Jurnal Pendidikan MIPA
Volume 16. Nomor 5, Tahun 2026 | ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5220

Pengaruh Model *Experiential Learning* Berbantuan Simulasi PhET terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa pada Materi Getaran, Gelombang, dan Cahaya

Cica Alya Ramadani[1),*], **Nur Yusaerah**[1),]

[1)]Institut Agama Islam Negeri Parepare

*Coresponding Author: t4lium@gmail.com

ABSTRAK

Kesempatan mengembangkan keterampilan proses sains (KPS) melalui eksperimen masih terbatas pada pembelajaran IPA tertentu. Penelitian ini membandingkan capaian KPS siswa yang mengikuti *Experiential Learning* berbantuan simulasi PhET dan pembelajaran pembanding pada materi getaran, gelombang, serta cahaya di SMP Negeri 9 Parepare. Rancangan kuantitatif yang digunakan ialah eksperimen semu dengan *Nonequivalent Control Group Design*. Melalui purposive sampling dipilih dua kelas VIII, masing-masing terdiri atas 29 siswa. KPS diukur menggunakan tes, kemudian data dianalisis melalui *Shapiro–Wilk, Levene's Test, independent-samples t-test*, dan *Cohen's d*. Rerata posttest kelas eksperimen mencapai 74,90, sedangkan kelas kontrol 64,69. Persentase tujuh indikator pada kelas eksperimen adalah merumuskan hipotesis 82,76%, menamai variabel 71,72%, definisi operasional 79,31%, melakukan eksperimen 80,46%, interpretasi 70,34%, merancang penyelidikan 70,69%, serta aplikasi konsep 77,01%. Ukuran efek sebesar 0,64 termasuk kategori sedang. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan capaian KPS yang mendukung pemanfaatan *Experiential Learning* berbantuan PhET dalam konteks kelas yang diteliti.

Kata Kunci: *Experiential Learning*; Simulasi PhET; Keterampilan Proses Sains

This is an open access article under the CC - BY license.

PENDAHULUAN

Mutu pendidikan tidak hanya ditentukan oleh banyaknya pengetahuan yang disampaikan, tetapi juga oleh pengalaman belajar yang membantu peserta didik mengembangkan cara berpikir dan keterampilan yang relevan dengan perubahan zaman. Karena itu, proses pembelajaran perlu dikelola agar siswa memiliki kesempatan untuk berpikir kritis, berkreasi, dan menggunakan pengetahuan secara bermakna (Isma, 2023).

Dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), memahami konsep merupakan satu bagian dari kegiatan belajar. Bagian lainnya adalah mempraktikkan cara kerja ilmiah untuk memperoleh dan menilai pengetahuan. Praktikum penting sebagai ruang bagi siswa untuk melakukan penyelidikan (Putri et al., 2022). Sejalan dengan itu, (Sampe et al., 2022) menekankan keterlibatan langsung dan pembentukan sikap ilmiah melalui kegiatan pembelajaran IPA. Akan tetapi, pembelajaran yang bertumpu pada penuturan guru dan latihan soal masih dijumpai di sekolah (Hutasoit, 2021). Pola tersebut berpotensi membatasi kesempatan siswa mengamati fenomena, menguji dugaan, dan menggunakan informasi hasil percobaan. Oleh sebab itu, rancangan belajar perlu memberi porsi yang lebih besar pada aktivitas penyelidikan dan penerapan konsep, bukan hanya penjelasan materi. Kegiatan mengamati dan mencoba prosedur penyelidikan membantu siswa memahami dari mana sebuah penjelasan ilmiah berasal. Ketika pengalaman tersebut tidak tersedia secara memadai, siswa berpotensi mengenal konsep sebagai rumus atau definisi yang harus diingat tanpa memahami hubungan antara konsep dan gejala. Oleh karena itu, keterlibatan siswa dalam penyelidikan diperlukan sebagai bagian yang menyatu dengan pembelajaran konsep. Praktikum tidak semata-mata dilihat dari ketersediaan alat, melainkan juga dari kesempatan bagi siswa menyusun pertanyaan, mengenali perubahan yang terjadi, dan mengomunikasikan penjelasan berdasarkan hasil pengamatannya.

Keterampilan Proses Sains (KPS) berkaitan dengan cara siswa membangun pemahaman melalui langkah-langkah ilmiah, bukan sekadar mengingat hasil akhir pengetahuan (Rahmat, 2024). Melalui KPS, siswa belajar memperoleh, mengolah, dan menggunakan informasi ketika mempelajari IPA (Yunita & Nurita, 2021). Penelitian ini memusatkan pengukuran pada tujuh keterampilan terpadu, yakni merumuskan hipotesis,

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5220

menamai variabel, menyusun definisi operasional, melakukan eksperimen, menginterpretasikan data, merancang penyelidikan, dan mengaplikasikan konsep. Ketujuh indikator tersebut dipilih karena mewakili tahapan kerja ilmiah yang saling berhubungan. Siswa perlu mengajukan dugaan, mengenali faktor yang terlibat, menentukan bagaimana suatu besaran diamati, kemudian memeriksa dugaan melalui prosedur yang sesuai. Hasil kegiatan selanjutnya ditafsirkan dan digunakan untuk menjawab persoalan. Oleh sebab itu, pengukuran KPS terpadu tidak cukup dilakukan hanya melalui satu keterampilan, tetapi perlu memberi ruang untuk melihat variasi capaian pada indikator-indikator yang berbeda.

Kondisi awal di SMP Negeri 9 Parepare ditelusuri melalui observasi dan wawancara bersama guru IPA. Pada kelas VIII, penyampaian materi secara lisan masih mendominasi pembelajaran; sumber dan sarana yang biasa dipakai terutama buku cetak serta LCD. Praktikum belum dilaksanakan secara rutin karena peralatan dan bahan laboratorium terbatas, sedangkan ruang laboratorium juga dimanfaatkan sebagai ruang belajar. Akibatnya, kesempatan siswa melatih cara kerja ilmiah melalui percobaan menjadi terbatas. Guru mengidentifikasi kesulitan siswa ketika harus menyusun hipotesis sendiri, membedakan variabel percobaan, serta mengaitkan peristiwa sehari-hari dengan konsep IPA. Wawancara dengan siswa turut memperlihatkan hambatan dalam memahami persoalan abstrak, perhitungan, dan soal berbentuk cerita, terutama pada bahasan getaran, gelombang, dan cahaya. Data ulangan harian sebelumnya mencakup 204 siswa kelas VIII: hanya 34 siswa (16,67%) memperoleh nilai yang memenuhi Kriteria Ketuntasan Tujuan Pembelajaran (KKTP) 75, sementara 170 siswa (83,33%) belum mencapainya. Hasil tersebut menunjukkan adanya kebutuhan untuk memperluas latihan pengamatan dan eksperimen agar proses belajar tidak semata-mata bersifat teoretis. Kesulitan dalam menamai variabel dan menyatakan hipotesis menunjukkan bahwa kendala siswa tidak terbatas pada hafalan materi, tetapi menyangkut langkah awal dalam merencanakan penyelidikan. Demikian pula, ketidakmampuan mengaitkan fenomena sehari-hari dengan konsep yang telah diajarkan dapat menghambat penerapan pengetahuan ketika siswa menghadapi situasi baru. Temuan wawancara memberi gambaran kualitatif tentang persoalan tersebut, sedangkan nilai ulangan harian menjadi informasi pendukung mengenai capaian pembelajaran sebelumnya. Data 204 siswa itu berasal dari hasil ulangan yang disebutkan dalam observasi awal dan berbeda dari populasi 205 siswa pada tahun ajaran penelitian; keduanya tidak disatukan sebagai satu kumpulan data. Dengan karakter persoalan tersebut, kegiatan belajar perlu menyediakan contoh fenomena yang dapat diamati dan ruang untuk mencoba hubungan antarfaktor secara bertahap.

Permasalahan tersebut menjadi dasar pemilihan model yang dapat mengajak siswa terlibat dalam aktivitas ilmiah sekalipun fasilitas praktikum sekolah terbatas. Dalam model *Experiential Learning*, pemahaman dibangun melalui siklus pengalaman, peninjauan kembali pengalaman, perumusan konsep, dan penerapannya. Siklus menurut (Kolb, 1984) meliputi *Concrete Experience, Reflective Observation, Abstract Conceptualization, serta Active Experimentation*. Urutan kegiatan ini menyediakan kesempatan untuk melatih sejumlah komponen KPS terpadu. Agar pengalaman eksperimen tetap dapat diselenggarakan ketika alat fisik tidak memadai, kegiatan didukung simulasi PhET atau *Physics Education Technology* ((Muna et al., 2023). Pada lingkungan simulasi, siswa dapat mengamati gejala, mengatur nilai variabel, dan melihat akibat perubahan parameter selama percobaan virtual (Parinduri, 2026). (Astutik, 2026) juga membahas pemanfaatan PhET sebagai pilihan ketika penyelenggaraan praktikum langsung menghadapi keterbatasan fasilitas. Keempat tahap tersebut tidak diposisikan sebagai kegiatan yang terpisah tanpa hubungan. Pengalaman awal menjadi bahan refleksi; hasil refleksi kemudian membantu siswa menyusun pemahaman konseptual; pemahaman itu diuji kembali melalui penerapan. Kesinambungan aktivitas tersebut relevan dengan tujuan penelitian yang tidak hanya meminta siswa mengetahui konsep getaran, gelombang, dan cahaya, tetapi juga menggunakannya dalam prosedur ilmiah. Simulasi PhET digunakan sebagai media pendukung, bukan sebagai pengganti tahapan *Experiential Learning*. Perlu pula dibedakan antara kemampuan simulasi menampilkan dan memanipulasi gejala dengan kemampuan siswa menafsirkan gejala itu. Penggunaan media tetap memerlukan arahan pembelajaran agar aktivitas digital dapat dihubungkan dengan keterampilan proses sains yang diukur.

Dukungan empiris bagi pendekatan tersebut berasal dari kajian dengan konteks yang tidak sepenuhnya sama. (Permatasari & Nurita, 2023) melaporkan peningkatan KPS melalui *Experiential Learning* pada materi getaran. Studi (Sastrawati et al., 2026) menyoroti keterkaitan penggunaan *Virtual Laboratory* dengan KPS dan pemahaman konsep siswa SMA. Sementara itu, (Putra & Pebriana, 2022) menemukan perbaikan keterampilan proses sains setelah penerapan *Experiential Learning* pada siswa sekolah dasar. Temuan-temuan ini memberi landasan untuk menguji penerapannya pada konteks materi dan kelompok siswa yang berbeda.

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5220

Penelitian terdahulu telah membahas Experiential Learning maupun pemanfaatan laboratorium virtual, tetapi hasil dari konteks tersebut belum langsung menjelaskan capaian tujuh indikator KPS terpadu pada pembelajaran getaran, gelombang, dan cahaya di SMP Negeri 9 Parepare. Di sekolah ini, kendala penyelenggaraan praktikum menjadi alasan penting untuk mencoba pengalaman eksperimen melalui simulasi. Penelitian sekarang karena itu membandingkan pembelajaran *Experiential Learning* berbantuan PhET dengan pembelajaran pembanding yang juga memanfaatkan PhET. Penekanannya terletak pada capaian KPS terpadu, bukan pada penilaian media secara terpisah.

Bertolak dari kebutuhan di sekolah dan temuan penelitian sebelumnya, penelitian ini mengkaji penggunaan serta perbedaan capaian keterampilan proses sains antara pembelajaran *Experiential Learning* berbantuan PhET dan pembelajaran pembanding pada materi getaran, gelombang, dan cahaya di SMP Negeri 9 Parepare. Hasilnya diharapkan menjadi bahan pertimbangan dalam merancang pembelajaran IPA berbasis pengalaman ketika kegiatan praktikum konvensional belum dapat dilaksanakan secara optimal.

METODE

Studi ini menerapkan pendekatan kuantitatif melalui eksperimen semu dengan rancangan *Nonequivalent Control Group Design*. Kegiatan berlangsung selama satu bulan di SMP Negeri 9 Parepare. Peneliti mengajar sebanyak dua pertemuan pada tiap kelompok, di luar sesi *pretest* dan *posttest*. Populasinya adalah 205 siswa kelas VIII tahun ajaran 2025/2026 yang tersebar pada tujuh kelas. Dengan purposive sampling, ditetapkan kelas VIII.1 sebagai kontrol dan kelas VIII.2 sebagai eksperimen; setiap kelas terdiri atas 29 siswa. Penetapan kelompok mempertimbangkan kesamaan karakteristik akademik, hasil wawancara, serta saran guru IPA. Kedua kelompok sama-sama memakai simulasi PhET, tetapi strategi pengajarannya berbeda: kelompok eksperimen mengikuti Experiential Learning, sedangkan kelompok kontrol memperoleh *Direct Instruction*. Hipotesis nol (H_0) menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh penerapan *Experiential Learning* berbantuan PhET terhadap KPS siswa pada materi getaran, gelombang, dan cahaya; hipotesis alternatif (H_1) menyatakan adanya pengaruh dalam konteks penelitian tersebut. Rancangan tersebut memungkinkan pengamatan hasil pada kelompok yang telah terbentuk dalam kegiatan sekolah tanpa melakukan pengacakan siswa secara individual. Adanya nilai awal melalui pretest menjadi informasi mengenai kondisi kedua kelompok sebelum pembelajaran, sedangkan posttest dipakai sebagai dasar perbandingan capaian setelah perlakuan. Karena proses penentuan kelas dilakukan secara purposif, hasil penelitian perlu ditafsirkan pada konteks kelompok yang diteliti. Kesamaan penggunaan PhET pada kedua kelompok berarti unsur media dijaga serupa dalam rancangan, sementara model pembelajaran menjadi pembeda utamanya. Dengan demikian, apabila terdapat perbedaan skor akhir, hasil tersebut lebih tepat dihubungkan dengan perbandingan perlakuan pembelajaran yang diterapkan, bukan langsung dengan keberadaan simulasi PhET itu sendiri.

Pengukuran KPS dilakukan sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan 25 butir soal pilihan ganda. Isi tes disusun berdasarkan tujuh indikator keterampilan terpadu. Pada indikator perumusan hipotesis, soal meminta siswa memperkirakan hubungan antargejala berdasarkan informasi awal, misalnya panjang tali dengan periode bandul atau sudut datang dengan sudut bias. Kemampuan menamai variabel diperiksa melalui pengenalan variabel bebas, terikat, dan kontrol. Butir definisi operasional menguji pemahaman siswa mengenai cara mengenali atau mengukur besaran, antara lain amplitudo, periode, dan sudut datang cahaya. Untuk indikator melakukan eksperimen, soal terkait dengan langkah percobaan, urutan prosedur, serta perbandingan hasil pengamatan; kontennya disesuaikan dengan aktivitas yang dilakukan melalui PhET. Indikator interpretasi menilai pembacaan data dan penarikan simpulan dari hubungan antarkuantitas. Indikator merancang penyelidikan menguji pemilihan variabel dan penyusunan prosedur yang sesuai dengan tujuan percobaan. Adapun indikator aplikasi konsep menilai penggunaan pengetahuan untuk menyelesaikan persoalan, termasuk frekuensi getaran, cepat rambat gelombang, dan hukum pemantulan cahaya. Setiap indikator menilai tuntutan berpikir yang berbeda meskipun keseluruhannya berkaitan dengan penyelidikan. Sebagai contoh, mengenali variabel menuntut pembedaan faktor yang diubah, diamati, dan dipertahankan, sedangkan membuat definisi operasional menuntut penjelasan tentang bagaimana besaran dinyatakan secara terukur. Pada aspek merancang penyelidikan, siswa harus mempertimbangkan urutan langkah serta pengendalian faktor yang dapat memengaruhi hasil. Sementara itu, tugas interpretasi tidak berhenti pada membaca angka, melainkan menghubungkan informasi hasil pengamatan dengan konsep dan simpulan yang sesuai. Penyusunan tes yang merujuk pada kegiatan percobaan PhET dimaksudkan agar pertanyaan yang digunakan tetap relevan dengan

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5220

pengalaman belajar pada materi yang diteliti. Dengan begitu, uraian kisi-kisi memperlihatkan apa yang diukur oleh setiap kelompok butir, bukan hanya menyebut nama indikatornya.

Sebelum dipakai untuk mengumpulkan data, instrumen diperiksa melalui validasi isi oleh dua dosen yang memiliki kompetensi dalam pendidikan IPA. Kedua validator menilai keterkaitan butir dengan indikator KPS terpadu. Setelah dilakukan penyesuaian berdasarkan masukan mereka, instrumen dinyatakan layak digunakan. Dengan demikian, bukti kelayakan yang dilaporkan di sini terbatas pada expert judgment terhadap isi instrumen. Data kemudian diolah melalui analisis deskriptif dan inferensial. Rerata serta persentase capaian setiap indikator digunakan untuk menggambarkan hasil belajar, sedangkan *Shapiro–Wilk* dan *Levene's Test* dipakai untuk memeriksa asumsi normalitas dan kesamaan varians. Perbedaan posttest antarkelompok diuji dengan independent-samples t-test melalui SPSS pada taraf 0,05. Besaran perbedaan dinyatakan pula menggunakan ukuran efek *Cohen's d*. Validasi isi tersebut dilakukan sebelum instrumen diberikan kepada siswa, sehingga perbaikan dapat dilakukan terhadap soal yang dinilai belum tepat mewakili indikator. Penilaian ahli terutama berkaitan dengan kesesuaian substansi pertanyaan dan tujuan pengukuran. Oleh karena itu, pernyataan bahwa instrumen telah layak digunakan tidak boleh disamakan dengan klaim bahwa seluruh sifat psikometriknya telah diuji melalui prosedur lain yang tidak dilaporkan. Pada tahap deskriptif, hasil tes disajikan melalui nilai rata-rata kelompok dan persentase masing-masing indikator. Pada tahap inferensial, pemeriksaan distribusi dan homogenitas dijalankan sebelum perbandingan rerata menggunakan uji parametrik. Hasil ukuran efek dibaca berdampingan dengan signifikansi agar perbedaan yang ditemukan tidak dinilai hanya berdasarkan ada atau tidaknya signifikansi statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian melibatkan 58 siswa yang terbagi sama banyak ke dalam kelas eksperimen dan kontrol, masing-masing 29 orang. Untuk mengetahui perubahan serta perbedaan keterampilan proses sains pada materi getaran, gelombang, dan cahaya, digunakan skor tes sebelum dan sesudah pembelajaran.

Hasil Penelitian

Analisis Deskriptif

Ringkasan skor awal dan akhir kedua kelompok berikut menunjukkan gambaran deskriptif KPS yang diperoleh dari instrumen penelitian Tabel 1.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Hasil Tes Keterampilan Proses Sains

Kelompok	N	Rata-rata	Standar Deviasi
Pretest Kontrol	29	27,59	10,273
Posttest Kontrol	29	64,69	16,251
Pretest Eksperimen	29	30,76	9,078
Posttest Eksperimen	29	74,90	15,414

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa skor awal kedua kelompok relatif berdekatan: rerata pretest eksperimen 30,76 dan kontrol 27,59. Sesudah pembelajaran, kelas eksperimen memperoleh rata-rata 74,90, sedangkan kelas kontrol 64,69. Selisih nilai posttest kedua kelas adalah 10,21 poin. Pada kelompok yang belajar dengan Experiential Learning berbantuan PhET, capaian akhir secara deskriptif lebih tinggi daripada kelompok Direct Instruction yang juga menggunakan PhET. Perbandingan skor total tersebut dilengkapi dengan penelaahan tiap indikator KPS sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Pada tahap awal, rata-rata eksperimen berada 3,17 poin di atas kontrol, yaitu 30,76 berbanding 27,59. Setelah pembelajaran, kedua kelompok menunjukkan capaian yang lebih tinggi dibandingkan skor awalnya, meskipun selisih rerata posttest antara kelompok tidak sepenuhnya menjelaskan penyebab perubahan tersebut. Pembandingan hasil akhir perlu memperhatikan bahwa penetapan kelompok tidak dilakukan secara acak. Oleh sebab itu, perbedaan skor yang teramati dijelaskan sebagai temuan pada dua kelas yang mengikuti perlakuan berbeda, bukan sebagai gambaran pasti untuk seluruh siswa di luar penelitian.

Tujuh aspek yang dianalisis meliputi penyusunan hipotesis, identifikasi variabel, definisi operasional, eksperimen, interpretasi data, perancangan penyelidikan, dan penerapan konsep.

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5220

Tabel 2. Persentase Keterampilan Proses Sains Berdasarkan Indikator

Indikator KPS	Kontrol (%)	Eksperimen (%)
Merumuskan hipotesis	63,79	82,76
Menamai variabel	66,90	71,72
Membuat definisi operasional	70,11	79,31
Melakukan eksperimen	62,07	80,46
Interpretasi	60,00	70,34
Merancang penyelidikan	63,79	70,69
Aplikasi konsep	70,11	77,01
Rata-rata	65,25	76,04

Menurut Tabel 2, pada ketujuh aspek yang dinilai, persentase kelompok eksperimen melampaui kelompok kontrol. Capaian eksperimen tertinggi terdapat pada perumusan hipotesis (82,76%), sedangkan yang terendah pada interpretasi (70,34%). Jika dihitung sebagai rerata sederhana indikator, kelas eksperimen mencapai 76,04% dan kelas kontrol 65,25%, atau berbeda 10,79 poin persentase. Angka ini menggambarkan kesenjangan capaian deskriptif antarkelompok, bukan persentase peningkatan dari skor awal.

Analisis Inferensial

Sebelum membandingkan rerata secara inferensial, distribusi skor diperiksa dengan uji Shapiro–Wilk. Ringkasan pengujian untuk pretest dan posttest kedua kelas ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas

Kelas	Keterangan	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Pre-Test Kontrol	Berdistribusi normal	.937	29	.084
Post-Test Kontrol	Berdistribusi normal	.935	29	.076
Pre-Test Eksperimen	Berdistribusi normal	.947	29	.150
Post-Test Eksperimen	Berdistribusi normal	.942	29	.114

Nilai signifikansi *Shapiro–Wilk* pada keempat kelompok pengukuran dalam Tabel 3 seluruhnya melebihi 0,05. Karena itu, berdasarkan pengujian ini tidak terdapat bukti yang cukup untuk menyatakan distribusi data menyimpang dari normalitas. Pemeriksaan prasyarat selanjutnya diarahkan pada kesetaraan varians.

Untuk menilai apakah keragaman skor kedua kelas dapat dianggap setara, dilakukan *Levene's Test*. Statistik uji dan nilai signifikansinya dicantumkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas

Uji	Levene Statistic	Sig.
Based on Mean	0,083	0,774

Pada Tabel 4, signifikansi *Levene's Test* tercatat 0,774, lebih besar daripada batas 0,05. Hasil ini tidak menunjukkan perbedaan varians yang signifikan antara kelas kontrol dan eksperimen, sehingga analisis perbedaan rerata dapat menggunakan asumsi varians yang sama.

Setelah asumsi pengujian diperiksa, perbandingan skor posttest dilakukan melalui *Independent- samples t-test*. Rangkuman statistik yang diperoleh dan ukuran efek tercantum pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji *Independent Sample t-test*

t-test for Equality of Means	Equal Variances Assumed	Equal Variances Not Assumed
T	-2.454	-2.454
Df	56	55.844
Sig. (2-tailed)	.017	.017
Cohen's d (ukuran efek)	0,64 (Sedang)	0.64 (Sedang)

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5220

Hasil pada Tabel 5 memperlihatkan nilai signifikansi dua arah sebesar 0,017, yaitu di bawah taraf 0,05. Dengan demikian, H_0 ditolak: skor KPS akhir kedua kelas berbeda secara signifikan. Cohen's d tercatat 0,64 dan, mengikuti kriteria yang digunakan dalam penelitian, berada pada kategori sedang. Ukuran efek tersebut melengkapi hasil uji signifikansi dengan informasi mengenai besar selisih capaian terstandar. Karena desain penelitian merupakan eksperimen semu dan tidak memakai pengacakan individu, interpretasi pengaruh dibatasi pada kondisi serta kelompok yang diteliti.

Pembahasan

Penggunaan Model Experiential Learning *Berbantuan Simulasi PhET terhadap Keterampilan Proses Sains*

Pembelajaran di kelas eksperimen disusun mengikuti empat fase *Experiential Learning*. Pada *Concrete Experience*, siswa berhadapan dengan pengalaman awal yang berkaitan dengan fenomena IPA. Pengalaman itu kemudian ditelaah pada *Reflective Observation* melalui pengamatan dan refleksi. Selanjutnya, *Abstract Conceptualization* mengarahkan siswa menautkan hasil pengamatan dengan gagasan ilmiah yang relevan. Pada *Active Experimentation*, mereka mencoba menerapkan pemahaman tersebut melalui percobaan atau situasi baru (Afdalia & Asmawati, 2025). Dengan bantuan PhET, rangkaian tersebut memberi ruang bagi aktivitas mengamati, menjalankan eksperimen, mencatat hasil, berdiskusi, dan menyusun simpulan, yaitu kegiatan yang berkaitan langsung dengan keterampilan proses sains.

Penyesuaian terhadap media virtual merupakan bagian dari pelaksanaan pembelajaran. Pada pertemuan pertama, siswa belum terbiasa mengoperasikan simulasi PhET untuk materi getaran, gelombang, dan cahaya. Peneliti, yang bertindak sebagai guru, terlebih dahulu menjelaskan fitur, cara mengubah parameter, pelaksanaan langkah percobaan, dan cara membaca hasil simulasi. Pendampingan ini diperlukan karena penggunaan laboratorium virtual merupakan pengalaman baru bagi sebagian siswa. Pada pertemuan berikutnya, pengoperasian media berlangsung lebih lancar. Siswa mulai dapat menjalankan simulasi sendiri, mengatur variabel percobaan, mencermati perubahan yang tampak, serta menuliskan hasil pengamatan pada Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Perubahan selama pelaksanaan tersebut menjadi catatan proses, bukan hasil pengujian statistik yang berdiri sendiri. Catatan pelaksanaan ini penting karena penggunaan media baru dapat membawa tuntutan keterampilan teknis yang berbeda dari penguasaan materi IPA. Ketika siswa masih mempelajari letak fitur dan cara menjalankan simulasi, perhatian mereka dapat terbagi antara penggunaan perangkat dan penyelesaian tugas ilmiah. Pendampingan pada awal kegiatan membantu mengurangi hambatan pengoperasian sehingga siswa dapat lebih memusatkan perhatian pada variabel, hasil percobaan, dan pencatatan data. Perkembangan kemandirian yang dilaporkan pada pertemuan berikutnya digunakan untuk menggambarkan jalannya perlakuan. Informasi tersebut tidak diperlakukan sebagai bukti bahwa penguasaan keterampilan proses sains meningkat secara individual tanpa merujuk pada data tes.

Pada pengukuran akhir, rerata KPS kelompok eksperimen sebesar 74,90, sementara kontrol memperoleh 64,69. Perbedaan 10,21 poin tersebut menunjukkan capaian deskriptif yang lebih tinggi pada pembelajaran Experiential Learning berbantuan PhET. Temuan ini tidak terbatas pada skor gabungan: Tabel 2 menunjukkan seluruh tujuh indikator juga memiliki persentase lebih tinggi pada kelompok eksperimen. Uraian berikut menelaah setiap indikator beserta keterkaitannya dengan aktivitas belajar yang diamati.

Kemampuan merumuskan hipotesis menjadi indikator dengan capaian eksperimen tertinggi. Persentasenya mencapai 82,76%, sedangkan pada kontrol 63,79%, sehingga jarak keduanya sebesar 18,97 poin persentase. Perumusan hipotesis memerlukan pengetahuan awal sekaligus kemampuan menyatakan perkiraan hubungan antara variabel yang akan diperiksa (Rahmat, 2024). Dalam siklus Experiential Learning, pengalaman konkret memberi siswa fenomena untuk diamati, lalu refleksi membantu mereka menimbang kemungkinan penjelasan atas fenomena itu (Kolb, 1984). Pengalaman tersebut dapat menjadi pijakan ketika menyusun dugaan sementara. Hasil ini konsisten dengan kajian (Permatasari & Nurita, 2023) yang melaporkan dukungan *Experiential Learning* terhadap KPS pada materi getaran. Akan tetapi, penelitian ini tidak menguji secara terpisah kontribusi masing-masing tahap terhadap skor hipotesis. Dugaan sementara menjadi lebih bermakna ketika siswa dapat menyebutkan informasi yang mendukungnya. Sebagai contoh, dalam percobaan tentang getaran, perubahan pada panjang tali dapat digunakan sebagai bahan untuk memperkirakan hubungan antara faktor yang diubah dan hasil yang diukur. Pada materi cahaya, pengamatan tentang sudut datang dan sudut bias juga memberi konteks bagi pernyataan hipotesis. Contoh tersebut sesuai dengan cakupan butir instrumen penelitian dan memperlihatkan bahwa kegiatan merumuskan hipotesis perlu berangkat dari fenomena, bukan sekadar

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5220

mengulang definisi. Selisih capaian yang tinggi menunjukkan keunggulan kelompok eksperimen pada pengukuran indikator ini, meskipun mekanisme spesifik yang menghasilkan selisih tersebut memerlukan pengamatan lebih lanjut.

Pada indikator menamai variabel, kelas eksperimen mencapai 71,72% dan kelas kontrol 66,90%. Selisih 4,82 poin persentase merupakan salah satu perbedaan yang lebih kecil dibandingkan indikator lainnya. Aktivitas dengan PhET memungkinkan siswa mengubah parameter tertentu lalu mencermati respons simulasi, sehingga memberikan contoh nyata tentang keterkaitan variabel bebas dan variabel terikat (Parinduri, 2026). Kegiatan tersebut dapat membantu siswa mengenali peran variabel di dalam percobaan. (Purwana & Saputra, 2025) juga menguraikan penggunaan PhET dalam pembelajaran fisika yang berkaitan dengan pengembangan KPS. Namun, karena kedua kelas dalam penelitian ini menggunakan media PhET, hasil antarkelompok tidak dapat dianggap sebagai pengaruh media PhET secara tersendiri; yang dibandingkan ialah strategi pembelajarannya.

Pada keterampilan menyusun definisi operasional, persentase kelompok eksperimen sebesar 79,31%, sedangkan kontrol 70,11%; selisihnya 9,20 poin persentase. Aspek ini menuntut siswa menjelaskan bagaimana suatu variabel dikenali atau diukur, bukan sekadar menyebut namanya (Rahmat, 2024). Tahap *Abstract Conceptualization* memberi peluang untuk menghubungkan pengalaman percobaan dengan pengertian ilmiah dan prosedur pengukuran. Dalam pembelajaran berbasis pengalaman, siswa dapat menafsirkan kembali apa yang telah diamati sebagai konsep yang dapat digunakan pada kegiatan berikutnya (Permatasari & Nurita, 2023). (Putra & Pebriana, 2022) juga membahas pengembangan keterampilan proses melalui aktivitas belajar yang melibatkan pengalaman siswa. Dalam konteks ini, capaian indikator menunjukkan bahwa kelompok eksperimen lebih baik secara deskriptif dalam memahami operasionalisasi besaran yang dipelajari. Dalam materi getaran, misalnya, besaran periode perlu dijelaskan melalui kejadian yang diamati dan cara memperoleh nilainya. Begitu pula amplitudo dan sudut datang cahaya harus dapat dikenali melalui ciri yang dapat diperiksa ketika menjalankan percobaan. Dengan latihan semacam itu, siswa belajar membedakan pengertian teoretis dari langkah operasional yang digunakan untuk mengukur atau mengamati besaran. Hubungan antara pengalaman dan perumusan konsep menjadi penting karena istilah ilmiah tidak cukup dipahami hanya melalui hafalan. Persentase kelas eksperimen yang lebih tinggi memberikan gambaran bahwa tuntutan memahami cara mengamati besaran dapat ditangani lebih baik pada kelompok ini berdasarkan instrumen yang digunakan.

Persentase indikator melakukan eksperimen pada kelas eksperimen mencapai 80,46%, dibandingkan 62,07% di kelas kontrol. Perbedaan 18,39 poin persentase menunjukkan jarak capaian yang cukup besar pada aspek yang berkaitan dengan pelaksanaan prosedur percobaan. Melalui fase *Active Experimentation*, siswa diarahkan menerapkan gagasan pada aktivitas pengujian, sedangkan simulasi PhET menyediakan sarana untuk menjalankan langkah-langkah percobaan secara virtual. Dalam kegiatan tersebut, siswa dapat menentukan parameter, menjalankan simulasi, membaca hasil, dan membandingkannya dengan perkiraan awal. Hubungan antara pengalaman belajar dan latihan kerja ilmiah telah dibahas dalam konteks *Experiential Learning* oleh (Afdalia & Asmawati, 2025), sedangkan fungsi PhET untuk eksplorasi fenomena didiskusikan oleh (Parinduri, 2026). Dengan demikian, hasil indikator ini dapat dibaca bersama karakter kegiatan eksperimen yang memang menjadi bagian penting perlakuan; soal pengukurannya juga telah disesuaikan dengan aktivitas PhET yang dilakukan. Indikator melakukan eksperimen memerlukan ketepatan dalam memilih urutan kerja dan menggunakan hasil pengamatan untuk memeriksa suatu dugaan. Pada simulasi virtual, langkah percobaan tetap perlu dipahami secara sistematis, meskipun siswa tidak menggunakan seluruh perangkat laboratorium fisik. Pengoperasian media saja belum cukup; siswa juga harus mengetahui mengapa parameter diubah dan informasi apa yang harus dicatat setelah perubahan dilakukan. Hal ini relevan dengan penyusunan butir tes yang dikaitkan dengan percobaan pada materi penelitian. Selisih antara kedua kelas yang cukup besar pada indikator ini perlu dipahami sebagai perbedaan kemampuan yang tercermin dalam tes, bukan bukti bahwa siswa pasti memiliki keterampilan praktikum fisik yang setara dengan aktivitas virtual.

Indikator interpretasi memperoleh 70,34% pada kelompok eksperimen dan 60,00% pada kontrol, dengan selisih 10,34 poin persentase. Kemampuan tersebut berkaitan dengan membaca hasil pengamatan, menemukan pola, dan menyusun penjelasan yang didukung informasi (Rahmat, 2024). Tahap *Reflective Observation* menyediakan kesempatan bagi siswa untuk meninjau data dan mendiskusikan apa yang mereka amati sebelum membuat simpulan (Kolb, 1984). PhET memungkinkan siswa memperoleh keluaran percobaan yang kemudian dapat dibandingkan serta ditafsirkan. Penelitian (Purwana & Saputra, 2025) memberikan konteks tambahan tentang penggunaan simulasi dalam kegiatan fisika yang berorientasi KPS. Meskipun lebih tinggi daripada

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5220

kontrol, persentase interpretasi merupakan yang terendah pada kelas eksperimen, sehingga keterampilan membaca dan menjelaskan data masih menjadi bagian yang memerlukan latihan. Dalam kerja ilmiah, data hasil percobaan baru bermakna setelah siswa dapat menjelaskan pola dan menghubungkannya dengan masalah semula. Oleh karena itu, hasil pengamatan perlu dibaca kembali, dibandingkan, dan dinyatakan dalam simpulan yang dapat dipertanggungjawabkan. Ketika media menampilkan perubahan besaran secara langsung, siswa mungkin lebih mudah melihat gejalanya daripada menjelaskan arti hubungan yang muncul. Hal tersebut menjadi kemungkinan penjelasan mengapa interpretasi belum menempati posisi tertinggi, walaupun kelas eksperimen tetap memperoleh persentase lebih baik daripada kontrol. Penelitian ini tidak memiliki pengujian khusus untuk memastikan alasan perbedaan tersebut; uraian ini digunakan sebagai interpretasi pembelajaran yang sesuai dengan indikator yang diukur.

Pada perancangan penyelidikan, persentase kelas eksperimen mencapai 70,69% dan kontrol 63,79%, atau terpaut 6,90 poin persentase. Merancang penyelidikan berbeda dengan sekadar mengikuti instruksi; siswa harus memahami tujuan, memilih variabel yang relevan, dan menentukan urutan kegiatan yang dapat menghasilkan informasi. Siklus *Experiential Learning* memberikan kesempatan untuk menggunakan hasil refleksi ketika merencanakan penerapan baru (Kolb, 1984). (Happy et al., 2023) juga mengaitkan pembelajaran berbasis pengalaman dengan pemecahan masalah dan penerapan konsep secara praktis. Penelitian (Putra & Pebriana, 2022) menunjukkan bahwa pengalaman belajar aktif relevan bagi pengembangan KPS. Walaupun demikian, selisih antarkelompok yang tidak sebesar pada indikator eksperimen mengisyaratkan perlunya pendampingan lebih terarah agar siswa mampu merancang prosedur secara mandiri. Merencanakan percobaan menuntut pengambilan keputusan sebelum langkah pengumpulan data dimulai. Siswa perlu menyelaraskan tujuan penyelidikan dengan pilihan variabel dan urutan prosedur, lalu mempertimbangkan cara menjaga kondisi pengamatan agar hasilnya dapat dibandingkan. Persyaratan tersebut berbeda dari mengikuti instruksi yang sudah tersedia pada lembar kerja. Karena itu, penguatan KPS pada aspek perancangan dapat diarahkan pada pemberian tugas yang meminta siswa menyusun alternatif prosedur dan menjelaskan pertimbangannya. Rekomendasi ini ditarik dari tuntutan keterampilan yang diukur dan pola capaian pada tabel, bukan dari pengujian intervensi tambahan di luar pembelajaran penelitian.

Pada indikator aplikasi konsep, kelompok eksperimen mencapai 77,01%, sedangkan kelompok kontrol 70,11%. Selisih 6,90 poin persentase mencerminkan perbedaan kemampuan menggunakan pengetahuan untuk menyelesaikan masalah yang diberikan. Fase *Active Experimentation* dalam model (Kolb, 1984)k mengarahkan siswa untuk mencoba gagasan yang telah dirumuskan pada kondisi lain. Dengan demikian, konsep yang dipelajari tidak berhenti sebagai penjelasan, tetapi digunakan dalam perhitungan atau pemecahan persoalan IPA. Kajian (Zannatunna et al., 2021) mengenai Experiential Learning berbantuan *Google Classroom* juga melaporkan keterkaitan model tersebut dengan KPS, meskipun media dan latar pembelajarannya berbeda. Temuan itu menjadi pembanding, bukan bukti bahwa mekanisme yang sama telah diuji secara terpisah pada penelitian ini.

Jika ketujuh indikator dilihat secara bersamaan, tiga capaian tertinggi kelompok eksperimen adalah merumuskan hipotesis (82,76%), melakukan eksperimen (80,46%), dan menyusun definisi operasional (79,31%). Ketiganya berkaitan dengan aktivitas mengamati peristiwa, mencoba prosedur, dan menjelaskan cara suatu besaran diperiksa. Sebaliknya, interpretasi (70,34%), merancang penyelidikan (70,69%), serta menamai variabel (71,72%) menunjukkan capaian yang relatif lebih rendah. Keterampilan terakhir tersebut menuntut kemampuan mengorganisasi informasi dan merancang langkah ilmiah secara mandiri, sehingga tidak cukup dilatih hanya dengan menjalankan petunjuk eksperimen. Setyaningrum dan Ikhtiyari (2025) mengidentifikasi kelemahan pada beberapa keterampilan proses sains terpadu, termasuk pengelolaan variabel, interpretasi, dan perencanaan percobaan. Temuan penelitian ini sejalan dalam hal perlunya penguatan pada aspek-aspek tersebut, tetapi tidak berarti tingkat kelemahan kedua kelompok penelitian identik. Media PhET membantu menyediakan objek pengamatan dan peluang manipulasi variabel, sedangkan latihan menginterpretasikan hasil dan membuat rancangan sendiri tetap memerlukan arahan serta pengulangan. Perbedaan tersebut memperlihatkan bahwa kesempatan melakukan kegiatan ilmiah tidak menghasilkan penguasaan yang sama pada setiap tahap kerja. Keterampilan menyusun dugaan dan melaksanakan prosedur dapat lebih langsung terfasilitasi oleh rangkaian kegiatan yang dipandu, sedangkan interpretasi serta perencanaan membutuhkan kesempatan untuk mengambil keputusan dan menilai hasil secara mandiri. Dari sudut evaluasi pembelajaran, informasi ini berguna untuk memisahkan aspek yang telah menunjukkan capaian relatif tinggi dari aspek yang masih perlu mendapat perhatian. Dengan demikian, tabel indikator tidak hanya berfungsi menunjukkan kelompok mana yang

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5220

memperoleh nilai lebih baik, tetapi juga membantu mengidentifikasi fokus penguatan pembelajaran IPA selanjutnya.

Secara deskriptif, seluruh indikator yang dicatat pada kelompok Experiential Learning berbantuan PhET lebih tinggi daripada kelompok Direct Instruction berbantuan PhET. Rerata sederhana tujuh indikator mencapai 76,04% untuk eksperimen dan 65,25% untuk kontrol, sehingga terdapat perbedaan 10,79 poin persentase. Hasil tersebut konsisten dengan perbandingan rerata posttest, tetapi perlu dibedakan dari besaran efek standar yang diuji secara inferensial.

Temuan ini dapat diletakkan dalam kerangka pembelajaran yang memberi peran aktif kepada siswa untuk mengalami, merefleksikan, memahami, dan menguji konsep. (Permatasari & Nurita, 2023) sebelumnya melaporkan hasil yang mendukung penggunaan *Experiential Learning* pada keterampilan proses sains. Dalam penelitian sekarang, simulasi berfungsi sebagai tempat siswa mencoba prosedur, menyaksikan perubahan, lalu menggunakan data hasil pengamatan. Keterkaitan antara kegiatan tersebut dan nilai KPS memperlihatkan potensi pembelajaran berbasis pengalaman, tanpa menyatakan bahwa seluruh peningkatan disebabkan oleh satu tahapan atau fitur media tertentu.

Besar Pengaruh Penggunaan Model *Experiential Learning* Berbantuan Simulasi PhET terhadap Keterampilan Proses Sains

Pengujian independent-samples t-test menghasilkan signifikansi 0,017, lebih kecil daripada 0,05. Dengan demikian, skor KPS akhir kelas eksperimen dan kontrol berbeda secara statistik. Ukuran efek *Cohen's d* sebesar 0,64 menunjukkan besaran perbedaan pada kategori sedang sesuai acuan penelitian. Pembacaan hasil ini perlu mempertimbangkan bahwa kedua kelas menggunakan PhET, tetapi memperoleh model pengajaran yang berbeda. Oleh karena itu, perbedaan capaian terutama berkaitan dengan perbandingan *Experiential Learning* dan *Direct Instruction* dalam kondisi berbantuan simulasi yang sama. Selama pelaksanaan, sebagian siswa pada awalnya memerlukan bantuan untuk menggunakan fitur PhET. Setelah bimbingan dan latihan, pengoperasian simulasi menjadi lebih mandiri. Pengalaman tersebut merupakan penjelasan konteks pembelajaran, bukan hasil uji sebab-akibat yang terpisah. Dalam menafsirkan besar pengaruh, peneliti juga perlu membedakan antara hasil uji yang menyatakan adanya perbedaan dan penjelasan mengenai proses yang mungkin berkaitan dengan perbedaan itu. Model *Experiential Learning* menyediakan urutan pengalaman, refleksi, konseptualisasi, dan penerapan, sedangkan kegiatan virtual memungkinkan pengamatan fenomena yang sulit dipraktikkan secara rutin di laboratorium sekolah. Mekanisme tersebut sesuai dengan catatan pelaksanaan kelas, tetapi penelitian tidak memisahkan besarnya kontribusi tiap fase atau fitur simulasi. Oleh sebab itu, ukuran efek 0,64 digunakan untuk melaporkan besaran perbedaan antarkelompok pada analisis yang dilakukan, bukan sebagai persentase perubahan keterampilan proses sains.

Perbedaan statistik yang ditemukan dapat dipahami bersama rancangan kegiatan di kelas eksperimen. Siklus *Experiential Learning* mengarahkan siswa dari pengalaman awal menuju refleksi, pengembangan konsep, dan pengujian kembali, sementara PhET menjadi lingkungan untuk menjalankan percobaan virtual. Penggabungan keduanya memberi kesempatan melakukan beberapa aktivitas ilmiah dalam satu rangkaian pembelajaran. Berdasarkan hasil pada sampel ini, strategi tersebut dapat dipertimbangkan sebagai pilihan dalam pembelajaran IPA tentang getaran, gelombang, dan cahaya. Generalisasi tetap perlu dibatasi karena sampel dipilih secara purposif dan penelitian menggunakan desain eksperimen semu.

SIMPULAN

Penelitian pada dua kelas VIII SMP Negeri 9 Parepare memperlihatkan bahwa pembelajaran *Experiential Learning* berbantuan simulasi PhET dapat dilaksanakan melalui *Concrete Experience, Reflective Observation, Abstract Conceptualization,* dan *Active Experimentation*. Rangkaian tersebut memberi kesempatan melakukan pengamatan, merefleksikan informasi, memahami konsep, serta menggunakannya dalam eksperimen virtual. Capaian *posttest* kelas eksperimen sebesar 74,90, sedangkan kontrol 64,69. Ketujuh indikator KPS pada kelompok eksperimen juga lebih tinggi secara deskriptif, yakni merumuskan hipotesis 82,76%, menamai variabel 71,72%, membuat definisi operasional 79,31%, melakukan eksperimen 80,46%, interpretasi 70,34%, merancang penyelidikan 70,69%, dan aplikasi konsep 77,01%. Uji perbandingan antarkelompok menunjukkan signifikansi 0,017 (di bawah 0,05), dengan Cohen's d sebesar 0,64 atau kategori sedang. Hasil ini mendukung penggunaan *Experiential Learning* berbantuan PhET sebagai salah satu alternatif pembelajaran yang berorientasi pada keterampilan proses

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5220

sains, dengan mempertimbangkan keterbatasan desain dan konteks penelitian. Dilihat berdasarkan indikator, keunggulan terbesar tampak pada perumusan hipotesis dan pelaksanaan eksperimen, sedangkan interpretasi serta perancangan penyelidikan masih menunjukkan capaian relatif lebih rendah dalam kelas eksperimen. Pola tersebut menunjukkan pentingnya memberikan latihan lanjutan untuk menafsirkan hasil dan menyusun prosedur ilmiah secara mandiri. Karena kedua kelas sama-sama menggunakan PhET, penelitian ini terutama mendukung perbedaan capaian antara dua model pembelajaran berbantuan media yang sama. Hasilnya tidak dapat digunakan untuk menyatakan besarnya kontribusi PhET secara terpisah. Kesimpulan juga dibatasi oleh pemilihan sampel secara purposif, penggunaan kelas yang telah ada, dan rentang pelaksanaan pembelajaran yang relatif singkat.

Daftar Pustaka

Afdalia, & Asmawati. (2025). Implementasi Model Experiential Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika. *Journal of Physics Educations*, *1*, 58–67.

Astutik, F. I. (2026). Pemanfaatan Media PhET untuk Meningkatkan Minat dan Aktivitas Belajar IPA Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Insight: Islamic Education and Learning*, *2*(1), 41–50.

Happy, M., Sari, N., Hutapea, B., Sianipar, D., Ardiningtyas, S. Y., Marjoko, S., Rukmana, A. Y., Suhendar, A., Sriwahyuni, E., & Fikriyah, S. N. (2023). *Model Pembelajaran Era Society 5.0*. GET PRESS INDONESIA.

Hutasoit, S. A. (2021). *Pembelajaran Teacher Centered Learning (TCL) dan Project Based Learning (PjBL) dalam Pengembangan Kinerja Ilmiah dan Peninjauan Karakter siswa*. *2*(10), 1775–1799.

Isma, A. dkk. (2023). Peta Permasalahan Pendidikan Abad 21 di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Terapan*, *01*(September), 11–28. https://doi.org/10.61255/jupiter.v1i3.153

Kolb, D. (1984). *Experiential learning : experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Muna, A., Tandililing, E., & Oktavianty, E. (2023). PENERAPAN MEDIA PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN PhET SIMULATION UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK PADA MATERI HUKUM NEWTON. *Jurnal Inovasi Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, *4*(1), 15–23. https://doi.org/10.26418/jippf.v4i1.55564

Parinduri, S. (2026). Manfaat Penggunaan Media PhET Simulation pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains Dan Terapan*, *4*, 66–72.

Permatasari, J., & Nurita, T. (2023). Peningkatan Science Process Skills Siswa Melalui Model Experiential Learning Pada Materi Getaran. *PENSA E-JURNAL: PENDIDIKAN SAINS*, *11*(3), 226–231.

Purwana, I. G., & Saputra, E. (2025). Efektivitas Pembelajaran Fisika Berorientasi Guided Inquiry Berbantuan PhET Simulasi Terhadap Pengembangan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Konstruktivisme: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, *17*(2). https://doi.org/10.35457/konstruk.v17i2.4646

Putra, I. M., & Pebriana, H. P. (2022). Upaya Meningkatkan Keterampilan Proses Sains melalui Penerapan Model Pembelajaran (Experiential Learning) pada Siswa Kelas III SDN 001 Bangkinang Kota. *Jurnal Dharma PGSD*, *2*(1), 222–233. http://ejournal.undhari.ac.id/index.php/judha

Putri, W. A., Astalini, & Darmaji. (2022). Analisis Kegiatan Praktikum untuk Dapat Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, *4*(3), 3361–3368.

Rahmat, M. (2024). *PENDIDIKAN IPA DI SD*. Nas Media Pustaka. https://books.google.co.id/books?id=2SAaEQAAQBAJ

Sampe, M., Ga, P., & Benu, H. (2022). Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Keterampilan Proses Sains Pada Pembelajaran Ipa. *Journal of Character and Elementary Education*, *1*(1), 73–81.

Sastrawati, A., Ar, H., Muhiddin, P., Mu, A., Daud, F., & Hala, Y. (2026). Pengaruh Aplikasi Virtual Laboratory terhadap Keterampilan Proses Sains dan Pemahaman Konsep Peserta Didik SMA. *JIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, *9*, 1156–1162.

Yunita, N., & Nurita, T. (2021). Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Pembelajaran Daring. *Pensa E-*

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5220

Jurnal : Pendidikan Sains, *9*(3), 378–385. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa

Zannatunna, S., Leny, & Hamid, A. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Experiential Learning Melalui Google Classroom Terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Motivasi Belajar Peserta Didik Pada Materi Hidrolisis Garam. *Journal of Chemistry And Education*, *4*(3), 93–100.