembelajaran telah mengubah cara siswa memperoleh dan mengolah informasi, memungkinkan mereka untuk lebih aktif dalam mengeksplorasi konsep serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Penerapan teknologi dalam pembelajaran tidak hanya meningkatkan interaksi antara siswa dan materi ajar, tetapi juga mendorong mereka untuk memproses informasi secara mandiri, menyampaikan gagasan, serta menghasilkan suatu produk berdasarkan pengalaman dan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya (Wityastuti *et al.*, 2022). Melalui proses ini, siswa dapat menghubungkan teori dengan kondisi nyata, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna. Pendekatan ini sejalan dengan teori konstruktivisme, yang menekankan bahwa pembelajaran merupakan proses aktif di mana siswa membangun

pemahaman mereka sendiri melalui pengalaman langsung, pemecahan masalah, serta diskusi yang memungkinkan mereka untuk merefleksikan dan mengembangkan wawasan baru. Dengan mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran, siswa tidak hanya menjadi penerima informasi, tetapi juga peserta aktif dalam membangun pengetahuan mereka sendiri, yang pada akhirnya meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Sugrah, 2020).

Dalam konteks ini, penggunaan model pembelajaran *Project Based Learning* berbantuan praktikum virtual dengan aplikasi PhET diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menyenangkan bagi siswa. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hmelo-Silver *et al.*, (2021) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan motivasi belajar siswa dan memperkuat pemahaman konsep. Selain itu, literasi sains juga menjadi hal yang penting dalam pembelajaran sains. Menurut McTighe dan Wiggins (2019), literasi sains merupakan kemampuan untuk memahami, menafsirkan, dan menggunakan informasi ilmiah dalam berbagai konteks. Literasi sains bukan hanya tentang mengetahui fakta-fakta ilmiah, tetapi juga tentang kemampuan untuk berpikir kritis dan mengaplikasikan pengetahuan dalam situasi kehidupan nyata. Dengan mengintegrasikan praktikum virtual menggunakan aplikasi PhET dalam pembelajaran sains, diharapkan siswa dapat mengembangkan literasi sainsnya secara lebih baik (McTighe & Wiggins, 2019).

Penelitian oleh Perkins *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa penggunaan simulasi interaktif seperti PhET dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan memperdalam pemahaman konsep sains. Simulasi ini memungkinkan siswa untuk

melakukan eksperimen yang mungkin sulit atau tidak mungkin dilakukan di laboratorium sekolah, memberikan kesempatan untuk eksplorasi dan pemahaman yang lebih baik tentang fenomena ilmiah (Perkins *et al.*, 2020). Namun, meskipun terdapat banyak manfaat dari penggunaan model pembelajaran *Project Based Learning* berbantuan praktikum virtual dengan aplikasi PhET, masih terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi. Menurut Krajcik *et al.*, (2019), salah satu tantangan utama adalah dalam hal penilaian dan evaluasi pembelajaran. Penilaian dalam *Project Based Learning* sering kali memerlukan pendekatan yang berbeda dari penilaian tradisional, karena melibatkan berbagai aspek keterampilan dan pengetahuan (Krajcik *et al.*, 2019). Oleh karena itu, perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi pengaruh model pembelajaran ini terhadap sikap dan literasi sains siswa, serta untuk mengembangkan metode penilaian yang efektif (Krajcik *et al.*, 2019).

Selain itu, penelitian oleh Belland *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa dukungan yang tepat melalui *scaffolding* dapat membantu mengatasi tantangan dalam pembelajaran berbasis proyek, terutama dalam hal penilaian dan evaluasi. *Scaffolding* memberikan bimbingan dan dukungan yang diperlukan oleh siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran yang kompleks, memungkinkan mereka untuk berkembang secara bertahap menuju kemandirian dalam belajar (Belland *et al.*, 2020). Dalam konteks pendidikan dasar, pentingnya penerapan metode pembelajaran yang inovatif dan interaktif semakin mendapat perhatian. Penelitian oleh Doppelt (2020) menyebutkan bahwa *Project Based Learning* dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran serta mendorong mereka untuk lebih kreatif dalam memecahkan masalah (Doppelt, 2020). Dalam hal

ini, aplikasi PhET berfungsi sebagai alat yang dapat membuat abstraksi konsep-konsep sains menjadi lebih konkret dan mudah dipahami oleh siswa (Doppelt, 2020).

Aplikasi PhET menyediakan berbagai simulasi yang dapat digunakan untuk mendukung berbagai topik dalam kurikulum sains. Misalnya, simulasi tentang energi dan daya yang memungkinkan siswa untuk melihat secara langsung bagaimana energi diubah dari satu bentuk ke bentuklain, membantu mereka memahami prinsip-prinsip dasar dari perubahan energi (Finkelstein *et al.*, 2020). Ini sejalan dengan temuan dari penelitian Finkelstein *et al.*, (2020) yang menunjukkan bahwa penggunaan simulasi dapat memperkuat pemahaman konsep dan meningkatkan hasil belajar siswa. Dalam konteks penelitian ini, peneliti akan fokus pada siswa kelas 4 SD Negeri 4 Subagan. Pemilihan kelas ini didasarkan pada karakteristik perkembangan kognitif siswa pada jenjang tersebut yang sedang berada dalam tahap operasional konkret menurut teori perkembangan kognitif Piaget. Pada tahap ini, siswa lebih mudah memahami konsep-konsep yang dapat mereka lihat dan manipulasi secara langsung (Piaget, 2020). Oleh karena itu, penggunaan praktikum virtual dengan aplikasi PhET yang dapat memvisualisasikan konsep-konsep sains dianggap sangat tepat untuk meningkatkan pemahaman mereka (Piaget, 2020).

Namun, meskipun terdapat banyak manfaat dari penggunaan model pembelajaran *Project Based Learning* berbantuan praktikum virtual dengan aplikasi PhET, masih terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi. Penelitian di Indonesia juga menunjukkan efektivitas penggunaan *Project Based Learning* dan aplikasi PhET dalam pembelajaran sains. Menurut Nugroho (2019), penggunaan

Project Based Learning dalam pembelajaran sains di sekolah dasar dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa. Sementara itu, Anggi *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa aplikasi PhET dapat meningkatkan motivasi belajar dan keterampilan pemecahan masalah siswa. Peningkatan ini terjadi secara signifikan, terutama dalam hal menariknya aktivitas pembelajaran dan keberhasilan siswa dalam menyelesaikan masalah melalui tahapan pemecahan masalah yang sistematis.

Penelitian yang dilakukan oleh Wityastuti *et al.* (2022) menunjukkan bahwa penerapan model *Project Based Learning* (PJBL) berbasis STEM yang didukung oleh media PhET dapat secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran IPAS, khususnya pada materi rangkaian listrik sederhana. Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa siswa di kelas eksperimen yang menggunakan model PJBL berbasis STEM berbantuan PhET memperoleh rata-rata skor post-test sebesar 75,29, lebih tinggi dibandingkan dengan siswa di kelas kontrol yang hanya mencapai 63,23. Perbedaan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan teknologi dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan bermakna bagi siswa dibandingkan dengan metode konvensional. Selain peningkatan hasil belajar, analisis statistik menggunakan Independent Sample t-test menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,006, yang lebih kecil dari batas signifikansi 0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dalam penggunaan model PJBL berbasis STEM berbantuan PhET terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menegaskan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran sains mampu meningkatkan keterlibatan

siswa, memperkuat pemahaman konsep, serta mendorong mereka untuk lebih aktif dalam eksplorasi dan pemecahan masalah.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengevaluasi efektivitas model pembelajaran *Project Based Learning* berbantuan praktikum virtual menggunakan aplikasi PhET dalam meningkatkan sikap dan literasi sains siswa. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan baru dan rekomendasi praktis bagi pendidik dan pengambil kebijakan dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis teknologi di sekolah dasar. Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang telah menunjukkan bukti nyata efektivitas *Project Based Learning* dan PhET dalam meningkatkan literasi sains dan motivasi belajar. Salah satu contohnya adalah penelitian Wityastuti *et al.* (2022) yang menemukan bahwa siswa yang belajar dengan model *Project Based Learning* (PJBL) berbasis STEM berbantuan PhET menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan berpikir kritis mereka. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa siswa di kelas eksperimen yang menggunakan model ini memperoleh skor post-test yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa di kelas kontrol yang belajar dengan metode konvensional.

Berdasarkan pemaparan tersebut, penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan bantuan praktikum virtual menggunakan aplikasi PhET diduga memberikan pengaruh positif terhadap sikap dan literasi sains siswa. Untuk membuktikannya, maka dilakukan penelitian yang berjudul "Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbantuan Praktikum Virtual dengan Aplikasi PhET Terhadap Sikap dan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Energi Kelas 4 SD Negeri 4 Subagan".

1.2 Identifikasi Masalah Penelitian

Berdasarkan uraian diatas dapat diidentifikasi permasalahan-permasalahan yang timbul dan dihadapi sebagai berikut.

- 1) Siswa tidak dapat melakukan eksperimen langsung dan hanya mengandalkan penjelasan teoretis dari guru.
- 2) Banyak siswa yang masih memiliki rasa ingin tahu yang rendah, sehingga sulit bagi mereka untuk mengaplikasikan pengetahuan sains dalam situasi nyata.
- 3) Guru cenderung menggunakan metode pembelajaran yang monoton dan kurang bervariasi, sehingga siswa cepat merasa bosan dan tidak tertarik untuk mengikuti pelajaran.
- 4) Guru belum sepenuhnya memanfaatkan teknologi untuk menciptakan pengalaman belajar yang interaktif dan menarik.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan masalah-masalah yang terdapat pada identifikasi masalah, peneliti menentukan batasan masalah sebagai berikut.

- 1) Penelitian ini terfokus pada siswa kelas 4 di SD Negeri 4 Subagan sebagai sampel utama. Sehingga, generalisasi hasil penelitian mungkin terbatas pada konteks sekolah yang memiliki karakteristik atau kebutuhan pembelajaran yang serupa.
- 2) Penelitian ini membatasi evaluasi pada penggunaan model pembelajaran *Project Based Learning* yang didukung praktikum virtual menggunakan aplikasi PhET, khususnya dalam materi sains yang berkaitan dengan perubahan energi. Aspek-aspek pembelajaran sains lainnya yang mungkin memiliki tantangan belajar yang berbeda tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini.

- 3) Penelitian ini mempertimbangkan aplikasi PhET sebagai alat praktikum virtual. Namun, ketersediaan perangkat keras (seperti komputer/laptop) dan akses internet di sekolah dapat mempengaruhi implementasi model pembelajaran ini secara luas.
- 4) Penelitian ini memfokuskan pada evaluasi sikap dan literasi sains siswa, tanpa memperdalam aspek penilaian lainnya seperti dampak jangka panjang terhadap prestasi akademik secara keseluruhan.

1.4 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan batasan masalah yang telah ditetapkan, maka dapat dirumuskan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

- 1) Apakah terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* berbantuan praktikum virtual menggunakan aplikasi PhET terhadap sikap sains siswa kelas IV di SD Negeri 4 Subagan?
- 2) Apakah terdapat pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* berbantuan praktikum virtual menggunakan aplikasi PhET terhadap literasi sains siswa kelas IV di SD Negeri 4 Subagan?
- 3) Apakah terdapat pengaruh secara simultan model pembelajaran *Project Based Learning* berbantuan praktikum virtual menggunakan aplikasi PhET terhadap sikap dan literasi sains siswa kelas IV di SD Negeri 4 Subagan?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Untuk menyelidiki pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* berbantuan praktikum virtual menggunakan aplikasi PhET terhadap sikap sains siswa kelas IV di SD Negeri 4 Subagan.
- 2) Untuk menyelidiki pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* berbantuan praktikum virtual menggunakan aplikasi PhET terhadap literasi sains siswa kelas IV di SD Negeri 4 Subagan.
- 3) Untuk menyelidiki pengaruh secara simultan model pembelajaran *Project Based Learning* berbantuan praktikum virtual menggunakan aplikasi PhET terhadap sikap dan literasi sains siswa kelas IV di SD Negeri 4 Subagan.

1.6 Manfaat Hasil Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dipaparkan, hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat dalam proses pembelajaran. Manfaat tersebut antara lain sebagai berikut.

1.6.1 Manfaat Teoretis

Penelitian ini memberikan kontribusi teoritis dengan mengembangkan pemahaman tentang penerapan pendekatan *Project Based Learning* dan penggunaan aplikasi simulasi PhET dalam pembelajaran sains di tingkat sekolah dasar. Hasil penelitian ini dapat memperkaya literatur tentang metode-metode inovatif dalam pendidikan dasar, khususnya dalam konteks penggunaan teknologi untuk meningkatkan kemampuan literasi sains.

1.6.2 Manfaat Praktis

1. Bagi siswa

Membantu siswa meningkatkan pemahaman konsep sains melalui *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan PhET. Simulasi interaktif membantu siswa memahami konsep abstrak, mengembangkan sikap ilmiah, serta meningkatkan literasi sains. Metode ini juga mendorong kolaborasi, komunikasi, serta kemandirian dalam belajar, sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan efektif.

2. Bagi Guru

Guru-guru akan mendapatkan panduan praktis untuk menerapkan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan menggunakan aplikasi PhET. Hal ini akan membantu mereka mengembangkan keterampilan mengajar yang lebih efektif dan memperluas strategi pembelajaran yang dapat mereka terapkan di kelas.

3. Bagi Kepala Sekolah

Sekolah dapat memanfaatkan temuan dari penelitian ini untuk meningkatkan kualitas pembelajaran IPA dan memperkuat infrastruktur pendidikan teknologi mereka. Ini juga dapat membantu sekolah dalam menarik minat calon siswa dan meningkatkan reputasi sebagai lembaga pendidikan yang progresif.

4. Bagi Peneliti Lain

Hasil penelitian ini sebagai landasan untuk penelitian lebih lanjut atau sebagai referensi dalam mengembangkan metode-metode pembelajaran yang lebih inovatif. Temuan ini juga dapat menginspirasi penelitian tentang efektivitas teknologi dalam konteks pembelajaran sains di berbagai tingkat pendidikan.