

Pengaruh Model Pembelajaran *Predict Observe Explain* (POE) dengan Bantuan Buku Petunjuk Praktikum terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa

Galuh Narulita Al-May^{1*}, Sukarmin², Budi Utami³

^{1,2,3}Sebelas Maret University, Indonesia

¹ galuhna@student.uns.ac.id , ² sukarmin67@staff.uns.ac.id , ³ budiutami@staff.uns.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received 11 August 2025

Revised 13 December 2025

Accepted 14 January 2026

Available online 28 February 2026

Keywords:

predict observe explain (POE); keterampilan proses sains; petunjuk praktikum



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license. Copyright © 2026 by Author. Published by Universitas Sebelas Maret.

buku petunjuk praktikum memperoleh nilai persentase 99% sangat baik pada aktivitas guru dan 97% sangat baik pada aktivitas siswa. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran POE dengan bantuan buku petunjuk praktikum memiliki perbedaan pengaruh terhadap keterampilan proses sains siswa.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Menganalisis pengaruh model pembelajaran POE dengan bantuan buku petunjuk praktikum terhadap keterampilan proses sains siswa; 2) Mengetahui keterlaksanaan proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran POE dengan bantuan buku petunjuk praktikum terhadap keterampilan proses sains siswa. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif menggunakan metode *quasi experiment* dengan desain *pretest posttest non-equivalent control group design*. Teknik pengambilan sampel menggunakan *cluster random sampling* sehingga diperoleh kelas VIII D sebagai kelas eksperimen dan kelas VIII A sebagai kelas kontrol. Teknik pengumpulan data menggunakan tes keterampilan proses sains berupa soal uraian yang hasilnya diuji menggunakan uji *independent sample t-test* dan lembar observasi untuk mengetahui keterlaksanaan proses pembelajaran. Hasil penelitian yaitu: 1) Terdapat perbedaan pengaruh model pembelajaran POE dengan bantuan buku petunjuk praktikum terhadap keterampilan proses sains dengan nilai Sig. (0,001 < 0,05); 2) Keterlaksanaan proses pembelajaran menggunakan model pembelajaran POE dengan bantuan

ABSTRACT

This study aims to: 1) Analyze the effect of the POE learning model with the help of a practical guidebook on students' science process skills; 2) Determine the implementation of the learning process using the POE learning model with the help of a practical guidebook on students' science process skills. This study is a quantitative study using a quasi-experimental method with a pretest-posttest non-equivalent control group design. The sampling technique used cluster random sampling, resulting in class VIII D as the experimental class and class VIII A as the control class. The data collection technique used a science process skills test in the form of essay questions, the results of which were tested using an independent sample t-test, and an observation sheet to determine the implementation of the learning process. The results of the study are as follows: 1) There is a significant difference in the effect of the POE learning model with the assistance of a laboratory manual on science process skills, with a Sig. value of (0.001 < 0.05); 2) The implementation of the learning process using the POE learning model with the assistance of a laboratory manual achieved a percentage score of 99% for teacher activities and 97% for student activities. Thus, it can be concluded that the POE learning model with the assistance of a practical guidebook has a significant effect on students' science process skills.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan adalah salah satu elemen penting yang berperan dalam kemajuan suatu bangsa serta peningkatan kualitas sumber daya manusia. Pendidikan dikatakan bermutu atau berkualitas jika proses pembelajaran berlangsung secara efektif (Akib et al., 2020). Pembelajaran abad ke-21 ditandai dengan adanya pergeseran paradigma, di mana peran guru yang sebelumnya menjadi pusat penyampaian informasi berubah menjadi fasilitator yang mendorong proses belajar berpusat pada siswa (Mardhiyah, 2021). Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) diharapkan dapat menjadi media untuk siswa dalam memahami dirinya dan lingkungan di sekitarnya, sekaligus menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari (Fahmi et al., 2021). Oleh karena itu, pembelajaran harus

berfokus melalui pengalaman secara langsung yang bertujuan menumbuhkan keterampilan siswa supaya mampu mengeksplorasi serta memahami lingkungan secara ilmiah sesuai dengan hakikat sains (Pratama & Widodo, 2023). Salah satu keterampilan penting yang diperlukan untuk mendukung pengembangan potensi siswa adalah keterampilan proses sains (Ginting et al., 2024).

Keterampilan proses sains didefinisikan sebagai kemampuan untuk memahami setiap fenomena yang terjadi. Kemampuan ini penting untuk mendapatkan, menumbuhkan dan menerapkan konsep, prinsip, dan aturan sains (Rustaman, 2005). *Science - A Process Approach* (SAPA) mengelompokkan keterampilan proses menjadi dua jenis yakni dasar dan terpadu. Keterampilan proses dasar (lebih sederhana) menjadikan dasar guna mempelajari keterampilan terpadu (lebih kompleks) (Utami et al., 2017). Keterampilan dasar yang didefinisikan oleh *The American Association for the Advancement of Science* (AAAS) (1993) mencakup mengamati, mengukur, mengklasifikasikan, menyimpulkan, penggunaan angka, memprediksi, komunikasi, dan mempertanyakan, sedangkan keterampilan proses terpadu mencakup mengidentifikasi dan mengendalikan variabel, mendefinisikan variabel secara operasional, merumuskan hipotesis, bereksperimen, menafsirkan data, dan pemodelan (Gizaw & Sota, 2023).

Survei *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS), yang menilai kemampuan inkuiri ilmiah, mengungkapkan skor rata-rata prestasi sains siswa Indonesia tahun 2015 Indonesia di urutan 45 dari 48 dengan skor Indonesia pada bidang sains adalah 397 sedangkan rata-rata skornya adalah 500 (Pusmendik, 2022). Rendahnya keterampilan proses sains ini juga didukung oleh penelitian Yunita & Nurita (2021) di SMP Negeri 58 Surabaya diperoleh hasil persentase keterampilan proses sains siswa secara keseluruhan tergolong rendah dengan rata-rata 39,44% serta penelitian Santiawati et al. (2022) menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa SMP Negeri 2 Burneh termasuk dalam kategori rendah dengan rata-rata 39,7%. Rendahnya keterampilan proses sains ini disebabkan proses pembelajaran yang terjadi menampilkan siswa pasif, hanya mencermati uraian guru, lebih banyak diam dan mencatat, sedikit menyampaikan pertanyaan dan komentar, dan tidak sering dalam merancang serta melakukan percobaan secara mandiri. Siswa tidak sering diikutsertakan dalam aktivitas merancang percobaan. Aktivitas praktikum yang dilakukan hanya berpedoman pada petunjuk yang diberikan guru. Sedikitnya tingkatan keterlibatan siswa dalam pendidikan menyebabkan keterampilan proses sains siswa kurang terlatih. Pendidikan IPA yang seharusnya lebih menekankan pada keahlian proses sains dan sikap ilmiah (Dani et al., 2024).

Berdasarkan observasi dan wawancara yang telah dilakukan di SMP Negeri 24 Surakarta pada Rabu tanggal 10 September tahun 2024 diperoleh hasil keterampilan proses sains siswa SMP Negeri 24 Surakarta masih tergolong rendah karena keterampilan proses sains siswa masih jauh dari harapan pemerintah. Di sekolah, pembelajaran IPA masih dilakukan dengan cara konvensional, di mana fokus utama adalah pada guru dan siswa hanya berperan sebagai pendengar pasif. Kondisi ini berkontribusi pada rendahnya prestasi belajar IPA jika dibandingkan dengan mata pelajaran lainnya. Dalam proses pembelajaran, guru lebih fokus pada pemahaman konsep melalui pemberian tugas dan latihan soal. Sementara itu, kegiatan praktikum yang dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa jarang dilakukan, sehingga keterampilan ilmiah siswa tidak berkembang dengan baik. Akibatnya, materi IPA yang cenderung abstrak membuat siswa kesulitan dalam memahami konsep-konsep konkret. Hal ini berdampak pada kesulitan siswa dalam mengaplikasikan konsep IPA dalam aktivitas sehari-hari.

Untuk mengatasi rendahnya keterampilan proses sains, mampu diatasi dengan menerapkan model pembelajaran yang tepat. White & Gunstone (1992) menyatakan model pembelajaran *Predict Observe Explain* (POE) mencakup tiga sintaks kegiatan yakni, memprediksi, mengamati, dan menjelaskan. Sesuai dengan teori belajar konstruktivisme, model ini berfokus pada siswa membangun pengetahuan awal mereka sendiri dengan bantuan guru untuk belajar hal baru pada akhirnya, siswa akan mampu mengkonstruksi pengetahuan baru berdasarkan hasil pembelajaran mereka. Teori pembelajaran yang mendasari model pembelajaran POE berpendapat bahwa pembentukan struktur kognitif seseorang dapat diperbaiki dengan melibatkan aktivitas membuat prediksi, melakukan observasi, dan menjelaskan hasil pengamatan tertentu (Warsono, 2012). Model pembelajaran POE memfasilitasi siswa untuk belajar secara konkret, siswa tidak sekedar menyimak penjelasan tetapi juga turut mengamati langsung jalannya eksperimen sehingga dapat membangun pemahaman yang akurat dan mendalam terhadap materi yang dipelajari (Indrawati & Setiawan, 2009). Model pembelajaran POE membuat siswa terlibat aktif mencari informasi secara mandiri, serta terciptanya interaktif positif baik antar siswa maupun antara siswa dan guru (Rikmasari et al., 2022).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rosnaeni et al. (2018) ditemukan bahwa terdapat perbedaan hasil tes keterampilan proses sains antara model pembelajaran POE dengan model pembelajaran *Discovery Learning*. Penelitian Rabany & Nofiana (2023) mengungkapkan bahwa model pembelajaran POE mampu meningkatkan keterampilan proses sains dan dapat dijadikan alternatif pada pembelajaran IPA untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Selain itu penelitian Mardiah et al. (2025) menyatakan bahwa model pembelajaran POE dapat memberikan pengaruh positif terhadap keterampilan proses sains siswa karena siswa belajar mengamati fenomena dengan cermat yang penting dalam sains.

Untuk mendukung pelaksanaan pengamatan, diperlukan panduan praktikum agar kegiatan pembelajaran dapat berlangsung secara terarah dan mengikuti tahapan prosedural yang telah ditetapkan. Hal ini penting karena kesiapan siswa menjadi faktor utama dalam mencapai tujuan praktikum. Panduan praktikum menjadi salah satu elemen kunci dalam keberhasilan pelaksanaan praktikum, karena di dalamnya tercantum petunjuk dan langkah-langkah yang perlu dilakukan (Setiawati, 2017). Dalam penelitian ini, penggunaan panduan praktikum berbentuk Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) bertujuan untuk mendukung penerapan model pembelajaran POE, di mana salah satu sintaksnya mengharuskan siswa melakukan pengamatan langsung. Oleh karena itu, panduan praktikum ini sangat direkomendasikan.

Berdasarkan permasalahan diatas, penelitian ini bertujuan untuk: 1) Menganalisis pengaruh model pembelajaran POE dengan bantuan buku petunjuk praktikum terhadap keterampilan proses sains siswa; 2) Mengetahui keterlaksanaan proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran POE dengan bantuan buku petunjuk praktikum terhadap keterampilan proses sains siswa.

2. METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan metode *quasi eksperiment* menggunakan desain penelitian *pretest posttest non-equivalent control group design*. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh kelas VIII SMP Negeri 24 Surakarta tahun ajaran 2024/2025. Adapun sampel diambil dengan *teknik cluster random sampling*. Dari seluruh populasi, sebanyak dua kelas terpilih sebagai sampel secara random, yakni kelas VIII D sebagai kelas eksperimen dan VIII A sebagai kelas kontrol. Uji normalitas dilakukan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dan uji homogenitas dilakukan dengan uji Levene's pada taraf signifikansi 5%. Kemudian dilakukan uji kesamaan terhadap kedua sampel untuk mengetahui setara atau tidaknya nilai soal esai berindikator keterampilan proses sains menggunakan uji *Independent Sample t-test*.

Instrumen pembelajaran berupa modul ajar dan LKPD yang divalidasi menggunakan uji validitas isi oleh dua validator menggunakan uji *Gregory*. Instrumen penilaian berupa tes soal esai yang mencakup 10 indikator keterampilan proses sains mengacu pada Rustaman (2005). Dilakukan beberapa uji validitas terlebih dahulu terhadap instrumen penilaian yang berupa tes soal esai yang mencakup 10 indikator keterampilan proses sains (Rustaman, 2005) meliputi uji validitas isi menggunakan uji *Gregory*, uji validitas konstruk menggunakan uji korelasi *Product Moment Person* pada taraf signifikansi 5%, uji reliabilitas menggunakan uji *Cronbach Alpha*, taraf kesukaran, dan daya pembeda. Pengujian taraf kesukaran digunakan untuk menunjukkan soal termasuk dalam tingkat mudah, sedang, atau sukar. Sedangkan daya pembeda digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu soal untuk membedakan kepandaian antar siswa (Arifin, 2012). Selain itu, lembar observasi juga digunakan untuk mengetahui keterlaksanaan proses pembelajaran di kedua kelas penelitian.

Setelah itu data penelitian dianalisis menggunakan uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* dan uji homogenitas *Levene's* pada taraf signifikansi 5% dengan kriteria pengujian jika nilai Sig. > 0,05 maka dikatakan data berdistribusi normal dan bervarian homogen, serta uji hipotesis dengan menggunakan uji *Independent Sample t-test* pada taraf signifikansi 5% dengan kriteria pengujian jika nilai Sig. < 0,05 maka dikatakan terdapat pengaruh atau H_0 ditolak dan H_1 diterima. Selanjutnya dilakukan uji *effect size* untuk mengetahui seberapa besar pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain pada penelitian menggunakan persamaan *Cohen's*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

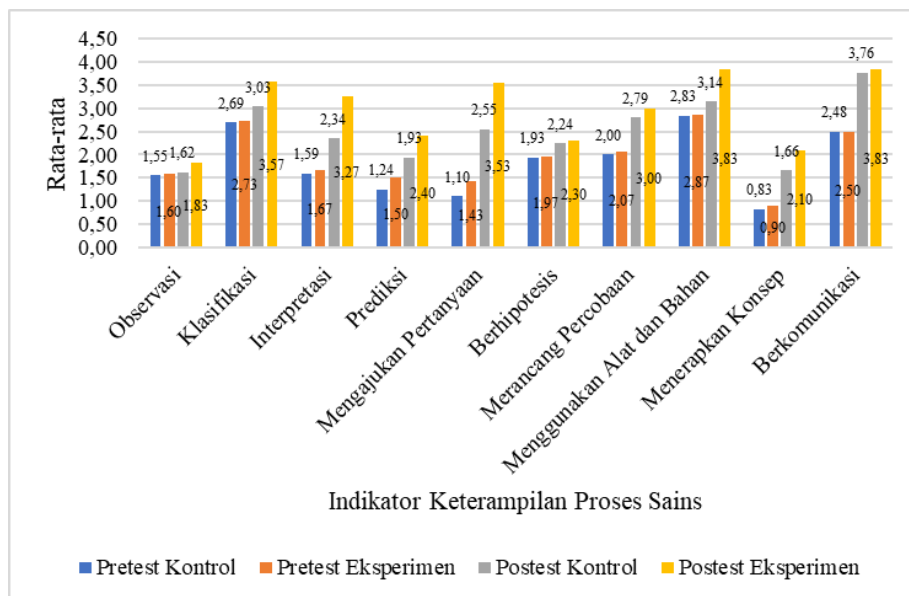
3.1. Hasil

Sumber data keterampilan proses sains diperoleh dari hasil soal uraian yang mencakup 10 indikator keterampilan proses sains yang digunakan untuk melihat perubahan hasil keterampilan proses sains sebelum (pretest) dan setelah (posttest) diterapkannya model pembelajaran. Data nilai pretest dan posttest keterampilan proses sains siswa pada kelas eksperimen dan kontrol dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data nilai pretest dan posttest keterampilan proses sains siswa

Deskripsi Statistik	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
Jumlah	30	30	29	29
Minimum	30	44	30	34
Maksimum	44	74	44	70
Rata-rata	38,47	59,33	36,48	50,14
Standar Deviasi	3,776	9,415	4,023	8,175

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa kelas eksperimen memiliki rata-rata nilai pretest dan posttest lebih tinggi dari kelas kontrol. Adapun analisis indikator keterampilan proses sains dilihat melalui jawaban tes setelah pembelajaran. Identifikasi nilai tiap indikator keterampilan proses sains dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Analisis indikator keterampilan proses sains kelas eksperimen dan kontrol

Nilai pretest digunakan sebagai data keadaan siswa sebelum diterapkannya model pembelajaran. Sugiyono (2019) mengungkapkan bahwa terlebih dahulu perlu dilakukan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji hipotesis terhadap nilai pretest siswa. Adapun hasil analisis data pretest yang diperoleh, yakni uji normalitas dengan nilai nilai Sig. 0,200 pada kedua kelas penelitian sehingga dinyatakan data berdistribusi normal, kemudian uji homogenitas dengan nilai Sig. 0,661 sehingga dinyatakan data bervariasi homogen, serta uji kesamaan rerata dengan nilai Sig. 0,056 sehingga dinyatakan tidak ada perbedaan awal siswa kelas eksperimen dan kontrol sebelum dilakukan perlakuan.

Nilai postest digunakan untuk menguji pengaruh dari perlakuan, yaitu model pembelajaran pada keterampilan proses sains yang kemudian dilakukan uji normalitas, homogenitas, dan uji hipotesis. Hasil analisis data postest menunjukkan bahwa uji normalitas memperoleh nilai Sig. 0,074 pada kelas eksperimen dan Sig. 0,073 pada kelas kontrol sehingga dinyatakan data berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas dengan perolehan nilai Sig. 0,252 sehingga dinyatakan data bervariasi homogen. Uji hipotesis digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh. Adapun hasil uji hipotesis *Independent Sample t-test* pada taraf signifikansi 5%, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji hipotesis

Uji Hipotesis	Sig.	Kesimpulan
Keterampilan Proses Sains	< 0,001	H_0 ditolak, H_1 ditolak

Berdasarkan tabel 2, nilai Sig. menunjukkan < 0,05 sehingga dinyatakan H_0 ditolak dan H_1 diterima. Maka dapat disimpulkan terdapat pengaruh model pembelajaran *Predict Observe Explain* (POE) terhadap keterampilan proses sains.

Setelah dilakukan uji hipotesis dilakukan uji *effect size* untuk mengetahui besar pengaruh model pembelajaran POE terhadap keterampilan proses sains menggunakan persamaan *Cohen's*. Hasil uji *effect size* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji effect size

Nilai	Effect Size	Persentase	Kesimpulan
Keterampilan Proses Sains	0,51	51%	Sedang

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh hasil *effect size* sebesar 0,51 menunjukkan persentase 51% dengan kategori sedang. Hasil tersebut dapat diartikan bawah model pembelajaran POE memiliki pengaruh sedang terhadap keterampilan proses sains siswa.

Sumber data keterlaksanaan proses pembelajaran diperoleh dari hasil lembar observasi yaitu lembar observasi guru dan lembar observasi siswa selama dua pertemuan pembelajaran dengan setiap pertemuan terdiri dari tiga kegiatan yaitu pendahuluan, inti, dan penutup. Hasil analisis aktivitas guru dan siswa selama pembelajaran pada kelas eksperimen dan kontrol disajikan pada Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7.

Tabel 4. Hasil analisis aktivitas guru kelas eksperimen

Kegiatan	Rata-rata Persentase Keterlaksanaan	
	Pertemuan 1	Pertemuan 2
Pendahuluan	100%	100%
Sintaks 1 <i>Predict</i>	93%	100%
Sintaks 2 <i>Observe</i>	100%	100%
Sintaks 3 <i>Explain</i>	100%	100%
Penutup	100%	100%
Rata-rata perpertemuan	98%	100%
Kategori	Sangat baik	Sangat baik
Rata-rata keseluruhan	99%	
Kategori	Sangat baik	

Tabel 5. Hasil analisis aktivitas guru kelas kontrol

Kegiatan	Rata-rata Persentase Keterlaksanaan	
	Pertemuan 1	Pertemuan 2
Pendahuluan	100%	100%
Sintaks 1 <i>Stimulation</i>	91%	91%
Sintaks 2 <i>Problem Statement</i>	100%	100%
Sintaks 3 <i>Data Collection</i>	100%	100%
Sintaks 4 <i>Data Processing</i>	87%	100%
Sintaks 5 <i>Verification</i>	100%	100%
Sintaks 6 <i>Generalization</i>	100%	100%
Penutup	95%	100%
Rata-rata perpertemuan	96%	98%
Kategori	Sangat baik	Sangat baik
Rata-rata keseluruhan	97%	
Kategori	Sangat baik	

Tabel 6. Hasil analisis aktivitas siswa kelas eksperimen

Kegiatan	Rata-rata Persentase Keterlaksanaan	
	Pertemuan 1	Pertemuan 2
Pendahuluan	96%	100%
Sintaks 1 <i>Predict</i>	93%	100%
Sintaks 2 <i>Observe</i>	100%	100%
Sintaks 3 <i>Explain</i>	91%	91%
Penutup	100%	100%
Rata-rata perpertemuan	96%	98%
Kategori	Sangat baik	Sangat baik
Rata-rata keseluruhan	97%	
Kategori	Sangat baik	

Tabel 7. Hasil analisis aktivitas siswa kelas kontrol

Kegiatan	Rata-rata Persentase Keterlaksanaan	
	Pertemuan 1	Pertemuan 2
Pendahuluan	96%	100%
Sintaks 1 <i>Stimulation</i>	91%	91%
Sintaks 2 <i>Problem Statement</i>	100%	100%
Sintaks 3 <i>Data Collection</i>	87%	100%
Sintaks 4	100%	100%

<i>Data Processing</i>		
Sintaks 5	87%	100%
<i>Verification</i>		
Sintaks 6	75%	87%
<i>Generalization</i>		
Penutup	96%	96%
Rata-rata perpertemuan	91%	96%
Kategori	Sangat baik	Sangat baik
Rata-rata keseluruhan	93%	
Kategori	Sangat baik	

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5, terlihat bahwa hasil persentase keterlaksanaan aktivitas guru selama pembelajaran sama-sama mengalami peningkatan, baik di kelas eksperimen maupun kontrol. Pada kelas eksperimen menunjukkan rata-rata keseluruhan sebesar 99% dan pada kelas kontrol menunjukkan rata-rata keseluruhan sebesar 97% yang mana keduanya berada dalam kategori sangat baik.

Selanjutnya, Tabel 6 dan Tabel 7 diperoleh hasil persentase keterlaksanaan aktivitas siswa selama pembelajaran sama-sama mengalami peningkatan, baik di kelas eksperimen maupun kontrol. Pada kelas eksperimen menunjukkan rata-rata keseluruhan sebesar 97% dengan kategori sangat baik dan pada kelas kontrol menunjukkan rata-rata keseluruhan sebesar 93% dengan kategori sangat baik.

3.2. Pembahasan

3.2.1 Pengaruh Model Pembelajaran *Predict Observe Explain* (POE) dengan Bantuan Buku Petunjuk Praktikum terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa

Berdasarkan hasil uji hipotesis menggunakan uji *Independent Sample t-test* menunjukkan nilai Sig. 0,001 < 0,05, yang berarti terdapat perubahan yang signifikan pada nilai posttest keterampilan proses sains siswa. Kenaikan nilai yang signifikan pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa model pembelajaran POE mampu mendorong siswa lebih berpikir ilmiah dan aktif selama proses pembelajaran. Pembelajaran POE berbasis masalah merujuk pada pembelajaran yang menitikberatkan pada berbagai kegiatan proses penyelesaian masalah nyata melalui pendekatan ilmiah (Marcelina et al., 2022).

Tahap prediksi, siswa dilatih untuk mengaitkan pengetahuan awal mereka dengan permasalahan yang akan diselesaikan. Karena siswa diminta memakai daya nalar serta pengetahuan mereka guna membuat ramalan dan memahami konsep yang sudah dipelajari di kelas, siswa harus didorong untuk berpikir kritis dan logis untuk menjadi lebih aktif (FatimatuZohrah et al., 2020). Tahap ini penting karena membentuk dasar pemikiran ilmiah dan meningkatkan kemampuan prediktif yang membuat siswa terlatih untuk mengembangkan keterampilan berpikirnya dengan menyusun prediksi disertai alasannya (Lela & Jayanti, 2023).

Tahap observasi memberikan pengalaman konkret melalui eksperimen langsung terhadap fenomena ilmiah, yang memungkinkan siswa melihat hubungan sebab-akibat secara nyata yang mendukung pemahaman konkret terhadap konsep abstrak. Pada tahap ini siswa mengkaji prediksi dengan hasil observasi dan menjelaskan ketidaksesuaian yang terjadi, yang memperkuat keterampilan analisis dan interpretasi data, sehingga membuat siswa percaya diri terhadap konsep yang dibuatnya (Azhari et al., 2023). Jika hasil observasi sesuai dengan prediksi, siswa akan percaya pada konsep tersebut. Jika prediksi mereka tidak tepat, mereka memiliki kesempatan untuk menelusuri penyebab kesalahan dan mengubah konsep mereka ke konsep yang lebih tepat (Prabawati et al., 2020).

Kemudian pada tahap *explain*, siswa menyelesaikan pertanyaan pada LKPD dan melakukan diskusi kelompok guna mencocokkan prediksi sebelumnya dengan hasil observasi yang didapat dari kegiatan eksperimen. Siswa didorong terlibat aktif mencari informasi untuk memecahkan permasalahan yang diberikan. Kegiatan ini bermanfaat karena mendukung siswa dalam meningkatkan kemampuan bernalarnya guna mengubah pengetahuan awal mereka menjadi pengetahuan baru dan mengajarkan mereka untuk berkomunikasi dengan siswa lain atau guru, yang menghasilkan diskusi yang baik antara siswa dan guru (Lela & Jayanti, 2023).

Indikator observasi mengalami kenaikan 0,23. hal ini terjadi karena siswa belum sepenuhnya memanfaatkan semua panca indra karena indikator pengamatan adalah keterampilan ilmiah dasar, dan memungkinkan siswa memanfaatkan semua panca indranya untuk mengamati (mendengar, merasa, mencium, melihat, dan mengecap). Keterampilan ini harus dikuasai siswa karena dapat membantu meningkatkan keterampilan lain. Keterampilan observasi dapat mengembangkan keterampilan lain seperti keterampilan komunikasi, prediksi, dan menarik kesimpulan (Darmaji, 2019). Menurut Astalini et al. (2022) karena siswa mengamati secara langsung peristiwa yang berlangsung di lingkungan mereka, aktivitas mengamati dapat menjadi lebih efektif dalam memberikan pembelajaran.

Indikator klasifikasi mengalami kenaikan 0,83. Siswa mulai mampu mengelompokkan objek atau informasi berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan kegiatan eksperimen. Kemampuan ini sangat penting karena

merupakan dasar dari analisis ilmiah dan sintesis informasi (Yunita & Nurita, 2021). Tujuannya untuk mempermudah diidentifikasi, dijelaskan, diatur, ditemukan dan dipelajari (Hernawati et al., 2021).

Indikator interpretasi mengalami kenaikan 1,60. Kenaikan ini mengindikasikan bahwa siswa mulai mampu menghubungkan data hasil pengamatan dengan konsep yang dipelajari. Menginterpretasi data berarti mengaitkan hasil pengamatan atau data yang telah diperoleh (Yunita & Nurita, 2021). Kemampuan ini sangat penting dalam membangun kerangka berpikir ilmiah karena mendorong siswa untuk tidak sekadar mengumpulkan informasi, tetapi juga memecahkan masalah, menguasai makna, konsep, dan keterkaitannya melalui pemahaman yang bersifat intuitif, serta dapat menarik suatu kesimpulan dalam konteks ilmiah (Khasinah, 2021).

Indikator prediksi mengalami kenaikan 0,87. Siswa menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam mengaitkan pengetahuan awal dengan kemungkinan hasil dari suatu percobaan. Ini menunjukkan bahwa siswa mulai terbiasa berpikir secara ilmiah, meskipun tetap memerlukan bimbingan dalam mengembangkan penalaran prediktif (Ramadani et al., 2023). Prediksi merupakan suatu ramalan mengenai kejadian yang akan terjadi di hari mendatang yang mungkin dapat teramati (Yunita & Nurita, 2021).

Indikator mengajukan pertanyaan mengalami kenaikan 2,06. Hal ini mencerminkan adanya keterlibatan aktif siswa dalam proses eksperimen serta kemampuan mereka dalam menafsirkan informasi dan data secara logis. Siswa mulai mampu menyusun pertanyaan yang menggugah, baik berupa pertanyaan faktual (apa, bagaimana) maupun konseptual (mengapa), yang mengindikasikan perkembangan kognitif dan rasa ingin tahu (Solpa et al., 2022). Sulistianingsih et al. (2024) menyatakan bahwa kegiatan penyelidikan yang terarah sangat membantu siswa dalam mengembangkan kemampuan bertanya karena mereka terbiasa merumuskan gagasan awal menjadi pertanyaan eksploratif yang bermakna.

Indikator berhipotesis mengalami kenaikan 0,33. Menyusun hipotesis adalah keterampilan yang tidak mudah karena siswa memerlukan pengetahuan dasar tentang subjek yang akan dikaji untuk membangun atau membuat hipotesis (Astalini et al., 2021). Hal ini mengindikasikan bahwa aspek keterampilan berpikir tingkat tinggi masih memerlukan penguatan lebih lanjut. Salah satu penyebabnya adalah bahwa siswa cenderung belum terbiasa untuk menyusun hipotesis ilmiah secara mandiri. Secara pedagogis, Harlen (1999) dan Ozgelen (2012) menyatakan bahwa kemampuan seperti merumuskan hipotesis memerlukan pembiasaan melalui lingkungan belajar yang mendorong eksplorasi bebas.

Indikator menggunakan alat dan bahan mengalami kenaikan 0,96 dan indikator merancang percobaan mengalami kenaikan 0,93 menunjukkan bahwa siswa mampu bekerja secara mandiri dan memahami prosedur ilmiah dengan baik. Hal ini mencerminkan keberhasilan pendekatan POE dalam melatih keterampilan praktis siswa secara langsung (Mutiyah et al., 2020). Solpa et al. (2022) menyatakan ketika siswa memiliki keterampilan serta pemahaman terhadap alat dan bahan yang digunakan, proses percobaan dapat berlangsung dengan baik dan sistematis, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna melalui keterlibatan aktif siswa dalam setiap tahap kegiatan belajar.

Indikator menerapkan konsep mengalami kenaikan 1,20. Dalam hal ini siswa telah mampu menghubungkan teori dengan praktik yang mereka lakukan selama eksperimen. Pernyataan ini didukung oleh temuan penelitian yang dilakukan oleh Fatimatuzzohrah et al. (2020), yang mengatakan bahwa dengan berperan langsung dalam pembuktian, siswa dibantu melalui eksperimen untuk lebih mudah memahami dan mengingat konsep yang dipelajari.

Indikator berkomunikasi mengalami kenaikan 1,33. Hal ini menyatakan bahwa siswa semakin terlatih dalam menyampaikan hasil pengamatan dan pendapat mereka secara lisan maupun tulisan. Sebagaimana dikutip oleh Tek & Ruthven (2014), Padilla (1990) menyatakan bahwa mengkomunikasikan adalah proses menyampaikan ide, pendapat, melalui lisan maupun tulisan dalam bentuk yang jelas seperti tabel, grafik, diagram, atau gambar. Komunikasi yang baik merupakan salah satu indikator keterampilan abad ke-21 yang krusial dalam pembelajaran sains (Yunita & Mandasari, 2025).

Sementara model pembelajaran *Discovery Learning* yang diterapkan di kelas kontrol masih memiliki kontribusi terhadap peningkatan keterampilan proses sains, tetapi kurang efektif dibandingkan model pembelajaran POE. Kondisi ini mengindikasikan bahwa model pembelajaran *Discovery Learning* yang diterapkan di kelas kontrol masih memiliki kontribusi terhadap peningkatan keterampilan proses sains, tetapi kurang efektif dibandingkan model pembelajaran POE karena kurangnya fokus eksplisit pada refleksi dan pengujian prediksi secara ilmiah.

Adanya peningkatan pada kedua kelas menunjukkan bahwa kegiatan praktikum sendiri memiliki kontribusi terhadap peningkatan keterampilan proses sains. Eksperimen mengajarkan siswa mencari dan menemukan solusi untuk berbagai masalah (Mutiyah, 2020). Namun, peningkatan yang lebih besar pada kelas eksperimen mempertegas bahwa model POE memberikan kerangka yang lebih kuat dalam mendukung kegiatan praktikum yang bermakna.

Kenaikan nilai pada semua indikator di kelas eksperimen juga menunjukkan bahwa model pembelajaran POE mampu meningkatkan variasi keterampilan proses siswa secara merata. Kondisi tersebut memperkuat gagasan dalam teori konstruktivisme yang mendasari model pembelajaran POE, seperti yang dikemukakan oleh Piaget dan

Vygotsky, menggarisbawahi pentingnya peran aktif siswa dalam membangun pengetahuan. Suparno (2013) menjelaskan bahwa pengetahuan bukanlah sesuatu yang diberikan oleh guru, melainkan dibentuk oleh siswa melalui pengalaman belajar. Dalam konteks ini, model pembelajaran POE memberikan ruang belajar yang bermakna dan aktif, serta membangun kemandirian belajar siswa.

Pengaruh positif model pembelajaran POE juga didukung oleh penggunaan buku petunjuk praktikum yang sistematis. Petunjuk ini membantu siswa dalam mengikuti langkah-langkah eksperimen dengan lebih terarah, meningkatkan efektivitas tahap observasi dan analisis (Sari & Suryanti, 2022). Petunjuk praktikum juga berfungsi sebagai alat bantu yang menjembatani pemahaman siswa terhadap konsep-konsep ilmiah yang kompleks serta dapat meningkatkan keaktifan siswa dalam bertanya, memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengungkapkan pemikiran mereka dengan lebih luas, dan membantu siswa dalam membangun kerangka konseptual yang kokoh (Avisha et al., 2025). Dengan demikian, buku petunjuk ini tidak hanya meningkatkan akurasi eksperimen tetapi juga mendukung penguatan konsep melalui visualisasi dan prosedur yang jelas.

Secara keseluruhan, kenaikan keterampilan proses sains yang signifikan di kelas eksperimen memperlihatkan bahwa tahapan-tahapan model pembelajaran POE mampu memberikan pengalaman belajar yang menyeluruh dan mendalam kepada siswa, sesuai dengan tujuan pembelajaran IPA berbasis keterampilan proses dan membuktikan bahwa model pembelajaran POE dengan bantuan buku petunjuk praktikum memberikan perbedaan pengaruh yang efektif dan relevan dalam pembelajaran IPA.

3.2.1 Keterlaksanaan Pembelajaran dengan dan tanpa Menggunakan Model Pembelajaran *Predict Observe Explain* (POE) dengan Bantuan Buku Petunjuk Praktikum

Berdasarkan hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran, kelas yang menggunakan model pembelajaran POE dengan bantuan buku petunjuk praktikum terlaksana dengan sangat baik dan sistematis. Dari lembar observasi keterlaksanaan pembelajar yang digunakan, terlihat bahwa guru konsisten menerapkan sintaks model pembelajaran POE, mulai dari tahap memprediksi, mengobservasi, dan menjelaskan. Selain itu, guru juga aktif membimbing dan memfasilitasi siswa tanpa mendominasi kegiatan pembelajaran, sejalan dengan teori konstruktivisme yang menjadikan guru sebagai fasilitator (Suparlan, 2019) serta menekankan pengetahuan baru yang dibangun berdasarkan pengetahuan yang sudah ada (Teerasong et al., 2007).

Pada tahap prediksi, guru membuka sesi pembelajaran melalui pemberian rangsangan berupa fenomena yang selaras dengan materi pembelajaran dan langsung terhubung dengan konteks kehidupan nyata. Tujuannya guna mengungkapkan kemampuan siswa dalam membuat suatu prediksi yang menghubungkan pengetahuan awal mereka dengan materi yang akan dibahas. Tahap ini dapat membangkitkan keingintahuan siswa untuk melaksanakan percobaan dan mencari informasi sebagai cara menjawab permasalahan yang dikemukakan (Marcelina et al., 2022). Tahap ini mendukung indikator memprediksi, klasifikasi, interpretasi, mengamati, mengajukan pertanyaan, dan berhipotesis (Mutiyah et al., 2020).

Pada tahap observasi, kegiatan praktikum dilaksanakan oleh siswa dengan mengikuti aturan yang telah ditetapkan dalam buku petunjuk praktikum. Selama praktikum, siswa menggunakan alat dan bahan dengan tertib serta terlibat aktif berdiskusi untuk mencatat hasil pengamatan mereka. Praktikum dilaksanakan guna untuk mengumpulkan dan mengolah data untuk menguji prediksi yang telah dikemukakan (Rahmawati, 2020). Pemahaman akan lebih mudah terbentuk melalui observasi langsung dibandingkan hanya melalui penjelasan verbal dari guru (Marcelina & Hartanto, 2021). Pada tahap ini mendukung indikator merancang percobaan dan menggunakan alat dan bahan (Mutiyah et al., 2020).

Pada tahap menjelaskan, siswa mendapatkan kesempatan untuk menyampaikan hasil pengamatan mereka dan membandingkannya dengan prediksi yang telah dibuatnya. Tujuan dari kegiatan ini untuk membiasakan siswa mengkomunikasikan hasil pekerjaannya dengan terstruktur, baik melalui lisan maupun tulisan (Tyas et al., 2020). Pada tahap ini mendukung indikator berkomunikasi dan menerapkan konsep (Mutiyah et al., 2020).

Keterlaksanaan pembelajaran juga ditinjau dari aktivitas siswa, yang tampak antusias, aktif berpartisipasi, serta mampu bekerja sama dalam kelompok. Siswa menunjukkan sikap yang lebih mandiri dan bertanggung jawab, serta memiliki pemahaman yang lebih baik mengenai konsep-konsep IPA dibandingkan sebelum diberikan perlakuan. Hal ini sejalan dengan tujuan utama model pembelajaran POE, yaitu mendorong keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran, di mana siswa didorong untuk mengemukakan pendapat dan pengetahuan yang dimilikinya, sehingga dapat membangun pemahaman dengan mengaitkan pengetahuan awal dengan informasi baru yang diperoleh selama proses pembelajaran (Kurniawati et al., 2022).

Persentase sangat baik pada kedua kelas menunjukkan siswa dapat beradaptasi dengan penggunaan model pembelajaran meskipun menerapkan model pembelajaran yang berbeda. Namun, jika dibandingkan dengan kelas kontrol, persentase keterlaksanaan pembelajaran di kelas eksperimen lebih tinggi karena menerapkan salah satu model pembelajaran yang mengutamakan proses pembelajaran yang tersusun secara runtut, dirancang dengan matang, dan berdasarkan konsep ilmiah yang selaras dengan hakikat IPA. Selama proses pembelajaran, kedua kelas dibantu dengan buku petunjuk praktikum yang menjadi acuan dalam pelaksanaan kegiatan praktikum. Menurut Sari & Suryanti (2022) menggabungkan kegiatan praktikum yang menggunakan pendekatan ilmiah pada

proses pembelajaran dapat membantu keterampilan proses sains. Integrasi antara tahapan POE dan penggunaan buku petunjuk praktikum telah membuat lingkungan belajar yang aktif, sistematis, dan terpusat pada pemecahan masalah berbasis pendekatan ilmiah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penelitian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan model pembelajaran POE yang dibantu dengan buku petunjuk praktikum memberikan pengaruh terhadap keterampilan proses sains siswa dengan kategori sedang. Adapun Keterlaksanaan pembelajaran pada kelas eksperimen dan kontrol baik pada aktivitas guru dan siswa sama-sama mengalami peningkatan dengan kategori sangat baik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran POE dengan bantuan buku petunjuk praktikum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan proses sains, maka guru dapat mempertimbangkan untuk menerapkan model pembelajaran POE dengan bantuan buku petunjuk praktikum yang mengarahkan siswa untuk berperan aktif dalam proses pembelajaran dan dituntut untuk mengemukakan pendapat serta pengetahuan yang dimilikinya dalam pembelajaran IPA agar melatih keterampilan proses sains siswa. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi literatur dan sumber referensi untuk peneliti selanjutnya yang membahas mengenai model pembelajaran POE dan keterampilan proses sains.

DAFTAR PUSTAKA

- AAAS. (1993). *Benchmarks for science literacy: A project 2061 report*. Oxford: Oxford University Press.
- Akib, E., Imran, M.E., Mahtari, S., Mahmud, M.R., Prawiyogy, A.G., Supriatna, I., & Ikhsan, M.H. (2020). Study on implementation of integrated curriculum in Indonesia. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 1(1), 39-57. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v1i1.24>
- Arifin, Z. (2012). *Evaluasi pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Islam, Kementerian Agama RI.
- Astalini., Darmaji., Kurniawan, D.A., & Putri., W.W. (2022). Deskripsi keterampilan proses sains dasar siswa di SMA 6 Muaro Bulian. *Edu-Sains*, 11(2), 1-11.
- Avisha, S.N., Magfirah, N., Fadhilah, N. (2025). Pengembangan penuntun praktikum Biologi dengan pendekatan kontekstual berbasis inkuiri terbimbing pada materi jamur kelas X MIPA SMA Negeri 5 Jeneponto. *GURUKU: Jurnal Pendidikan dan Sosial Humaniora*, 3(1), 146-155. <https://doi.org/10.59061/guruku.v3i1.897>
- Azhari, S., et al. (2023). Model pembelajaran POE (Predict-Observe-Explain) terhadap keterampilan berpikir kritis siswa SMP Miftahul Khair NW Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 1(2), 102-112. <https://otusedujournal.ac.id/index.php/oej/index>
- Dani, D.R., Suryandari, K.C., & Sukarman. (2024). Analisis profil siswa terhadap keterampilan proses sains dalam pembelajaran di sekolah dasar. *Social, Humanities, and Educational Studies*, 7(3), 468-475. <https://doi.org/10.20961/shes.v7i3.91610>
- Darmaji, D., Kurniawan, D.A., & Irdianti. (2019). Physics education students' science process skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 8(2), 293-298. <http://doi.org/10.11591/ijere.v8i2.16401>
- Fahmi, F., Fajeriadi, H., & Irhasyuarua, Y. (2021). Feasibility of the prototype of teaching materials on the topic of classification of lifestyle based on the advantage of local wetland. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 3(2), 113-118. <http://dx.doi.org/10.20527/bino.v3i2.10322>
- Fatimatuzzohrah, S., Jufri, A.W., & Mertha, I.W. (2020). Efektivitas penerapan model pembelajaran POE (Predict-Observe-Explain) untuk meningkatkan penguasaan konsep IPA. *Jurnal. Pijar MIPA*, 15(4), 351-356. <http://dx.doi.org/10.29303/jpm.v15i4.1653>
- Fauziah, F. M. (2022). Systematic literature review: Bagaimanakah pembelajaran IPA berbasis keterampilan proses sains yang efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis?. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(3), 455-463. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i3.627>
- Ginting, W.B., Fatmi, N., Sakdiah, H., Ginting, F.W., & Ayunda, D.S. (2024). Pengaruh model pembelajaran project based learning berbantuan modul terhadap peningkatan keterampilan proses sains pada materi kemagnetan. *Journal on Education*, 6(4), 19137-19146. <http://jonedu.org/index.php/joe>
- Gizaw, G.G. & Sota, S.S. (2023). Improving science process skills of students: A review of literature. *Science*

- Education International, 34(3), 216-224.
<https://doi.org/10.33828/sei.v34.i3.5>
- Harlen, W. (1999). Purposes and procedures for assessing science process skills. *Assessment in Education*, 6(1), 129-135.
- Hernawati., et al. (2021). Analisis kemampuan klasifikasi mahasiswa pendidikan Biologi pada pembelajaran biosistemik hewan. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 4(1), 9-15.
<http://dx.doi.org/10.17509/ajbe.v4i1.34821>
- Indrawati. & Setiawan, W. (2009). Pembelajaran aktif, kreatif, efektif dan menyenangkan untuk guru SD. Jakarta: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Khasinah, S. (2021). Discovery learning: Definisi, sintaksis, keunggulan dan kelemahan. *Jurnal MUDARRISUNA: Media Kajian Pendidikan Agama Islam*, 11(3), 402-413.
<http://dx.doi.org/10.22373/jm.v11i3.5821>
- Kurniawan, F., Djukri., Haka, N.B. (2022). The predict-observe-explain model: Is it effective to improve science process skills?. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 10(4), 803-815.
<https://dx.doi.org/10.24815/jpsi.v10i4.26172>
- Lela, M., Amilda, A., & Jayanti, E. (2023). Efektivitas penggunaan modul pembelajaran Kimia berbasis POE materi larutan elektrolit dan non elektrolit terhadap hasil belajar. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 7(1), 11-24. <https://doi.org/10.19109/ojpk.v7i1.17202>
- Marcelina, S. & Hartanto, T.J. (2021). Correcting students' understanding about simple Direct Current (DC) circuits through scientific approach. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 7(2), 153-160. <http://dx.doi.org/10.21009/1.07207>
- Marcelina, S., et al. (2022). Implementasi model pembelajaran predict-observe-explain berbasis masalah terhadap keterampilan proses sains dan pemahaman konsep pada topik pencemaran lingkungan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(4), 705-716.
<https://dx.doi.org/10.24815/jpsi.v10i4.25846>
- Mardhiyah, R.H., et al. (2021). Pentingnya keterampilan belajar di abad 21 sebagai tuntutan dalam pengembangan sumber daya manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29-40.
- Mutiayah, C., Irwandi, D., & Bahriah, E.S. (2020). Model pembelajaran Predict, Observe, Explain (POE) terhadap keterampilan proses sains siswa pada materi larutan elektrolit dan nonelektrolit. *Fajar: Media Komunikasi dan Informasi Pengabdian Kepada Masyarakat*, 20(1), 33-46.
<https://doi.org/10.15408/jf.v20i1.20327>
- Ozgelen, S. (2012). Students' science process skills within a cognitive domain framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8, 283-292.
<http://dx.doi.org/10.12973/eurasia.2012.846a>
- Prabawati, R., WH, N., & Alimah, S. (2020). The influence of project based learning-stem model on student learning outcomes. *Journal of Biology Education*, 9(1), 57-63. <https://doi.org/10.21107/jps.v7i2.6443>
- Pratama, D.F. & Widodo, A. (2023). Pengaruh model cakrainventory terhadap pemahaman hakikat sains aspek empiris siswa sekolah dasar. *Journal of Elementary Education*, 6(1), 181-187.
- Pusmendik. (2022). Studi Internasional TIMSS.
- Ramadani, D.N., Nurhayati., & Hartati. (2023). Profil penggunaan keterampilan proses sains pada pembelajaran biologi di kelas X MAN Pinrang. *Prosiding Seminar Nasional Biologi FMIPA UNM Inovasi Sains dan Pembelajarannya: Tantangan dan Peluang*.
- Rahmawati, E.S. (2020). The effectiveness of using learning models P-O-E (Predict, Observe, Explain) against science process skills for class VIII junior high school students: Efektivitas penggunaan model pembelajaran P-O-E (Predict, Observe, Explain) terhadap keterampilan proses sains siswa kelas VIII SMP. *Proceedings of The ICECRS*, 8, 1-4.
<https://doi.org/10.21070/icecrs2020538>

- Rikmasari, R., Sundari, K., & Nuaraini, H. (2022). Model pembelajaran Predict Observe Explain (POE) terhadap hasil belajar IPA siswa sekolah dasar. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 8(4), 1634-1645. <http://dx.doi.org/10.31949/jcp.v8i2.3187>
- Rustaman, N., et al. (2005). *Strategi belajar mengajar biologi*. Malang: UM Press.
- Santiawati., Yasir, M., Hidayati, Y., & Hadi, W.P. (2022). Analisis keterampilan proses sains siswa SMP Negeri 2 Burneh. *Jurnal Natural Science Educational Research*, 4(3), 222-230.
- Sari, N.P. & Suryanti. (2022). Pengembangan e-lkpd berbasis praktikum sederhana pada materi perubahan wujud benda kelas V SDN Sambikerep 2 Surabaya. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 10(3), 620-634.
- Setiawati, M., et al. (2017). Efektifitas praktikum berbasis guided inquiry diintegrasikan dengan video transfer membran terhadap Keterampilan Proses Sains (KPS) dan pemahaman konsep siswa. *Journal Biology Education*, 6(1), 45-55. <https://doi.org/10.15294/jbe.v6i1.14055>
- Solpa, N.M., Nulhakin, L., & Resti, V.D.A. (2022). Analisis Keterampilan Proses Sains (kps) dalam buku teks IPA SMP kelas VII tema pemanasan global. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 8(3), 9-18. <https://doi.org/10.33503/ebio.v4i02.437>
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan r&d*. Bandung: Alfabeta.
- Sulistianingsih, I., Afdilah, K.U., & Hayudinna, H.G. (2024). Meningkatkan critical thinking siswa melalui kegiatan praktikum IPA mengenal organ pernapasan manusia di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 8(4), 2554-2560. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i4.7823>
- Suparlan, S. (2019). Teori konstruktivisme dalam pembelajaran. *Islamika*, 1(2), 79-88. <https://doi.org/10.36088/islamika.v1i2.208>
- Suparno, P. (2013). *Miskonsepsi & perubahan konsep dalam pendidikan fisika*. Jakarta: PT Grasindo.
- Teerasong, S., et al. (2007). Development of a predict-observe-explain strategi for teaching flow injektion an undegraduate chemistry. *The Internasioal Journal of Learning*, 17(3). [10.18848/1447-9494/CGP/v17i08/47217](https://doi.org/10.18848/1447-9494/CGP/v17i08/47217)
- Tek, O.E. & Ruthven, K. (2014). Acquisition of science process skills among from 3 students in Malaysian smart and mainstream schools. *Journal of Science and Mathematics Education in S.E. Asia*, 28(1), 103-124.
- Tyas, R. A., Wilujeng, I., & Suyanta, S. (2020). Pengaruh pembelajaran IPA berbasis discovery learning terintegrasi jajanan lokal daerah terhadap keterampilan proses sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(1), 114-125. <https://doi.org/10.21831/jipi.v6i1.28459>
- Utami, B., Saputro, S., Ashadi., Masykuri, M., Yamtinah, S., & Widoretno, S. (2017). Development of the science skills of lower secondary students in a chemistry laboratory experiment. *Pertanika Journal of Social Science and Humanities*, 25, 41-50. <http://www.pertanika.upm.edu.my/>
- Warsono & Hariyanto. (2012). *Pembelajaran aktif teori dan assesmen*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. New York: The Falmer Press.
- Yunita, L. & Mandasari, N. (2025). Pendidikan sains berorientasi keterampilan abad 21 dalam konteks pendidikan tinggi: Review. *Panthera: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 5(1), 40-49. <http://dx.doi.org/10.36312/panthera.v5i1.334>
- Yunita, N. & Nurita, T. (2021). Pendidikan sains analisis keterampilan proses sains siswa pada pembelajaran daring. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 9(3), 378-385. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa/article/view/41088>