

Literature Review: Implementasi PjBL-STEM dalam Pembelajaran IPA

Destama Einstead Shodiq^{1*}, Muzazzinah², Prabang Setyono³

^{1,2}Pendidikan Sains, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret

³Ilmu Lingkungan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret
Jalan Ir. Sutami 36 Kentingan, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah. Indonesia 57126.

*Email: destamae29@gmail.com

Abstract: *PjBL-STEM learning is an interesting study in science learning. The integration of the Project Based Learning learning model with the STEM approach is a trend in creative and innovative science learning. PjBL-STEM learning can improve 21st Century skills. This study aims to determine the implementation of PjBL-STEM in science learning. The research method uses a literature review by collecting and analyzing research studies from the Google Scholar database related to the topic of PjBL-STEM in science learning. The results of the analysis show that the implementation of PjBL-STEM learning can improve 21st Century skills. PjBL-STEM can be implemented in science learning through models, modules, LKPD, media, and even learning devices.*

Keywords: *21st century skills; PjBL-STEM; science learning*

Abstrak: Pembelajaran PjBL-STEM menjadi kajian yang menarik dalam pembelajaran IPA. Integrasi model pembelajaran Project Based Learning dengan pendekatan STEM menjadi tren pembelajaran IPA yang kreatif dan inovatif. Pembelajaran PjBL-STEM dapat meningkatkan keterampilan Abad 21. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui implementasi PjBL-STEM pada pembelajaran IPA. Metode penelitian menggunakan literatur review dengan mengumpulkan dan menganalisis penelitian penelitian dari database Google Scholar terkait topik PjBL-STEM dalam pembelajaran IPA. Hasil analisis menunjukkan bahwa implementasi pembelajaran PjBL-STEM dapat meningkatkan keterampilan abad 21. PjBL-STEM dapat diimplementasikan dalam pembelajaran IPA melalui model, modul, LKPD, media, bahkan perangkat pembelajaran.

Kata Kunci: keterampilan abad 21; pembelajaran IPA; PjBL-STEM

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan informasi di era sekarang ini, dapat membawa perubahan di seluruh sektor masyarakat khususnya sektor pendidikan. Adanya perkembangan ini, generasi penerus harus dapat beradaptasi dengan perubahan. Pada sektor pendidikan dapat membekali generasi baru dengan keterampilan abad 21. Dalam konteks ini, keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis, kreatif, kolaborasi, komunikasi, dan pemecahan masalah yang dapat bermanfaat untuk dapat bersaing dalam dunia nyata.

Pembelajaran IPA merupakan pembelajaran yang hakikatnya terdiri dari proses (*scientific processes*), produk (*scientific knowledge*), sikap (*scientific attitudes*), dan aplikasi (Muliadi et al., 2022). Pembelajaran IPA yang berkaitan dengan alam dan relevan dengan kehidupan sehari-hari. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk dapat mengasah keterampilan abad 21 melalui berbagai metode, model, strategi dan pendekatan dalam pembelajaran IPA. Menurut Sobron et al., (2019), pembelajaran IPA yang berlangsung selama proses pembelajaran menggunakan pembelajaran konvensional dengan metode ceramah dan penugasan. Hal ini menyebabkan pembelajaran IPA monoton dan kurang bervariasi sehingga peserta didik menjadi bosan dan tidak memperhatikan guru ketika menyampaikan materi. Selain itu, penggunaan model pembelajaran yang kurang tepat juga berpengaruh terhadap pembelajaran IPA. Ditegaskan dalam penelitian Mardhatillah & Nurita (2024) menyatakan bahwa model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik masih jarang digunakan untuk pembelajaran IPA. Penggunaan

sumber dan media pembelajaran yang terbatas, sehingga kurang menarik peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran IPA.

Salah satunya adalah dengan menggunakan PjBL-STEM. PjBL-STEM merupakan penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). *Project Based Learning* (PjBL) merupakan model pembelajaran yang dapat memfasilitasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam pembelajaran melalui tugas proyek yang dapat digunakan sebagai pemecahan masalah (Fadilah et al., 2024). STEM merupakan pendekatan (Laboy-Rush, 2010) multidisiplin ilmu yang menggabungkan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam menyelesaikan masalah yang ada dalam kehidupan sehari-hari (Mulyani, 2019). Integrasi PjBL-STEM dapat mendorong peserta didik aktif dalam menyelesaikan permasalahan di lingkungan melalui proyek. PjBL-STEM dapat memberikan pembelajaran yang bervariasi, menyenangkan dan berorientasi pada peserta didik (*student centered learning*). Penerapan PjBL-STEM tidak hanya dapat mengasah kemampuan secara konseptual saja, tetapi juga melatih keterampilan dan sosial (Setyowati & Aribowo, 2024).

Menurut (Laboy-Rush, 2010), pembelajaran PjBL-STEM memiliki lima tahapan yaitu *reflection, research, discovery, application, dan communication*. Dijelaskan dalam penelitian (Amelia et al., 2020), tahapan pembelajaran PjBL-STEM antara lain yaitu *reflection*, tahap yang menunjukkan konteks masalah kepada peserta didik untuk menghubungkan apa yang diketahui dan apa yang perlu dipelajari. *Research*, tahap penelitian peserta didik. Guru sebagai fasilitator dan memandu diskusi untuk menentukan apakah siswa telah mengembangkan pemahaman konseptual dan relevan berdasarkan proyek. *Discovery*, tahap penemuan secara umum melibatkan proses menjembatani penelitian dan informasi yang diketahui dalam pengembangan proyek. *Application*, tahap ini bertujuan untuk menguji produk/solusi dalam memecahkan masalah. *Communication*, tahap akhir dalam setiap proyek yaitu mengkomunikasikan antara teman dan ruang lingkup kelas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian literatur review ini bertujuan menganalisis temuan-temuan dari artikel yang terkait dengan PjBL-STEM dalam pembelajaran IPA yang ditinjau dari jenjang pendidikan, objek, dan parameter keterampilan abad 21 yang diukur.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *systematic literature review*. Metode *systematic literature review* yaitu mengidentifikasi, mengkaji, mengevaluasi, serta menafsirkan semua penelitian yang tersedia (Asani, 2023). Literatur pada penelitian ini bertujuan untuk mengkaji literatur mengenai penerapan *Project Based Learning* (PjBL)-STEM dalam pembelajaran IPA di SD dan SMP. Metode *systematic literature review* terdiri dari tiga tahap yaitu *planning, conducting, dan reporting* (Febrizal et al., 2023).

Planning

Tahap ini menentukan topik penelitian dengan mengumpulkan data artikel menggunakan *Harzing Publish or Perish* (PoP) dengan sumber data yang digunakan adalah database *Google Scholar*. Kata kunci pencarian yang digunakan meliputi “PjBL-STEM”, “IPA”, “Sekolah Dasar (SD)” dan “Sekolah Menengah Pertama (SMP)”. Kriteria artikel digunakan adalah artikel jurnal dan prosiding yang dipublikasikan dalam rentang waktu 2020-2024.

Conducting

Pada tahap ini melakukan pencarian artikel sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Artikel terdiri dari 400 artikel, kemudian dianalisis sesuai dengan kajian yang relevan sesuai dengan penelitian yang ditinjau dari jenjang sekolah SD dan SMP, objek, dan parameter keterampilan abad 21 yang diukur. Hasil analisis terdapat 30 artikel yang selanjutnya digunakan sebagai hasil penelitian.

Reporting

Tahap *reporting* merupakan tahap terakhir dari *systematic literature review* dengan menuliskan hasil dalam bentuk tulisan sesuai dengan format yang ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan literature review yang telah dilakukan, didapatkan 30 artikel yang layak dianalisis. Hasil analisis dari 30 artikel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Artikel Penerapan PjBL-STEM dalam Pembelajaran IPA ditinjau dari Jenjang, Objek, dan Parameter

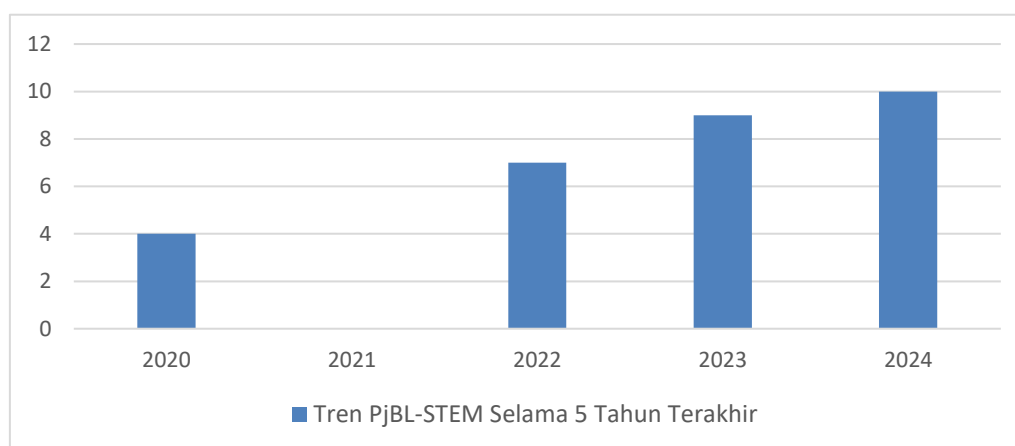
No	Penulis, Tahun	Judul	Jenjang	Objek	Parameter
1	Srigati (2020)	Uji Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL)-STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains pada Siswa MTsN 28 Jakarta Timur	SMP	Model	Literasi Sains
2	(Fitriyani et al., 2020)	Implementasi Model PjBL-STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi	SMP	Model	Berpikir Tingkat tinggi
3	(Oktavia & Ridlo, 2020)	Critical Thinking Skills Reviewed from Communication Skills of the Primary School Students in STEM-Based Project-Based Learning Model	SD	Model	Berpikir Kritis
4	(Riyanti, 2020)	Efektivitas Penggunaan Perangkat Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM Berbasis E-Learning Untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif	SD	Perangkat Pembelajaran	Berpikir Kreatif
5	(Yulaikah et al., 2022)	Efektivitas Pembelajaran STEM dengan Model PjBL terhadap Kreativitas dan Pemahaman Konsep IPA Siswa Sekolah Dasar	SD	Model	Kreativitas dan Pemahaman Konsep
6	(Afrijhon et al., 2022)	Pengembangan LKPD Berbasis Model PjBL-STEM Terintegrasi Karakteristik Entrepreneur Berorientasi terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik	SMP	LKPD	Berpikir Kreatif
7	(Pramesti et al., 2022)	Effectiveness of Project Based Learning Low Carbon STEM and Discovery Learning to Improve Creative Thinking Skills	SMP	Model	Berpikir Kreatif
8	(Ratmeli Storina, 2022)	Implementasi Model PjBL -STEM terhadap Kreativitas Siswa pada Mata Pelajaran IPA di SMP Negeri 5 Batam	SMP	Model	Kreativitas

No	Penulis, Tahun	Judul	Jenjang	Objek	Parameter
9	Rahardhian (2022)	Pengaruh Pembelajaran PjBL Berbasis STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Listrik Dinamis	SMP	Model	Berpikir Kritis
10	Sutiono et al., (2022)	Meningkatkan Kreativitas dan Keyakinan Diri Peserta Didik Melalui Project Based Learning Terintegrasi STEM	SMP	Model	Kreativitas dan Keyakinan Diri
11	Almiasih et al., (2022)	Efektivitas Model Pembelajaran PjBL Berbasis STEM-NOS Terhadap Literasi Sains Siswa Kelas V SD Negeri Kalierang 01	SD	Model	Literasi Sains
12	Dewi et al., (2023)	Project Based Learning Berbasis STEM: Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa	SD	Model	Hasil Belajar dan Berpikir Kritis
13	Karlina et al., (2023)	Pengaruh Model Pembelajaran STEM-PjBL terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Negeri 1 Slogohimo Wonogiri di Era Pandemi pada Materi Hidrosfer	SMP	Model	Berpikir Kreatif
14	Herlita et al., (2023)	The Effectiveness of the PjBL-STEM Model on Students' Critical Thinking Ability in Science Learning	SMP	Model	Berpikir Kritis
15	Rahayu & Maryani, (2023)	STEM-PjBL and creativity of science learning students in elementary schools	SD	Model	Kreativitas
16	Simatupang et al., (2023)	The Effect of Project Based Learning Model With Stem Approach To Students' Critical Thinking	SMP	Model	Berpikir Kritis
17	Wahyu et al., (2023)	STEM-based PjBL Learning Model with Manggaraians Indigenous Science Content to Improve Science Literacy: is it Effective?	SD	Model	Literasi Sains
18	Simanjuntak et al., (2023)	Literasi Sains Dengan Pembelajaran IPA Berbasis Proyek Terintegrasi STEM	SMP	Model	Literasi Sains
19	Didelmi et al., (2023)	Pengembangan E-Modul Berbasis Pjbl-Stem dengan Menggunakan Aplikasi 3D Pageflip Professional Pada Materi Optik untuk Meningkatkan Kemampuan	SMP	Modul	Berpikir Kritis dan Minat Belajar

No	Penulis, Tahun	Judul	Jenjang	Objek	Parameter
		Berpikir Kritis dan Minat Belajar Siswa SMP			
20	Alkautsar et al., (2023)	STEM-PjBL Worksheet : Ways to Improve Students' Collaboration, Creativity, and Computational Thinking	SMP	LKPD	Kolaborasi, Kreativitas, Berpikir Komputasio nal
21	Nadhifah et al., (2024)	Model Pembelajaran PjBL-STEM Terintegrasi Islam Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif dan Menanamkan Karakter Religius Siswa	SMP	Model	Berpikir Kreatif dan Karakter Religius
22	Silfiyani & Suyatna, (2024)	Development of Differentiated E-LKPD Integrated with PjBL-STEM to Improve Students Science Literacy	SMP	LKPD	Literasi Sains
23	Pambudi et al., (2023)	Improving Creative Thinking Skill on Biotechnology Material Through The Effectiveness of Project Based Learning-STEM E-Module Provided with Formative Assessment	SMP	Modul	Berpikir Kreatif
24	Diastuti & Hamimi, (2024)	Effectiveness of PjBL-STEM Based Edukit Biocomposter Learning Media on Environmental Pollution Materials to Train the Creativity of VII Grade Junior High School Students	SMP	Media	Kreativitas
25	Telaumbanua et al., (2024)	Efektivitas Model Pembelajaran Project-Based Learning Terintegrasi STEM dalam Peningkatan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Sekolah Dasar	SD	Model	Literasi Sains
26	Purmanna et al., (2024)	Enhancement of Indonesian Junior High School Student Creative Thinking Skills Through a STEM-Project Based Learning: A Case Study of Quasi-Experimental Evidence	SMP	Model	Berpikir Kreatif
27	Wati et al., (2024)	Efektivitas PjBL-STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar	SD	Model	Berpikir Kritis dan Motivasi
28	Ardiyansah et al., (2024)	Pengaruh Model PjBL-STEM Menggunakan Algodoo terhadap Pembelajaran IPA dalam Peningkatan Keterampilan	SMP	Model	Berpikir Kritis dan Kreatif

No	Penulis, Tahun	Judul	Jenjang	Objek	Parameter
29	Pagala et al., (2024)	Berpikir Kritis dan Keterampilan Berpikir Kreatif Model PjBL Berpendekatan STEM untuk Literasi Sains Biologi Siswa Kelas IX MTs Sahabat Cendikia Kota Ternate	SMP	Model	Literasi Sains
30	Warsita et al., (2024)	Implementasi STEM–Project Based Learning terhadap Kreativitas Siswa pada Topik Usaha, Energi Dan Pesawat Sederhana	SMP	Model	Kreativitas

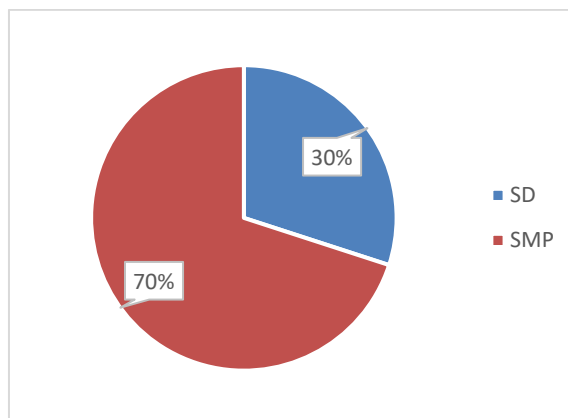
Project Based Learning (PjBL) yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM memiliki keterkaitan yang sangat erat. PjBL-STEM cocok untuk diimplementasikan di dalam pembelajaran IPA untuk menyelesaikan permasalahan dengan sebuah produk. Trend penelitian dengan PjBL-STEM sekarang ini menunjukkan adanya peningkatan. Berdasarkan 30 artikel yang dianalisis dari 2020-2024 peningkatan tren penelitian PjBL-STEM selama dalam 3 tahun terakhir. Tren penelitian PjBL-STEM dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tren Penelitian PjBL-STEM

Gambar 1, menunjukkan bahwa penelitian yang berkaitan dengan PjBL-STEM telah banyak dilakukan. Implementasi PjBL-STEM dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi dan mengeksplorasi permasalahan dan menemukan solusi dari permasalahan. PjBL-STEM berorientasi pada *student centered learning*, penerapan konsep nyata, mendorong komunikasi dan kolaborasi, melibatkan rekayasa dan teknologi, membimbing dan mengeksplorasi ide baru serta mengembangkan kemampuan abad 21 (Asna, 2024). Kelebihan integrasi PjBL-STEM, peserta didik dapat memahami konsep dengan membuat produk pada *Project Based Learning* dan dapat membuat produk yang baik dengan pembelajaran STEM karena proses perancangan dan redesign (*engineering design process*) (Maulana, 2020).

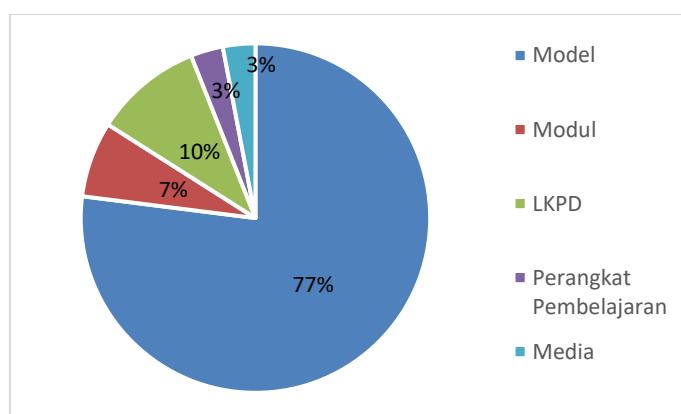
Berdasarkan jenjang Pendidikan SD dan SMP, PjBL-STEM telah banyak diimplementasikan dalam pembelajaran IPA. Hasil analisis menunjukkan bahwa jenjang SMP paling banyak mengimplementasikan PjBL-STEM daripada di SD yaitu sebesar 70%. Hasil analisis implementasi PjBL-STEM di jenjang pendidikan dapat dilihat di Gambar 2.



Gambar 2. Persentase Implementasi PjBL-STEM pada Pembelajaran IPA di Jenjang Pendidikan

Gambar 2 merupakan persentase implementasi PjBL-STEM pada pembelajaran IPA di jenjang pendidikan. Pada jenjang SMP merupakan paling banyak menerapkan PjBL-STEM. Menurut teori perkembangan kognitif Piaget, usia peserta didik SD 7-11 tahun pada tahap operasional konkret, sedangkan peserta didik SMP memiliki usia 12-15 tahun pada tahap operasional formal. Pada operasional konkret, peserta didik hanya dapat berpikir logis dan konkret terhadap suatu objek. Pada tahap operasional formal, peserta didik dapat menggunakan penalaran yang bersifat abstrak. Ditegaskan dalam penelitian (Syahbana, 2012), pada tahap formal peserta didik dapat menyelesaikan masalah yang memerlukan pemikiran tingkat tinggi seperti mengaitkan, menimbang, menguji, memutuskan, berpikir abstrak, memahami, menganalisa, dan memecahkan masalah.

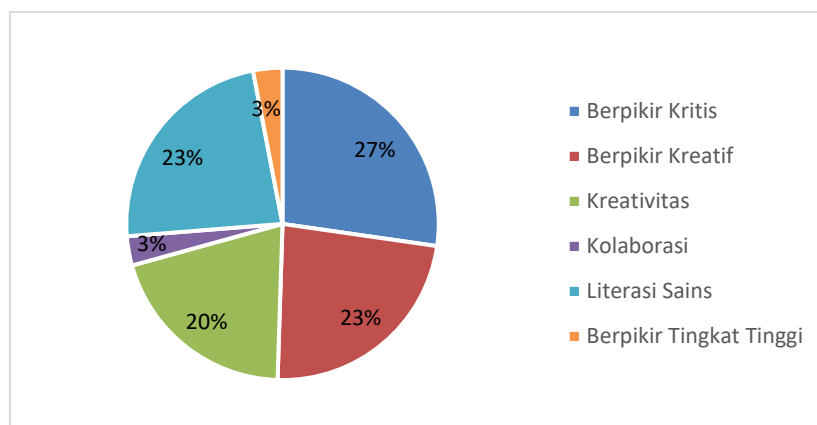
Berdasarkan potensinya, penerapan PjBL-STEM dapat dikembangkan melalui model, media, modul, LKPD, perangkat, dan asesmen. Potensi penerapan PjBL-STEM dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Potensi Penerapan PjBL-STEM pada Pembelajaran IPA

Gambar 3, menunjukkan bahwa PjBL-STEM memiliki potensi untuk dikembangkan. Model pembelajaran PjBL-STEM banyak digunakan dalam pembelajaran sebesar 77%, LKPD 10%, modul 7%, media dan perangkat pembelajaran 3%. Model pembelajaran PjBL-STEM memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpartisipasi aktif sehingga guru hanya sebagai fasilitator. Model PjBL-STEM berorientasi pada pembelajaran yang berpusat pada peserta didik.

Berdasarkan parameter penelitian, PjBL-STEM mendukung keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis, berpikir kreatif, kreativitas, kolaborasi, literasi sains dan berpikir tingkat tinggi. Hasil analisis dari parameter penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Parameter Penelitian dalam Pembelajaran IPA yang Berorientasi pada Keterampilan Abad 21

Gambar 4 menunjukkan parameter yang diukur dalam pembelajaran IPA yang berorientasi pada keterampilan abad 21. PjBL-STEM yang dipadukan dengan keterampilan berpikir kritis sebanyak 27%, berpikir kreatif 23%, kreativitas 20%, literasi sains 23%, kolaborasi dan berpikir tingkat tinggi 3%. Hasil ini menunjukkan bahwa PjBL-STEM dapat digunakan sebagai model pembelajaran yang memberikan kesempatan peserta didik untuk mengasah *soft skill* peserta didik dengan menjawab tantangan di masa depan. Selain itu, PjBL-STEM juga dapat meningkatkan hasil belajar (Anggraynie et al., 2023; Dewi et al., 2023; Haryani, 2021; Onto et al., 2024), pemahaman konsep (Pratiwi et al., 2020; Yulaikah et al., 2022), motivasi (Ma'wa et al., 2022; Wati et al., 2024) dan minat belajar peserta didik (Didelmi et al., 2023).

Materi yang digunakan untuk pembelajaran IPA berbasis PjBL-STEM diantaranya materi pencemaran lingkungan (Diasuti & Hamimi, 2024; Pratiwi et al., 2020; Setyowati et al., 2022; Simanjuntak et al., 2023), bioteknologi (Fitriyani et al., 2020; Pambudi et al., 2023), usaha, energi dan pesawat sederhana (Herlita et al., 2023; Sutiono et al., 2022; Warsita et al., 2024), tata surya (Nadhifah et al., 2024), pewarisan sifat (Pagala et al., 2024), optik (Didelmi et al., 2023), listrik (Pramesti et al., 2022), listrik dinamis (Rahardhian, 2022; Storina, 2022), sistem pernapasan (Oktavia & Ridlo, 2020), dan sistem ekskresi (Simatupang et al., 2023).

SIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil dan pembahasan, PjBL-STEM dapat menunjang keterampilan abad 21 seperti keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaborasi, dan berpikir tingkat tinggi. Pembelajaran PjBL-STEM dapat dikembangkan dalam bentuk model, modul, LKPD, dan perangkat pembelajaran. Pembelajaran PjBL-STEM memiliki kontribusi positif dalam pembelajaran IPA sebagai pembelajaran yang kreatif dan inovatif. PjBL-STEM berorientasi pada pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, memahami dan menerapkan konsep nyata dalam proyek/produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrijhon, N. S., Sutrisno, S., & Maison, M. (2022). Pengembangan Lkpd Berbasis Model PjBL-STEM Terintegrasi Karakteristik Entrepreneur Berorientasi Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 1–8. <https://online-journal.unja.ac.id/EDP/article/view/16401>
- Alkautsar, S., Nuryady, M. M., Husamah, Wahyono, P., & Miharja, F. J. (2023). STEM-PjBL Worksheet : Ways to Improve Students' Collaboration, Creativity, and Computational

- Thinking. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran*, 9(2), 681–695.
- Almiasih, S., Winarto, & Kristyaningrum, D. H. (2022). Efektivitas Model Pembelajaran PjBL Berbasis STEM-NOS Terhadap Literasi Sains Siswa Kelas V SD Negeri Kalierang 01. *Jurnal Dialektika*, 12(2), 1021–1035.
- Amelia, R., Tegariyani, S., & Santoso, P. (2020). 21 st Century Skills in Project Based Learning Integrated STEM on Science Subject : A Systematic Literature Review. *Proceedings of the International Conference on Engineering, Technology and Social Science (ICONETOS)*, 583–590.
- Anggraynie, R. T., Qadar, R., & Zulkarnaen. (2023). The Effect of STEM-PjBL Learning on Temperature and Heat Material on Student Learning Outcomes at SMPN 2 Bontang. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 6(2), 118–126.
- Ardiyansah, E., Rinto, R., & Fatnah, N. (2024). Pengaruh Model PjBL-STEM Menggunakan Algodoo terhadap Pembelajaran IPA dalam Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis dan Keterampilan Berpikir Kreatif. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 160–167.
- Asani, S. N. (2023). Systematic Literature Review : Efektivitas Media Pembelajaran IPA Berbasis Android dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SD. *Indonesian Journal of Intellectual Publication*, 3(2), 116–122.
- Asna, F. A. (2024). Upaya Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Pembelajaran IPA dengan Pendekatan Berbasis STEM-PjBL. *Seminar Nasional IPA XIV*, 312–320.
- Dewi, N. N. S. K., Arnyana, I. B. P., & Margunayasa, I. G. (2023). Project Based Learning Berbasis STEM : Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 6(1), 133–143.
- Diastuti, A. H., & Hamimi, E. (2024). Effectiveness of PjBL-STEM Based Edukit Biocomposter Learning Media on Environmental Pollution Materials to Train the Creativity of VII Grade Junior High School Students. *Unnes Science Education Journal*, 13(3), 239–247.
- Didelmi, A., Yennita, & Zulfarina. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis PjBL-STEM Dengan Menggunakan Aplikasi 3D Pageflip Profesional pada Materi Optik untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Minat Belajar Siswa SMP. *Seminar Nasional Ilmu Pendidikan Ke-2 FKIP Universitas Lampung*, 216–226.
- Fadilah, N., Gunawan, R. A., Chairani, S., Syahputri, S., Lubis, R. H., Utara, S., Belajar, H., Siswa, M., & Merdeka, K. (2024). Studi Literatur Model Pembelajaran Project Based Learning. *SINDORO CENDEKIA PENDIDIKAN*, 9(1), 41–50.
- Febrizal, Hernani, & Mudzakir, A. (2023). Systematic Literature Review: Peran Pembelajaran Kimia Terhadap Keberlanjutan Dalam Konteks Education for Sustainable Development (Esd). *QUANTUM: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 14(2), 238–254.
- Fitriyani, A., Toto, T., & Erlin, E. (2020). Implementasi Model PjBL-STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 1–6. <https://doi.org/10.25157/jpb.v8i2.4375>
- Haryani, T. (2021). Meningkatkan Keaktifan dan Hasil Belajar IPA menggunakan Pendekatan STEM-PjBL Siswa Kelas IV SDN Kutowinangun 10. *TRISALA*, 01(19), 1–15.

- Herlita, F., Yamtinah, S., & Wati, I. K. (2023). The Effect of the PjBL-STEM Model on Students' Critical Thinking Ability in Science Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 9(2), 192–202.
- Karlina, C. M., Susilowati, E., & Fakhrudin, I. A. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran STEM-PJBL terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Negeri 1 Slogohimo Wonogiri di Era Pandemi pada Materi Hidrosfer. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 3(1), 33–41.
- Laboy-Rush, D. (2010). *Integrated STEM Education through Project-Based Learning*. Learning.com.
- Ma'wa, A. J., Toto, T., & Kustiawan, A. (2022). Pengaruh Model Pjbl-Stem Dalam Pembelajaran Ipa Pada Materi Bioteknologi Terhadap Motivasi Belajar Siswa. *J-KIP (Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan)*, 3(1), 307–314.
- Mardhatillah, W., & Nurita, T. (2024). Implementasi Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 4(2), 777–780. <https://doi.org/10.52562/biocephy.v4i2.1279>
- Maulana. (2020). Penerapan Model Project Based Learning Berbasis STEM pada Pembelajaran Fisika Siapkan Kemandirian Belajar Peserta Didik. *Jurnal Teknodik*, 24(1), 37–48.
- Muliadi, A., Sarjan, M., & Rokhmat, J. (2022). Pembelajaran IPA Berbasis Bioentrepreneur Pada Etnosains Poteng Jaje Tujak : Perspektif Filsafat. *JPIIn: Jurnal Pendidik Indonesia*, 5(2), 418–438.
- Mulyani, T. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM untuk menghadapi Revolusi Industri 4.0. *Seminar Nasional Pascasarjana 2019*, 7(1), 453–460.
- Nadhifah, Z. L., Khoiri, A., & Fatiatun. (2024). Model Pembelajaran PjBL-STEM Terintegrasi Islam Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif dan Menanamkan Karakter Religius Siswa. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 4(1), 178–185. <https://doi.org/10.52562/biocephy.v4i1.1082>
- Oktavia, Z., & Ridlo, S. (2020). Critical Thinking Skills Reviewed from Communication Skills of The Primary School Students in STEM-based Project-Based Learning Model. *Journal of Primary Education*, 9(3), 311–320.
- Onto, E. A., Gustina, G., Paramita, I., & Saehana, S. (2024). Pengaruh Model Project Based Learning terintegrasi Science Technology Engineering and Mathematics Terhadap Hasil Belajar IPA Siswa Kelas VIII SMP Negeri 13 Sigi. *PFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 12(2), 118–125.
- Pagala, J. I., Haerullah, A., & Kadir, M. N. (2024). Model PjBL Berpendekatan STEM untuk Literasi Sains Biologi Siswa Kelas IX MTs Sahabat Cendikia Kota Ternate. *Jurnal Bioedukasi*, 7(2), 433–441.
- Pambudi, E. S., Marsuki, M. F., Fardhani, I., Fitriyah, I. J., & Silfiyah, E. (2023). Improving Creative Thinking Skill on Biotechnology Material Through The Effectiveness of Project Based Learning-STEM E-Module Provided with Formative Assessment. *Proceedings of the 6th International Conference on Current Issues in Education*, 339–350. <https://doi.org/10.2991/978-2-38476-245-3>

- Pramesti, D., Probosari, R. M., & Indriyanti, N. Y. (2022). Effectiveness of Project Based Learning Low Carbon STEM and Discovery Learning to Improve Creative Thinking Skills. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 3(3), 445–456.
- Pratiwi, A. I., Sunarno, W., & Sugiyarto, S. (2020). Science Learning Tools Project Based Learning (PjBL) Model With STEM Approach To Improve Mastery of Junior High School Student's Concepts on Environmental Pollution Materials. *Proceedings of the 4th International Conference on Learning Innovation and Quality Education*, 1–6. <https://doi.org/10.1145/3452144.3453736>
- Purmana, A., Suwono, H., Sueb, S., & Raharjo, S. (2024). Enhancement of Indonesian Junior High School Student Creative Thinking Skills Through a STEM-Project Based Learning: A Case Study of Quasi- Experimental Evidence. *BIOEDUKASI: Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya Vol.*, 22(1), 66–77. <https://doi.org/10.19184/bioedu.v22i1.42856>
- Rahardhian, A. (2022). Pengaruh Pembelajaran PjBL Berbasis STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Listrik Dinamis. *Jurnal Inovasi Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.26418/jippf.v3i1.50882>
- Rahayu, A. S., & Maryani, I. (2023). STEM-PjBL and Creativity of Science Learning Students in Elementary Schools. *Journal of Professional Teacher Education*, 1(2), 72–83.
- Ratmeli Storina. (2022). Implementasi Model PjBL - STEM terhadap Kreativitas Siswa pada Mata Pelajaran IPA di SMP Negeri 5 Batam Ratmeli Storina , SMPN 5 Batam. *BIODIDAK*, 2(2), 87–93.
- Riyanti. (2020). Efektivitas Penggunaan Perangkat Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM Berbasis E-Learning Untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 4(2), 206–215.
- Setyowati, Y., & Aribowo, L. A. (2024). Literature review : efektifitas PjBL-STEM meningkatkan keterampilan abad 21 dalam pembelajaran IPA di SMP. *Science Education and Development Journal Archives (SENDJA)*, 2(2), 61–67.
- Setyowati, Y., Kaniawati, I., Sriyati, S., & Nurlaelah, E. (2022). The Development of Science Teaching Materials Based on the PjBL-STEM Model and ESD Approach on Environmental Pollution Materials. *Jurnal IPA Dan Pembelajaran IPA*, 6(1), 45–53. <https://doi.org/10.24815/jipi.v6i1.23571>
- Silfiyani, A., & Suyatna, A. (2024). Development of Differentiated E-LKPD Integrated with PjBL-STEM to Improve Students Science Literacy. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(7), 4404–4411.
- Simanjuntak, M. P., Simatupang, H., & ... (2023). Literasi Sains Dengan Pembelajaran IPA Berbasis Proyek Terintegrasi STEM. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(1), 35–43.
- Simanjuntak, M. P., Simatupang, H., Hardinata, A., Manurung, G. A., & Octavia, S. C. (2023). Literasi Sains dengan Pembelajaran IPA Berbasis Proyek Terintegrasi STEM. *Jurnal Pendidikan Fisika Volume*, 12(1), 35–43.
- Simatupang, H., Fauzi, K. M. A., & Dewi, I. (2023). The Effect Of Project Based Learning Model With Stem Approach To Students' Critical Thinking Skill On Human Excretion System. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 11(4), 109–120.

- Sobron, A. N., Bayu, Rani, & Meidawati, S. (2019). Persepsi Siswa dalam Studi Pengaruh Daring Learning terhadap Minat Belajar IPA. *SCAFFOLDING: Jurnal Pendidikan Islam Dan Multikulturalisme*, 1(2), 30–38.
- Srigati, R. R. E. (2020). Uji Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) -STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains pada Siswa MTsN 28 Jakarta Timur. *Jurnal Balai Diklat Keagamaan Jakarta*, 1(1), 72–83.
- Sutiono, Y., Yunus, R., & Suyidno, S. (2022). Meningkatkan Kreativitas dan Keyakinan Diri Peserta Didik Melalui Project Based Learning Terintegrasi STEM. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(3), 507–517.
- Syahbana, A. (2012). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP Melalui Pendekatan Contextual Teaching and Learning. *Edumatica*, 02(01), 45–57.
- Telaumbanua, E. I., Fitra, R., Tanjung, A., Aljeffry, S. T., Nova, H., Laoli, Y., Tafonao, N., Damai, S., Gulo, P., Zega, Y., Telaumbanua, N. Y., & Harefa, E. (2024). Efektivitas Model Pembelajaran Project-Based Learning Terintegrasi STEM dalam Peningkatan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Sekolah Dasar. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(4), 4608–4617.
- Wahyu, Y., Edu, A. L., & Helmon, A. (2023). STEM-based PjBL Learning Model with Mangaraians Indigenous Science Content to Improve Science Literacy: is it Effective? *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 8263–8273.
- Warsita, J. P., Winarno, N., & Wahyuningsih, Y. (2024). Implementasi STEM–Project Based Learning terhadap Kreativitas Siswa pada Topik Usaha, Energi Dan Pesawat Sederhana. *Jurnal MIPA Dan Pembelajarannya*, 4(12), 3–3.
- Wati, P., Nusantara, T., & Utama, C. (2024). Efektivitas PjBL-STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(2), 126–143.
- Yulaikah, I., Rahayu, S., & Parlan, P. (2022). Efektivitas Pembelajaran STEM dengan Model PjBL terhadap Kreativitas dan Pemahaman Konsep IPA Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 7(6), 223–229.