ANALISIS KEMAMPUAN PENALARAN ILMIAH SISWA DALAM PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK MATA PELAJARAN IPA DI SMPN 2 SAROLANGUN

Ahmad Ridwan[1], Noverma[2], Perawati[2], Najma[3]

[1]*UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi, Indonesia*
[2]*SMP Negeri 2 Sarolangun, Jambi, Indonesia*
[3]*SD 109/VII Pematang Kolim II*

noverma95@gmail.com

ABSTRAK

Kemampuan penalaran ilmiah memiliki arti yang beragam dan luas. Kemampuan penalaran ilmiah adalah keterampilan yang memungkinkan seseorang untuk memahami, mengevaluasi, dan mengaplikasikan metode ilmiah dalam memecahkan masalah atau menjawab pertanyaan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menganalisis kemampuan penalaran ilmiah siswa dalam pembelajaran IPA berdasarkan penerapan pembelajaran berbasis proyek. Metode yang digunakan adalah metode campuran dengan desain Embedded Experimental Model. Subjek dalam penelitian ini adalah 30 siswa SMP dalam mata Pelajaran IPA. Pengumpulan data dilakukan dengan tes dan wawancara. Instrumentes yang digunakan berupa soal essay yang disusun oleh peneliti yang telah melalui proses validitas dan reliabilitas. Sedangkan pedoman wawancara berisi pertanyaan-pertanyaan yang diajukan kepada sekelompok siswa berdasarkan temuan pada hasil tes dan proses pembelajaran. Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji t berpasangan atau wilcoxon untuk menilai kemampuan penalaran ilmiah siswa dan pengkodean untuk mengetahui lebih dalam mengenai kemampuan penalaran siswa dan permasalahan dalam pembelajaran proyek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pembelajaran PjBL terhadap kemampuan penalaran ilmiah siswa. Hal ini didukung oleh hasil analisis peningkatan kemampuan penalaran ilmiah siswa yang berada pada kategori sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis proyek terbukti secara signifikan meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah siswa. Melalui PjBL, siswa memperoleh kesempatan untuk terlibat langsung dalam proses ilmiah, mulai dari merumuskan pertanyaan hingga menganalisis data dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti empiris. Untuk penelitian lanjutan, disarankan untuk mengeksplorasi berbagai aspek yang dapat lebih mengoptimalkan pembelajaran berbasis proyek dalam meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah.

Kata Kunci : *Penalaran ilmiah, PjBL, IPA*

PENDAHULUAN

Kemampuan penalaran ilmiah sangat penting bagi siswa dalam mengembangkan pemahaman mendalam tentang konsep-konsep ilmiah dan keterampilan kritis yang diperlukan untuk mengeksplorasi dunia alam (Waldrip et al., 2010; Wilujeng& Wibowo, 2021). Melalui penalaran ilmiah, siswa belajar untuk mengamati fenomena secara cermat, mengidentifikasi pola, dan mengajukan pertanyaan yang relevan (Alshamali& Daher, 2016). Mereka juga dilatih untuk merumuskan hipotesis berdasarkan pengamatan, serta merancang dan melaksanakan eksperimen untuk menguji hipotesis tersebut (Dolan & Grady, 2010; Sadler, 2009). Proses ini mendorong siswa untuk berpikir secara logis dan sistematis, serta membuat keputusan yang didasarkan pada bukti empiris. Dengan demikian, kemampuan penalaran ilmiah membantu siswa mengembangkan keterampilan analitis yang sangat diperlukan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari dan karier masa depan mereka.

Selain itu, kemampuan penalaran ilmiah memiliki peran penting dalam membangun sikap ilmiah yang kritis dan terbuka terhadap pengetahuan baru (Aini et al., 2018). Melalui proses pembelajaran ilmiah, siswa diajak untuk mempertanyakan informasi, menganalisis data secara objektif, dan mengevaluasi kesimpulan yang diambil (Nurjanah Firdaus et al., 2021). Mereka juga diajarkan pentingnya peer review dan kolaborasi dalam komunitas ilmiah, yang membantu memastikan bahwa pengetahuan yang dihasilkan adalah hasil dari usaha kolektif dan berlandaskan pada bukti yang kuat (Dolan & Grady, 2010). Dengan mengembangkan kemampuan ini, siswa tidak hanya siap untuk menghadapi tantangan akademis, tetapi juga menjadi warga yang lebih kritis dan bertanggung jawab dalam menyikapi isu-isu ilmiah dan teknologi di masyarakat.

Permasalahan siswa dalam penalaran ilmiah, khususnya pembelajaran IPA di SMP sering kali berkaitan dengan kurangnya pemahaman mendalam terhadap konsep-konsep dasar ilmiah (Vionna Veronika Maharani et al., 2023). Banyak siswa mengalami kesulitan dalam menghubungkan teori dengan praktik nyata, sehingga mereka cenderung menghafal informasi tanpa benar-benar memahaminya (Mandella et al., 2020). Selain itu, kurangnya keterampilan dalam merumuskan hipotesis dan merancang eksperimen yang tepat juga menjadi hambatan signifikan (Aini et al., 2018). Siswa sering kali tidak terbiasa dengan metode ilmiah yang sistematis, seperti mengontrol variabel dan menginterpretasikan data hasil eksperimen (Prastiwi et al., 2018). Hal ini diperparah oleh terbatasnya waktu dan sumber daya di sekolah, yang mengurangi kesempatan siswa untuk melakukan eksperimen praktis yang dapat memperkuat pemahaman mereka.

Selain masalah konsep dan praktik, kurangnya motivasi dan minat siswa terhadap mata pelajaran IPA juga merupakan tantangan besar dalam pengembangan penalaran ilmiah (Anjani et al., 2020). Banyak siswa menganggap IPA sebagai mata pelajaran yang sulit dan membosankan, sehingga mereka kurang bersemangat dalam mengikuti pelajaran dan kegiatan laboratorium (Bledsoe & Flick, 2012). Pengajaran yang kurang interaktif dan kreatif sering kali tidak mampu memotivasi siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran ilmiah (Putra et al., 2018). Guru yang tidak memberikan dukungan dan bimbingan yang cukup juga dapat membuat siswa merasa kewalahan dan tidak percaya diri dalam mengembangkan kemampuan penalaran

ilmiah mereka. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan strategi pengajaran yang lebih menarik dan mendukung, serta menyediakan lingkungan belajar yang kondusif untuk memfasilitasi penalaran ilmiah yang efektif di kalangan siswa SMP.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengimplementasikan berbagai solusi yang inovatif dan efektif. Salah satu pendekatan yang sering digunakan adalah metode pembelajaran kolaboratif, seperti diskusi kelompok dan kerja tim, yang memungkinkan siswa untuk berbagi ide dan memperkuat pemahaman mereka melalui interaksi dengan teman sekelas (Dolan & Grady, 2010). Selain itu, penggunaan teknologi dalam bentuk simulasi dan aplikasi pembelajaran interaktif telah terbuk tim membantu siswa memahami konsep-konsep ilmiah dengan lebih baik (Pedersen et al., 2016). Guru juga berfokus pada pemberian umpan balik yang konstruktif dan mendorong siswa untuk berpikir kritis dengan mengajukan pertanyaan yang menantang (Griffin et al., 2014). Pelatihan dan workshop untuk guru dalam mengembangkan strategi pengajaran yang lebih efektif juga menjadi bagian penting dalam upaya ini, memastikan bahwa mereka memiliki keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk mendukung penalaran ilmiah siswa (Wilujeng& Wibowo, 2021).

Solusi yang diberikan telah membantu dalam beberapa indicator dalam penalaran ilmiah, akan tetapi tidak berpengaruh pada kesemua indicator penalaran ilmiah. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, peneliti telah merancang pembelajaran berbasis proyek yang mampu meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah siswa. Pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning atau PjBL) adalah metode pengajaran yang memfasilitasi siswa untuk belajar melalui keterlibatan aktif dalam proyek nyata dan relevan yang menuntut pemecahan masalah, investigasi, dan kolaborasi (Setiawan et al., 2023). Dalam PjBL, siswa bekerja dalam jangka waktu tertentu untuk menyelesaikan proyek yang kompleks dan menantang, yang mencakup berbagai disiplin ilmu dan keterampilan (Nani &Kusumah, 2015). Proses ini mendorong mereka untuk mengembangkan keterampilan kritis seperti berpikir analitis, berkomunikasi secara efektif, dan bekerja dalam tim. Melalui PjBL, siswa tidak hanya belajar teori, tetapi juga menerapkannya dalam konteks dunia nyata, yang memperkuat pemahaman mereka dan meningkatkan motivasi belajar (Miller & Krajcik, 2019). Guru berperan sebagai fasilitator, memberikan bimbingan dan umpan balik sepanjang proses, sehingga siswa dapat mengarahkan pembelajaran mereka sendiri dengan lebih mandiri dan bertanggung jawab.

Pembelajaran berbasis proyek memiliki banyak keunggulan dalam mengembangkan kemampuan penalaran ilmiah siswa (Kapusuz& Can, 2014). Salah satu keunggulan utamanya adalah kemampuannya untuk memberikan konteks dunia nyata yang relevan bagi siswa, yang membuat pembelajaran lebih menarik dan bermakna (Sormunen et al., 2020). Dalam PjBL, siswa terlibat dalam proyek yang membutuhkan penelitian, eksperimen, dan pemecahan masalah, yang semuanya merupakan elemen inti dari penalaran ilmiah (Afriana et al., 2016). Melalui proses ini, siswa belajar untuk merumuskan pertanyaan, mengembangkan hipotesis, merancang dan melakukan eksperimen, serta menganalisis data (Damayanti, 2023). Pengalaman langsung ini membantu siswa menginternalisasi metode ilmiah dan mengaplikasikannya dalam situasi nyata, sehingga memperdalam pemahaman mereka terhadap konsep-konsep ilmiah.

Selain itu, PjBL mendorong keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif yang esensial dalam penalaran ilmiah (Widarti et al., 2020). Dalam lingkungan PjBL, siswa sering bekerja

dalam kelompok, berbagi ide, dan saling memberikan umpan balik (Purwaningsih et al., 2020). Proses ini memperkuat kemampuan mereka untuk berpikir analitis dan mempertimbangkan berbagai perspektif sebelum mengambil kesimpulan. Guru berperan sebagai fasilitator, memberikan bimbingan yang diperlukan namun tetap member kebebasan kepada siswa untuk mengarahkan proyek mereka sendiri. Dengan demikian, siswa belajar untuk bertanggungjawab atas pembelajaran mereka, mengembangkan keterampilan manajemen proyek, dan meningkatkan kepercayaan diri mereka dalam menghadapi tantangan ilmiah. PjBL juga mendorong sikap keingintahuan dan keterbukaan terhadap pengetahuan baru, yang merupakan fondasi penting bagi perkembangan penalaran ilmiah yang berkelanjutan (Tekbıyık et al., 2022).

Berdasarkan permasalahan dalam penelitian ini dan hasil analisis Solusi yang ditawarkan maka tujuan penelitian ini adalah menganalisis kemampuan penalaran ilmiah siswa dalam pembelajaran IPA berdasarkan penerapan pembelajaran berbasis proyek.

METODE

A. Desain Penelitian

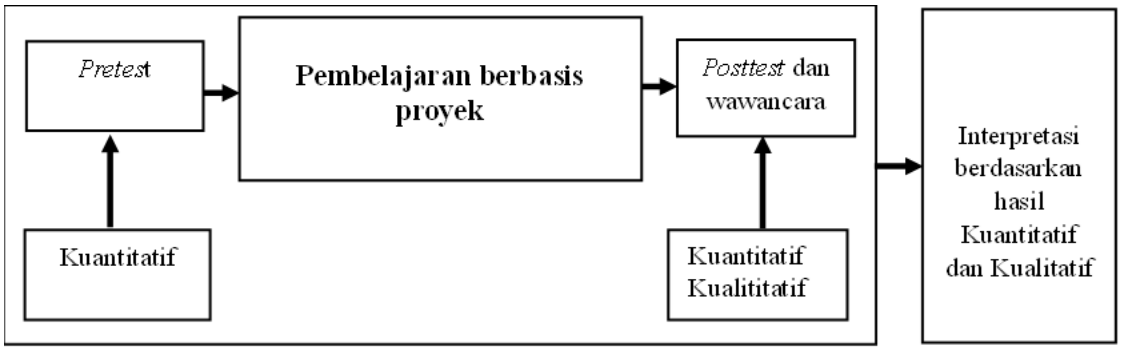
Penelitian ini menggunakan metode campuran dengan desain embedded experimental model. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mendalam mengenai kemampuan penalaran ilmiah siswa dalam pembelajaran IPA berdasarkan penerapan pembelajaran berbasis proyek. Metode penelitian kuantitatif digunakan sebagai data utama untuk mendapatkan informasi mendalam mengenai kemampuan penalaran ilmiah siswa, sedangkan metode penelitian kualitatif digunakan untuk mengetahui lebih dalam mengenai kemampuan penalaran siswa dan permasalahan dalam pembelajaran proyek.

B. SubjekPenelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah 30 siswa SMPN 2 Sarolangun dalam mata Pelajaran IPA. Sampel dalam pengambilan data kuantitatif dan kualitatif dipilih dengan teknik purposive sampling. Siswa yang menjadi sampel pengambilan data kuantitatif sebanyak 30 siswa, sedangkan sampel pengambilan data kualitatif dipilih berdasarkan temuan hasil pengambilan data kuantitatif.

C. ProsedurPenelitian

Desain embedded experimental model yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti prosedur pada Gambar 1.



Gambar 1. Embedded Experimental Model (PH. and Chang, 2009)

Penelitian diawali dengan memberikan pretest untuk mengumpulkan data kuantitatif. Pretest dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data utama mengenai kemampuan berpikir kritis siswa. Tahap kedua adalah implementasi PjBL. Materi yang dipilih dalam penelitian ini adalah rangkaian seri dan parallel. Setelah implementasi dilakukan, pada tahap ketiga siswa diberikan posttest. Posttest dilakukan dengan tujuan untuk melihat perubahan yang terjadi pada kemampuan berpikir kritis siswa dan perubahan sistem berpiki rsiswa. Setelah data posttest dianalisis, dilanjutkan dengan wawancara. Wawancara dilakukan untuk mengetahui lebih dalam mengenai sistem berpikir siswa dan mengkonfirmasi jawaban dari uraian siswa yang kurang dimengerti. Pada tahap akhir, data hasiltes dan wawancara diinterpretasikan secara bersama-sama

D. Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah tes dan wawancara. Instrumen tes digunakan sebagaialat yang akan memberikan informasi mengenai kemampuan penalaran ilmiah siswa. Instrumen tes yang digunakan berupa soal essay yang disusun oleh peneliti yang telah melalui proses validitas dan reliabilitas. Sedangkan pedoman wawancara berisi pertanyaan-pertanyaan yang diajukan kepada sekelompok siswa berdasarkan temuan pada hasil tes dan proses pembelajaran.

E. Teknik analisis data

Data kemampuan penalaran siswa diperoleh berdasarkan uraian jawaban pada saat pretest dan posttest. Semua jawaban siswa dianalisis menggunakan rubrik penalaran ilmiah, dengan skor maksimal 4. Penerapanrubrik penskoran dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rubrik Pola Penalaran Ilmiah (Brown et al., 2010)

Pola Penalaran Ilmiah	Deskripsi	Skor
Proportional Reasoning	Mengakui dan menafsirkan hubungan dalam situasi yang digambarkan oleh variabel yang diamatau abstrak (kemampuan memberikan jawaban terhadap masalah yang menyangkut proporsional atau perbandingan).	

Kategori penilaian • Tidak Menjawab • Intuitive • Aditive • Transitional • Ratio	• Tidak menjawab • Menebak jawaban, menggunakan bilangan-bilangan, operasi, atau strategi penyelesaian secara acak, serta jawaban tidak logis. • Menggunakan strategi penyelesaian, tetapi fokus pada hal yang berbeda. • Menerapkan dan menggunakan strategi persamaan dengan rasio dan menentukan nilai, tetapi tidak tepat. • Menerapkan dan menggunakan strategi persamaan dengan rasio dan menentukan nilai secara tepat.	0 1 2 3 4
Probabilistic Reasoning	Kemampuan menggunakan informasi untuk menentukan apakah suatu kesimpulan berkemungkinan benar atau tidak atau kemampuan memahami berbagai kemungkinan yang terjadi pada suatu benda.	
Kategori Penilaian • Tidak Menjawab • Intuitive • Aproximate • Quantitave	• Tidak menjawab • Menebak jawaban, menggunakan bilangan-bilangan, operasi, atau strategi penyelesaian secara acak, jawaban tidak logis. • Memberikan penjelasan dan alasan dengan deskripsi kualitatif • Memberikan penjelasan dan alasan dengan deskripsi kuantitatif	0 1 2 3
Correlational Reasoning	Kemampuan menentukan hubungan dalam fenomena yang diteliti dengan membandingkan jumlah kasus yang dikonfirmasi dan tidak dikonfirmasi (kemampuan menghubungkan kejadian khusus atau observasi yang terdiri dari dugaan-dugaan).	
Kategori Penilaian • Tidak Menjawab • Intuitive • No relationship • One cell	• Tidak menjawab • Menebak jawaban, menggunakan bilangan-bilangan, operasi, atau strategi penyelesaian secara acak, jawaban tidak logis. • Memberikan alasan dan penjelasan teapi antara hal yang dijelaskan tidak saling berkaitan. • Memberikan alasan dengan menjelaskan keterkaitan pada suatu permasalahan. • Memberikan alasan dengan menjelaskan keterkaitan pada dua permasalahan.	0 1 2 3 4

Analisis data kuantitatif kemampuan penalaran siswa dilakukan dengan menentukan deskripsi statistik dan uji prasyarat normalitas, skor pretest dan posttest (uji t berpasangan atau uji Wilcoxon) dan N-gain. Analisis data kualitatif untuk mengetahui lebih dalam mengenai kemampuan penalaran siswa dan permasalahan dalam pembelajaran proyek dilakukan dengan mengikuti prosedur model interaktif dari Miles et al (2018). Tahap analisis kualitatif terdiri dari pengumpulan data, kondensasi data, display data, dan penarikan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada dasarnnya hubungan antara penalaran ilmiah dan pembelajaran berbasis proyek (PjBL) sangat erat, karena PjBL secara langsung menerapkan prinsip-prinsip penalaran ilmiah dalam proses pembelajarannya. Dalam PjBL, siswa dilibatkan dalam proyek yang memerlukan mereka untuk mengidentifikasi masalah, merumuskan pertanyaan penelitian, mengembangkan hipotesis, serta merancang dan melakukan eksperimen untuk mengumpulkan data (López & Lacueva, 2008). Proses ini mencerminkan langkah-langkah dalam metode ilmiah, sehingga siswa dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis yang esensial untuk penalaran ilmiah (Afriana et al., 2016). Melalui PjBL, siswa belajar untuk menganalisis data, mengevaluasi hasil, dan membuat kesimpulan berdasarkan bukti empiris (Setiawan et al., 2023). Selain itu, interaksi dan kolaborasi dalam PjBL memperkaya pengalaman belajar, mendorong siswa untuk berpikir lebih kreatif dan inovatif dalam memecahkan masalah, yang semuanya memperkuat kemampuan penalaran ilmiah mereka.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perubahan nilai rata-rata kemampuan penalaran ilmiah siswa setelah mendapatkan pembelajaran berbasis proyek seperti ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Deskriptif Statistik Penalaran Ilmiah Siswa

Kategori	Pre-test	Postest
Sampel	30	30
Rata-rata	45,64	66,17
StandarDeviasi	10,83	11,54
N-Gain	0,37	
Effect Size	1,69	

Data deskriptif statistik penalaran ilmiah siswa menunjukkan bahwa terdapat perubahan positif yakni peningkatan rata-rata penalaran ilmiah siswa dari sebelum perlakuan (pretest) dan setelah perlakuan (posttest) sebesar 20.53. Hasil ini didukung dengan data N-gain yang menunjukkan peningkatan nilai penalaran ilmiah siswa berdasarkan nilai pretest dan posttest yakni sebesar 0.37 yang berarti nilai tersebut masuk pada kategori sedang. Kemudian pengaruh perlakuan pembelajaran berbasis proyek adalah tinggi, karena lebih dari 1, yakni 1.69.

Hasil diatas menunjukkan bahwa terdapat pengaruh positif pembelajaran berbasis proyek terhadap kemampuan penalaran ilmiah siswa. Pembelajaran berbasis proyek memiliki banyak keunggulan dalam mengembangkan kemampuan penalaran ilmiah siswa. Salah satu keunggulan utamanya adalah kemampuannya untuk memberikan pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna (Shofia Rohmah et al., 2023). Dalam PjBL, siswa dihadapkan pada proyek nyata yang menuntut mereka untuk menerapkan metode ilmiah mulai dari merumuskan pertanyaan, mengembangkan hipotesis, hingga merancang dan melaksanakan eksperimen untuk menguji hipotesis tersebut (Widarti et al., 2020). Proses ini membantu siswa memahami dan menginternalisasi langkah-langkah penalaran ilmiah dengan cara yang relevan dan praktis (Anjani et al., 2020). Selain itu, proyek-proyek ini sering kali mencakup berbagai disiplin ilmu, sehingga siswa dapat melihat bagaimana konsep-konsep ilmiah saling terkait dan diterapkan

dalam berbagai konteks kehidupan nyata, yang memperkuat pemahaman mereka secara menyeluruh.

Pembelajaran berbasis proyek juga mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif yang sangat penting dalam penalaran ilmiah (Hong et al., 2012). Ketika bekerja dalam kelompok, siswa belajar untuk berbagi ide, berdiskusi, dan mengevaluasi berbagai solusi yang mungkin. Kolaborasi ini tidak hanya memperkaya proses belajar tetapi juga mengajarkan siswa untuk mempertimbangkan berbagai perspektif sebelum mengambil kesimpulan. Guru berperan sebagai fasilitator yang memberikan bimbingan dan umpan balik yang konstruktif, mendorong siswa untuk terus berpikir kritis dan reflektif. Dengan menghadapi tantangan dan masalah nyata, siswa juga belajar untuk menjadi lebih mandiri dan bertanggung jawab atas pembelajaran mereka sendiri, meningkatkan rasa percaya diri dan motivasi mereka. Secara keseluruhan, PBL menyediakan lingkungan belajar yang dinamis dan interaktif yang secara efektif mengembangkan kemampuan penalaran ilmiah siswa.

Hasil analisis proses pembelajaran dan wawancara siswa juga memberikan gambaran terkait beberapa kendala yang dialami siswa dalam mengikuti pembelajaran berbasis proyek yang akhirnya berpengaruh terhadap kemampuan penalaran siswa. Permasalahan utama yang dialami siswa adalah kesulitan dalam mengelola waktu dan tugas secara efektif, yang dapat berdampak negatif pada kemampuan penalaran ilmiah mereka. Siswa sering kali merasa kewalahan dengan kompleksitas proyek, terutama jika mereka kurang terbiasa dengan manajemen proyek dan keterampilan organisasi yang diperlukan. Hal ini menyebabkan mereka terburu-buru dalam mengerjakan proyek, mengabaikan langkah-langkah penting dalam metode ilmiah, seperti perencanaan eksperimen yang baik, pengumpulan data yang akurat, dan analisis yang mendalam. Selain itu, kurangnya bimbingan yang memadai dari guru yang dirasakan siswa dalam mengarahkan proyek dapat membuat siswa merasa bingung dan frustrasi, sehingga mereka tidak dapat mengembangkan kemampuan penalaran ilmiah secara optimal. Tantangan dalam kerja kelompok, seperti pembagian tugas yang tidak merata dan konflik antar anggota, juga dapat menghambat proses belajar dan mengurangi efektivitas pembelajaran berbasis proyek.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini adalah penerapan pembelajaran berbasis proyek terbukti secara signifikan meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah siswa. Melalui PjBL, siswa memperoleh kesempatan untuk terlibat langsung dalam proses ilmiah, mulai dari merumuskan pertanyaan hingga menganalisis data dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti empiris. Pengalaman belajar yang kontekstual dan relevan ini tidak hanya memperkuat pemahaman mereka terhadap konsep-konsep ilmiah, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis. Selain itu, kerja kolaboratif dalam kelompok membantu siswa untuk berbagi ide dan belajar dari perspektif teman-teman mereka, yang lebih lanjut meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah mereka. Hasil ini menunjukkan bahwa PjBLa dalah metode pengajaran yang efektif untuk mengembangkan kemampuan penalaran ilmiah di kalangan siswa.

Untuk penelitian lanjutan, disarankan untuk mengeksplorasi berbagai aspek yang dapat lebih mengoptimalkan pembelajaran berbasis proyek dalam meningkatkan kemampuan

penalaran ilmiah. Penelitian lebih mendalam dapat dilakukan untuk memahami bagaimana faktor-faktor seperti ukuran kelompok, jenis proyek, dan durasi pembelajaran mempengaruhi hasil belajar siswa. Selain itu, penelitian juga bisa fokus pada pengembangan dan penerapan strategi bimbingan yang lebih efektif dari guru, serta penggunaan teknologi untuk mendukung PjBL. Evaluasi yang lebih rinci mengenai peran lingkungan belajar yang inklusif dan interaktif juga penting untuk memastikan bahwa semua siswa, termasuk mereka yang mungkin mengalami kesulitan belajar, dapat meraih manfaat penuh dari PjBL. Dengan demikian, pendekatan ini dapat terus disempurnakan dan diterapkan secara lebih luas di berbagai konteks pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Project based learning integrated to stem to enhance elementary school's students scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *5*(2), 261–267. https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5493

Aini, N., Subiki, & Supriadi, B. (2018). Identifikasi Kemampuan Penalaran Ilmiah (Scientific Reasoning) Siswa SMA di Kabupaten Jember pada Pokok Bahasan Dinamika. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, *3*, 121–126.

Alshamali, M. A., & Daher, W. M. (2016). Scientific Reasoning and Its Relationship with Problem Solving : the Case of Upper Primary Science Teachers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1003–1019. https://doi.org/10.1007/s10763-015-9646-1

Anjani, F., Supeno, S., & Subiki, S. (2020). Kemampuan Penalaran Ilmiah Siswa Sma Dalam Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Inkuiri Terbimbing Disertai Diagram Berpikir Multidimensi. *Lantanida Journal*, *8*(1), 13. https://doi.org/10.22373/lj.v8i1.6306

Bledsoe, K. E., & Flick, L. (2012). Concept Development and Meaningful Learning Among Electrical Engineering Students Engaged in a Problem-Based Laboratory Experience. *Journal of Science Education and Technology*, *21*(2), 226–245. https://doi.org/10.1007/s10956-011-9303-6

Brown, N. J. S., Nagashima, S. O., Fu, A., Timms, M., & Wilson, M. (2010). A framework for analyzing scientific reasoning in assessments. *Educational Assessment*, *15*(3–4), 142–174. https://doi.org/10.1080/10627197.2010.530562

Damayanti, et all. (2023). Strategi Pembelajaran Project Based Learning (Pjbl). *Jurnal Pendidikan Sosial Dan Humaniora*, *2*(2), 706–719. https://publisherqu.com/index.php/pediaqu

Dolan, E., & Grady, J. (2010). Recognizing students' scientific reasoning: A tool for categorizing complexity of reasoning during teaching by inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, *21*(1), 31–55. https://doi.org/10.1007/s10972-009-9154-7

Griffin, W., Cohen, S. D., Berndtson, R., Burson, K. M., Camper, K. M., Chen, Y., & Smith, M. A. (2014). Starting the Conversation: An Exploratory Study of Factors That Influence Student Office Hour Use. *College Teaching*, *62*(3), 94–99. https://doi.org/10.1080/87567555.2014.896777

Hong, J. C., Chen, M. Y., Wong, A., Hsu, T. F., & Peng, C. C. (2012). Developing physics

concepts through hands-on problem solving: A perspective on a technological project design. In *International Journal of Technology and Design Education* (Vol. 22, Issue 4, pp. 473–487). https://doi.org/10.1007/s10798-011-9163-7

Kapusuz, K. Y., & Can, S. (2014). A Survey on Lifelong Learning and Project-based Learning among Engineering Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *116*, 4187–4192. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.914

López, A. M., & Lacueva, A. (2008). Projects in a sixth-grade classroom: Entering a bumpy but promising road. *Educational Action Research*, *16*(2), 163–185. https://doi.org/10.1080/09650790802011544

Mandella, S., Suhendar, S., & Setiono, S. (2020). Kemampuan Awal Penalaran Ilmiah Peserta Didik SMA berdasarkan Gender Pada Materi Ekosistem. *Biodik*, *7*(2), 110–116. https://doi.org/10.22437/bio.v7i2.12795

Miller, E. C., & Krajcik, J. S. (2019). Promoting deep learning through project-based learning: a design problem. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, *1*(1), 1–10. https://doi.org/10.1186/s43031-019-0009-6

Nani, K. La, & Kusumah, Y. S. (2015). The Effectiveness Ofict-Assisted Project- Based Learning In Enhancing Students' Statistical Communication Ability. *International Journal of Education and Research*, *3*(8), 187–196. http://www.ijern.com/

Nurjanah Firdaus, S., Suhendar, S., & Ramdhan, B. (2021). Profil Kemampuan Penalaran Ilmiah Siswa SMP Berdasarkan Gaya Belajar. *Biodik*, *7*(3), 156–163. https://doi.org/10.22437/bio.v7i3.13347

Pedersen, M. K., Skyum, B., Heck, R., Müller, R., Bason, M., Lieberoth, A., & Sherson, J. F. (2016). Virtual learning environment for interactive engagement with advanced quantum mechanics. *Physical Review Physics Education Research*, *12*(1), 1–6. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.013102

PH. and Chang, Y. C. (2009). Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Research Design Qualitative Quantitative and Mixed Methods Approaches. In *Research Design* (Vol. 4, Issue June).

Prastiwi, V. D., Parno, P., & Wisodo, H. (2018). Identifikasi pemahaman konsep dan penalaran ilmiah siswa SMA pada materi fluida statis. *Momentum: Physics Education Journal*, *2*(2), 56–63. https://doi.org/10.21067/mpej.v1i1.2216

Purwaningsih, E., Sari, S. P., Sari, A. M., & Suryadi, A. (2020). The effect of stem-pjbl and discovery learning on improving students' problem-solving skills of the impulse and momentum topic. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *9*(4), 465–476. https://doi.org/10.15294/jpii.v9i4.26432

Putra, F., Nur Kholifah, I. Y., Subali, B., & Rusilowati, A. (2018). 5E-Learning Cycle Strategy: Increasing Conceptual Understanding and Learning Motivation. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, *7*(2), 171–181. https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v7i2.2898

Sadler, T. D. (2009). Socioscientific issues in science education: Labels, reasoning, and transfer. *Cultural Studies of Science Education*, *4*(3), 697–703. https://doi.org/10.1007/s11422-008-9133-x

Setiawan, P., Wahidin, & Arif, A. G. (2023). Application of the Project Based Learning (PjBL) Model through Making Tempe to Improve Student Learning Outcomes and Creativity. *Influence: International Journal of Science Review*, *5*(2), 239–249. https://doi.org/10.54783/influencejournal.v5i2.153

Shofia Rohmah, N. N., Markhamah, Sabar Narimo, & Choiriyah Widyasari. (2023). Strategi Penguatan Profil Pelajar Pancasila Dimensi Berkebhinekaan Global Di Sekolah Dasar. *Jurnal Elementaria Edukasia*, *6*(3), 1254–1269. https://doi.org/10.31949/jee.v6i3.6124

Sormunen, K., Juuti, K., & Lavonen, J. (2020). Maker-Centered Project-Based Learning in Inclusive Classes: Supporting Students' Active Participation with Teacher-Directed Reflective Discussions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *18*(4), 691–712. https://doi.org/10.1007/s10763-019-09998-9

Tekbıyık, A., Baran Bulut, D., & Sandalcı, Y. (2022). Effects of a summer robotics camp on students STEM career interest and knowledge structure. *Journal of Pedagogical Research*, *6*(2), 91–109. https://doi.org/10.33902/jpr.202212606

Vionna Veronika Maharani, Nia Erlina, & Ni Made Pujani. (2023). Analisis Penalaran Ilmiah Siswa Kelas Vii Smp Negeri 5 Singaraja Berdasarkan Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning Pada Pembelajaran Ipa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sains Indonesia*, *6*, 170–181. http://repo.undiksha.ac.id/id/eprint/16604

Waldrip, B., Prain, V., & Carolan, J. (2010). Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary science. *Research in Science Education*, *40*(1), 65–80. https://doi.org/10.1007/s11165-009-9157-6

Widarti, H. R., Rokhim, D. A., & Syafruddin, A. B. (2020). The development of electrolysis cell teaching material based on stem-pjbl approach assisted by learning video: A need analysis. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *9*(3), 309–318. https://doi.org/10.15294/jpii.v9i3.25199

Wilujeng, I., & Wibowo, H. A. C. (2021). Penalaran Ilmiah Mahasiswa Calon Guru Fisika dalam Pembelajaran Daring. *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, *1*(2), 46–54. https://doi.org/10.47709/educendikia.v1i2.1025