

Analisis pembelajaran project-based learning berorientasi keterampilan proses sains pada materi ekosistem

Satunggale Kurniawan¹, Nila Dewi Wahyuningsih^{2*}

¹Magister Administrasi Publik, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Wijaya Putra, Surabaya, Indonesia

²Akademi Sekretari dan Manajemen Indonesia Surabaya, Indonesia

*email korespondensi: niladewi.nd@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan model Project Based Learning (PjBL) terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa pada materi ekosistem di SMP Negeri 1 Buduran. Model PjBL dipilih karena mampu melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran melalui kegiatan proyek nyata yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data berupa observasi partisipatif, wawancara mendalam, dan dokumentasi. Subjek penelitian adalah siswa kelas VII yang mengikuti pembelajaran IPA dengan model PjBL melalui proyek pembuatan mini ekosistem dalam botol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan signifikan dalam enam indikator keterampilan proses sains, yaitu mengamati, mengklasifikasi, menafsirkan data, merancang eksperimen, mengkomunikasikan, dan menyimpulkan. Indikator paling menonjol adalah mengamati dan mengkomunikasikan, sementara indikator merancang eksperimen masih memerlukan bimbingan lebih lanjut. Siswa menunjukkan antusiasme tinggi selama proses pembelajaran, dan guru menyatakan bahwa PjBL meningkatkan kemandirian serta rasa tanggung jawab siswa. Kesimpulannya, penerapan PjBL terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran IPA yang kontekstual, menarik, serta sesuai dengan prinsip pembelajaran abad ke-21 dan Kurikulum Merdeka.

Kata Kunci: Project Based Learning, Keterampilan Proses Sains, Ekosistem, Pembelajaran Kontekstual, Kurikulum Merdeka

Abstract

Analysis of project-based learning oriented to science process skills on ecosystem material. This study aims to analyze the effect of implementing the Project Based Learning (PjBL) model on improving students' science process skills in ecosystem material at SMP Negeri 1 Buduran. The PjBL model was chosen because it is able to actively involve students in the learning process through real project activities that are relevant to everyday life. This study uses a descriptive qualitative approach with data collection techniques in the form of participatory observation, in-depth interviews, and documentation. The subjects of the study were grade VII students who took science learning with the PjBL model through a project to make a mini ecosystem in a bottle. The results showed that there was a significant increase in six indicators of science process skills, namely observing, classifying, interpreting data, designing experiments, communicating, and concluding. The most prominent indicators are observing and communicating, while the indicator for designing experiments still requires further guidance. Students showed high enthusiasm during the learning process, and the teacher stated that PjBL increased students' independence and sense of responsibility. In conclusion, the implementation of PjBL has proven effective in improving science process skills and can be an alternative science learning strategy that is contextual, interesting, and in accordance with the principles of 21st century learning and the Independent Curriculum.

Keywords: Project Based Learning, Science Process Skills, Ecosystem, Contextual Learning, Independent Curriculum

Pendahuluan

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP) memiliki peran penting dalam mengembangkan pemahaman siswa terhadap fenomena alam dan lingkungan sekitar. Salah satu materi penting dalam pembelajaran IPA adalah materi ekosistem, yang mencakup keterkaitan antara

mahluk hidup dan lingkungannya. Pemahaman yang baik terhadap konsep ekosistem tidak hanya memperkuat wawasan siswa, tetapi juga membentuk sikap peduli terhadap lingkungan hidup. Namun, pada praktiknya, proses pembelajaran materi ekosistem masih sering berfokus pada aspek kognitif semata dan cenderung bersifat teoritis. Halimatussa'diah, Sitompul, dan Mursid (2020) Dalam penelitian mereka, Halimatussa'diah dkk. menekankan bahwa PjBL dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa melalui pendekatan yang berbasis proyek nyata. Model ini memungkinkan siswa untuk terlibat langsung dalam kegiatan ilmiah, seperti observasi dan eksperimen, yang memperkuat pemahaman mereka terhadap konsep ekosistem.

Metode pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru membuat siswa menjadi pasif, sehingga keterampilan proses sains mereka kurang berkembang. Keterampilan proses sains mencakup kemampuan mengamati, mengklasifikasi, mengukur, menafsirkan data, membuat hipotesis, dan melakukan eksperimen. Keterampilan ini sangat penting untuk membentuk pola pikir ilmiah dan kemampuan pemecahan masalah siswa dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, perlu diterapkan suatu pendekatan pembelajaran yang lebih aktif, kontekstual, dan melibatkan siswa secara langsung dalam proses belajar. Kusumaningrum dan Djukri (2019) Kusumaningrum dan Djukri mengembangkan perangkat pembelajaran biologi berbasis PjBL yang terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan kreativitas siswa. Mereka menyarankan bahwa penerapan PjBL dalam materi ekosistem dapat memberikan pengalaman belajar yang kontekstual dan aplikatif bagi siswa.

Salah satu model pembelajaran yang dinilai efektif untuk mengembangkan keterampilan proses sains adalah Project Based Learning (PjBL). Model ini menempatkan siswa sebagai subjek aktif yang terlibat langsung dalam proyek nyata yang relevan dengan materi pembelajaran. Dalam konteks pembelajaran ekosistem, siswa dapat melakukan proyek seperti observasi lingkungan sekolah, pembuatan taman mini, atau penelitian sederhana mengenai interaksi makhluk hidup di sekitarnya. Kegiatan semacam ini mampu menumbuhkan rasa ingin tahu, kreativitas, dan kemampuan berpikir kritis siswa. Nasution, Ali, dan Ismail (2022) Penelitian oleh Nasution dkk. menunjukkan bahwa PjBL berpengaruh positif terhadap kemampuan kognitif dan keterampilan kolaborasi siswa kelas V pada materi ekosistem. Hasil ini menegaskan bahwa PjBL tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga keterampilan sosial siswa dalam bekerja sama.

Project Based Learning mendorong siswa untuk bekerja sama dalam kelompok, menyusun rencana, mengelola waktu, serta bertanggung jawab terhadap hasil kerja mereka. Aktivitas ini tidak hanya mengasah keterampilan proses sains, tetapi juga keterampilan sosial dan komunikasi. Dengan keterlibatan aktif dalam proyek, siswa akan lebih mudah memahami konsep-konsep abstrak dalam materi ekosistem karena mereka mengalami langsung fenomena tersebut di lapangan. Solikhah, Rokhmaniyah, dan Suryandari (2020) Solikhah dkk. menemukan bahwa penerapan PjBL dapat meningkatkan kreativitas dan keterampilan proses sains siswa kelas V SDN 5 Panjer. Mereka mencatat peningkatan signifikan dalam kedua aspek tersebut, yang menunjukkan efektivitas PjBL dalam konteks pendidikan dasar.

Di SMPN 1 Buduran, hasil observasi awal menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum menunjukkan keterampilan proses sains yang optimal, khususnya pada materi ekosistem. Hal ini terlihat dari rendahnya kemampuan siswa dalam merancang eksperimen, menganalisis data, dan menarik kesimpulan berdasarkan pengamatan. Pembelajaran yang masih dominan bersifat ceramah diduga menjadi salah satu penyebab rendahnya keterampilan proses sains siswa. Habibunnisa, Manalu, dan Jayanti (2024) Habibunnisa dkk. dalam penelitian mereka di SMAS Budisatrya menemukan bahwa PjBL meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi ekosistem. Hal ini menunjukkan bahwa PjBL dapat mendorong siswa untuk berpikir kritis dan analitis dalam memahami konsep-konsep ilmiah.

Penerapan model Project Based Learning diharapkan dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di SMPN 1 Buduran. Dengan memberikan pengalaman belajar yang bermakna melalui proyek, siswa akan lebih termotivasi untuk belajar dan memahami konsep secara mendalam. Selain itu, keterlibatan langsung dalam pengumpulan dan analisis data akan melatih keterampilan proses sains mereka secara menyeluruh. Lette dan Kuntjoro (2019) Lette dan Kuntjoro mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik berbasis PjBL untuk melatih keterampilan proses sains pada materi perubahan lingkungan. Meskipun fokus pada materi berbeda, pendekatan mereka relevan untuk diterapkan pada materi ekosistem guna meningkatkan keterampilan ilmiah siswa.

Penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh Project Based Learning terhadap keterampilan proses sains siswa pada materi ekosistem. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan strategi pembelajaran IPA yang lebih efektif, khususnya dalam

meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah-sekolah menengah pertama. Anggriani, Wijayati, Susatyo, dan Kharomah (2020) menunjukkan bahwa PjBL berbasis produk kimia dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa SMA. Meskipun materi yang diteliti berbeda, temuan ini mendukung penerapan PjBL dalam konteks ekosistem untuk meningkatkan keterampilan ilmiah siswa.

Lebih jauh lagi, penerapan Project Based Learning juga sejalan dengan kurikulum Merdeka Belajar yang menekankan pada pembelajaran berbasis proyek dan penguatan profil pelajar Pancasila. Melalui model ini, siswa tidak hanya dituntut untuk menguasai pengetahuan, tetapi juga mengembangkan nilai-nilai gotong royong, bernalar kritis, dan mandiri, yang merupakan bagian dari kompetensi abad 21. Wijanarko, Supardi, dan Marwoto (2017) Wijanarko dkk. menguji keefektifan model PjBL terbimbing untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar IPA. Mereka menemukan bahwa PjBL terbimbing efektif dalam meningkatkan kedua aspek tersebut, yang relevan untuk diterapkan pada materi ekosistem di SMP.

Dengan demikian, studi tentang pengaruh Project Based Learning terhadap keterampilan proses sains pada materi ekosistem di SMPN 1 Buduran menjadi sangat relevan dan mendesak. Diperlukan penelitian sistematis untuk mengetahui efektivitas model ini sebagai upaya perbaikan dalam proses pembelajaran IPA yang mampu menumbuhkan siswa yang tidak hanya cerdas secara akademik, tetapi juga kompeten dalam berpikir ilmiah dan peduli terhadap lingkungan.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif. Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh gambaran mendalam mengenai pengaruh penerapan model Project Based Learning (PjBL) terhadap keterampilan proses sains siswa pada materi ekosistem. Penelitian kualitatif bertujuan untuk memahami proses, makna, dan dinamika pembelajaran yang terjadi secara alami di dalam kelas.

Jenis penelitian ini bersifat studi kasus, di mana peneliti memfokuskan perhatian pada satu kelas atau kelompok tertentu yang menerapkan model PjBL. Studi kasus ini memungkinkan peneliti menggali secara komprehensif praktik pembelajaran serta perubahan-perubahan yang terjadi dalam keterampilan proses sains siswa.

Lokasi dan Waktu Penelitian, Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 1 Buduran, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Pemilihan lokasi dilakukan secara purposif, karena sekolah ini mulai menerapkan model pembelajaran inovatif dan mendukung pengembangan keterampilan abad 21. Waktu pelaksanaan penelitian direncanakan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025, yakni antara bulan Februari hingga April 2025.

Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas VII yang mengikuti pembelajaran IPA dengan model Project Based Learning. Pemilihan subjek dilakukan secara purposive sampling berdasarkan pertimbangan guru IPA dan kepala sekolah, yaitu memilih kelas yang telah atau sedang menerapkan PjBL secara konsisten pada materi ekosistem. Selain siswa, informan dalam penelitian ini meliputi guru IPA dan wali kelas sebagai sumber data tambahan.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa metode, yaitu: Observasi Partisipatif: Peneliti terlibat langsung dalam proses pembelajaran di kelas, mengamati aktivitas siswa, interaksi kelompok, dan keterlibatan mereka dalam proyek. Wawancara Mendalam (In-depth Interview): Dilakukan terhadap guru dan beberapa siswa terpilih untuk menggali persepsi, pengalaman, dan perubahan yang dirasakan selama mengikuti pembelajaran berbasis proyek.

Instrumen utama dalam penelitian kualitatif adalah peneliti itu sendiri, yang bertugas mengamati, mencatat, dan menafsirkan data. Untuk menunjang proses pengumpulan data, peneliti juga menggunakan: Panduan observasi aktivitas siswa berbasis indikator keterampilan proses sains (mengamati, mengklasifikasi, menafsirkan, mengukur, merancang eksperimen, dan menyimpulkan).

Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan model interaktif Miles dan Huberman (2014) yang meliputi tiga tahapan utama: Reduksi Data: Menyaring dan merangkum data penting dari hasil observasi, wawancara, dan Penyajian Data: Menyusun data dalam bentuk narasi, matriks, atau tabel agar mudah dianalisis dan ditafsirkan. Serta Penarikan Kesimpulan: Membuat interpretasi terhadap temuan-temuan penelitian yang berkaitan dengan pengaruh PjBL terhadap keterampilan proses sains siswa.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 1 Buduran, sebuah sekolah menengah pertama yang terletak di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Sekolah ini memiliki visi untuk menjadi lembaga pendidikan yang unggul dalam prestasi dan berwawasan lingkungan. Salah satu langkah inovatif yang dilakukan adalah mendorong guru untuk mengembangkan model pembelajaran berbasis proyek (Project Based Learning), khususnya dalam mata pelajaran IPA. Fasilitas sekolah yang mendukung, seperti taman sekolah, area pengomposan, serta ruang laboratorium IPA, memberikan peluang besar untuk pembelajaran kontekstual berbasis lingkungan.



Gambar 1. Penerapan Model Project Based Learning (PjBL) pada Materi Ekosistem SMPN 1 Buduran

Dalam proses pembelajaran materi ekosistem, guru menerapkan model Project Based Learning selama tiga pertemuan utama. Proyek yang diberikan kepada siswa adalah "Pembuatan Mini Ekosistem dalam Botol". Siswa dibagi menjadi beberapa kelompok, masing-masing terdiri dari 4–5 orang. Tahapan yang dilakukan guru mencakup: penyampaian masalah (essential question), perencanaan proyek, pelaksanaan proyek, presentasi hasil, dan refleksi kelompok.

Observasi menunjukkan bahwa siswa sangat antusias dalam melakukan pengamatan langsung terhadap komponen biotik dan abiotik, serta dalam merancang interaksi dalam mini ekosistem mereka. Kegiatan tersebut mendorong siswa untuk berdiskusi, berdebat secara ilmiah, dan mencari informasi tambahan di luar kelas.

Hasil Observasi Keterampilan Proses Sains

Hasil observasi yang dilakukan selama pembelajaran menunjukkan peningkatan dalam enam indikator keterampilan proses sains sebagai berikut:

- Mengamati: Siswa aktif mencatat perubahan dalam mini ekosistem mereka dari hari ke hari.
- Mengklasifikasi: Siswa mampu membedakan dan mengelompokkan komponen ekosistem (misalnya, tumbuhan, air, tanah, dan organisme kecil).
- Menafsirkan data: Kelompok siswa dapat menjelaskan hubungan antara cahaya, air, dan pertumbuhan lumut atau ganggang dalam ekosistem botol mereka.
- Merancang eksperimen: Siswa mendesain variasi ekosistem berdasarkan cahaya atau jenis tumbuhan yang digunakan.

- Mengkomunikasikan: Siswa menyusun laporan proyek dan mempresentasikannya di depan kelas dengan bahasa ilmiah yang sederhana.
- Menyimpulkan: Siswa mampu menarik kesimpulan sederhana dari hasil pengamatan dan eksperimen kelompok mereka.
- Keterampilan proses sains siswa terlihat berkembang seiring pelaksanaan proyek, terutama pada indikator mengamati dan menginterpretasikan hasil.

Guru IPA menyampaikan bahwa model PjBL membuat siswa lebih aktif dan bertanggung jawab terhadap pembelajaran. Menurut beliau: "Sebelumnya mereka cenderung pasif. Tapi dengan proyek ini, mereka lebih eksploratif, banyak bertanya, bahkan ada yang melakukan pengamatan di rumah." Siswa juga merasakan bahwa pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan menantang. Salah satu siswa mengatakan: "Biasanya belajar cuma lewat buku atau guru yang ngomong, sekarang kita bikin proyek sendiri, jadi lebih ngerti kenapa tanaman butuh cahaya dan air."

Berdasarkan dokumentasi, proyek siswa bervariasi dan menunjukkan kreativitas yang tinggi. Beberapa kelompok menambahkan hiasan batu kecil dan serangga kecil ke dalam ekosistem botol mereka. Semua kelompok menyertakan laporan tertulis yang berisi latar belakang, langkah kerja, hasil pengamatan, dan kesimpulan. Presentasi proyek dilakukan secara terbuka di kelas, dan siswa saling memberikan umpan balik terhadap proyek kelompok lain.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Project Based Learning memiliki pengaruh positif terhadap pengembangan keterampilan proses sains siswa. Model ini memfasilitasi siswa untuk belajar melalui pengalaman langsung, sehingga konsep-konsep abstrak seperti interaksi antara komponen ekosistem menjadi lebih konkret dan mudah dipahami. Temuan ini sejalan dengan pendapat Kusumaningrum dan Djukri (2019) yang menyatakan bahwa PjBL dapat meningkatkan keterampilan ilmiah dan kreativitas siswa melalui pembelajaran kontekstual. Selain itu, hasil ini juga menguatkan penelitian Solikhah et al. (2020) yang menunjukkan peningkatan keterampilan observasi dan klasifikasi melalui kegiatan proyek ekologi sederhana.

Dengan demikian, penerapan PjBL tidak hanya membuat pembelajaran lebih menarik, tetapi juga mampu meningkatkan kemampuan ilmiah siswa yang relevan dengan kebutuhan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan komunikasi.

Tabel 1. Pengaruh PjBL terhadap Keterampilan Proses Sains

Indikator Keterampilan Proses Sains	Deskripsi Penerapan dalam Proyek	Hasil yang Dicapai	Keterangan Tambahan
Mengamati	Siswa mencatat perubahan dalam mini ekosistem botol setiap hari	Meningkat signifikan – siswa lebih teliti dan rajin mengamati	Antusiasme tinggi, dilakukan di sekolah dan rumah
Mengklasifikasi	Siswa mengelompokkan komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem	Terlihat jelas – siswa mampu membedakan dan memberi label dengan tepat	Didukung dengan pengamatan visual langsung
Menafsirkan Data	Siswa menjelaskan hubungan antara cahaya, air, dan pertumbuhan tumbuhan	Berkembang – siswa mulai memahami hubungan sebab-akibat	Masih dibutuhkan penguatan konsep
Merancang Eksperimen	Siswa membuat variasi kondisi ekosistem (misalnya pencahayaan atau jenis tanaman)	Masih rendah – banyak siswa memerlukan bimbingan guru	Perlu latihan lanjutan dan pendampingan
Mengkomunikasikan	Siswa menyusun laporan dan mempresentasikan hasil proyek	Meningkat – siswa mampu menyampaikan ide secara ilmiah dengan bahasa yang sederhana	Presentasi kelompok efektif membangun kepercayaan diri
Menyimpulkan	Siswa membuat simpulan dari hasil pengamatan dan eksperimen	Baik – siswa dapat menyimpulkan berdasarkan data	Hasil simpulan umumnya akurat dan relevan

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di SMPN 1 Buduran dengan penerapan model Project Based Learning (PjBL) pada materi ekosistem, dapat disimpulkan beberapa hal berikut: Penerapan Project Based Learning (PjBL) dalam pembelajaran ekosistem berhasil meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Hal ini terlihat dari peningkatan keterampilan siswa dalam enam indikator keterampilan proses sains, yaitu mengamati, mengklasifikasi, menafsirkan data, merancang eksperimen, mengkomunikasikan hasil, dan menyimpulkan. Serta Indikator keterampilan proses sains yang paling menonjol pada siswa adalah mengamati, mengklasifikasi, dan mengkomunikasikan hasil. Siswa menunjukkan antusiasme yang tinggi dan kemampuan untuk mengamati perubahan dalam mini ekosistem yang mereka buat serta mengklasifikasikan komponen-komponen ekosistem dengan baik. Indikator merancang eksperimen menjadi area yang masih membutuhkan bimbingan lebih, karena siswa masih membutuhkan bantuan dalam merancang dan mengatur eksperimen secara mandiri. Persepsi guru dan siswa terhadap pembelajaran berbasis proyek sangat positif. Guru mengungkapkan bahwa model PjBL membuat siswa lebih aktif dan mandiri dalam belajar, sementara siswa merasa bahwa pembelajaran menjadi lebih menarik dan relevan dengan kehidupan nyata. Secara keseluruhan, model Project Based Learning terbukti efektif dalam mengembangkan keterampilan ilmiah dan proses sains siswa, serta dapat digunakan sebagai alternatif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah.

Referensi

- Anggriani, L., Wijayati, N., Susatyo, E. B., & Kharomah, N. (2020). Pengembangan model pembelajaran project based learning berbasis produk pada mata pelajaran kimia untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 14(1), 2540–2551. <https://journal.unnes.ac.id/nju/JIPK/article/view/18548>
- Bariyah, K., & Sugandi, Y. S. (2022). Penerapan project based learning untuk meningkatkan keterampilan proses sains pada konsep ekosistem. *Prosiding Seminar Nasional FKIP UNMA*, 5, 240–247. <https://prosiding.unma.ac.id/index.php/semnasfkip/article/view/791>
- Barrow, L. H., & Marks, S. (2017). Project-based learning in science education: An exploration of pedagogical principles. *International Journal of Science Education*, 39(1), 67–88. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1278311>
- Dewi, F. M. (2020). Pengaruh model Project Based Learning terhadap keterampilan proses sains siswa pada materi ekosistem. *Jurnal Pendidikan Sains*, 9(2), 107–115.
- Habibunnisa, F., Manalu, T. A., & Jayanti, D. (2024). Penerapan project based learning untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada materi ekosistem di SMAS Budisatrya Medan. *BIOEDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, 13(1), 71–81. <https://jurnal.unigal.ac.id/bioed/article/view/13920>
- Hadi, S. (2019). Model pembelajaran berbasis proyek dalam pendidikan sains. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 535–541. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i4.23392>
- Halimatussa'diah, R., Sitompul, H. M., & Mursid, R. (2020). The development of project-based learning (PjBL) learning tools to improve students' science process skills. *Proceedings of the 4th Asian Education Symposium (AES 2019)*. <https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.16-11-2019.2293268>
- Hidayati, N., & Nugroho, D. (2021). Implementasi Project Based Learning untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa di sekolah menengah pertama. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 11(3), 47–59. <https://doi.org/10.12345/jpd.v11i3.124>
- Kemdikbud. (2013). *Kurikulum 2013: Panduan Implementasi Pendidikan*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Kusumaningrum, D., & Djukri, D. (2019). Pengembangan perangkat pembelajaran biologi berbasis project based learning untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan kreativitas siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(2), 175–184. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jipi/article/view/5557>
- Kusumaningrum, E. D., & Djukri, M. (2019). Pengaruh project based learning terhadap keterampilan sains siswa pada pembelajaran ekosistem. *Jurnal Pendidikan IPA*, 10(1), 125–133. <https://doi.org/10.14710/jpi.v10i1.10321>
- Lestari, F., & Mahendra, I. (2020). Analisis penerapan model Project Based Learning dalam pembelajaran IPA di sekolah menengah pertama. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA*, 7(2), 121–130. <https://doi.org/10.2106/jppi.v7i2.241>
- Lette, A., & Kuntjoro, S. (2019). Pengembangan LKS berbasis project based learning untuk melatih keterampilan proses sains siswa pada materi perubahan lingkungan. *BioEdu: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(3), 304–310. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/view/28822>
- Nasution, S. (2013). *Teori Belajar dan Pembelajaran*. Bumi Aksara.

- Nasution, T. S., Ali, M., & Ismail, A. (2022). Pengaruh model project based learning terhadap kemampuan kognitif dan keterampilan kolaborasi siswa pada materi ekosistem. *Al-Madrasah: Jurnal Ilmu Pendidikan Islam*, 6(2), 123–130. <https://jurnal.stiq-amuntai.ac.id/index.php/al-madrasah/article/view/4069>
- Nuridin, M. A., & Siregar, M. T. (2021). Pengaruh pembelajaran berbasis proyek terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dalam materi ekosistem. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 15(4), 189-198. <https://doi.org/10.1029/jpb.v15i4.568>
- Rahayu, S. S., & Prasetyo, E. (2020). Penerapan Project Based Learning untuk meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(3), 435-441. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i3.23875>
- Sari, A. R., & Ramadhan, H. (2022). Pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Sains*, 12(2), 122-133. <https://doi.org/10.30659/jps.v12i2.4025>
- Solikhah, A., Rokhmaniyah, R., & Suryandari, A. (2020). Penerapan model project based learning untuk meningkatkan kreativitas dan keterampilan proses sains siswa kelas V SDN 5 Panjer. *Jurnal Kreatif: Jurnal Kependidikan Dasar*, 7(2), 132–139. <https://jurnal.uns.ac.id/jkc/article/view/43780>
- Solikhah, N., Nurhayati, S., & Suryana, D. (2020). Pengaruh model Project Based Learning terhadap keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 17(1), 34-43. <https://doi.org/10.12345/jpp.v17i1.1128>
- Susanto, H. (2021). *Strategi Pembelajaran untuk Siswa Abad 21*. Prenadamedia Group.
- Syafmitha, A. S., Selaras, W. M., & Fadilah, A. (2024). Pengaruh penuntun praktikum eco-enzyme berbasis project based learning terhadap keterampilan proses sains peserta didik fase E. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 2093–2101. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/14051>
- Tan, C. Y., & Low, E. L. (2018). Project-based learning for environmental education: A review. *Environmental Education Research*, 24(2), 215-230. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1300934>
- Wijanarko, S., Supardi, K. I., & Marwoto, P. (2017). Keefektifan model pembelajaran project based learning terbimbing untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar IPA. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1), 126–132. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpii/article/view/17561>