



Implementasi Media Simulasi PhET untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains pada Materi Suhu dan Kalor



Yulia Kuttayyibatun Nisa^{*,} Aris Rudi Purnomo

Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

*Email yulia.22096@mhs.unesa.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33369/pendipa.10.2.345-353>

ABSTRACT

Science learning emphasizes not only conceptual understanding but also the development of science process skills (SPS). However, limited laboratory facilities and conventional teaching methods often hinder the optimal development of students' SPS, especially in abstract topics such as temperature and heat. This study aimed to improve students' science process skills through the implementation of PhET simulation media on temperature and heat materials. The research employed a quantitative approach using a pre-experimental one-group pretest–posttest design. The study was conducted at SMP Negeri 5 Pamekasan during the odd semester of the 2025/2026 academic year, involving 30 seventh-grade students as research subjects. Data collection techniques included science process skills tests, learning implementation observation sheets, and student response questionnaires. Research instruments consisted of pretest–posttest questions, observation sheets, and Likert-scale questionnaires. Data analysis was performed using normalized gain (N-gain) analysis and descriptive statistical analysis. The results showed that the implementation of PhET simulation media effectively improved students' science process skills on temperature and heat materials, with a moderate to high category of improvement. In addition, students provided positive responses toward the use of PhET simulations in learning activities. It can be concluded that PhET simulation media is effective as an alternative learning media to enhance science process skills. Therefore, teachers are recommended to integrate PhET simulations into science learning to support active and meaningful learning experiences.

Keywords: PhET simulation, science process skills, temperature and heat, science learning.

ABSTRAK

Pembelajaran IPA tidak hanya menekankan pada penguasaan konsep, tetapi juga pada pengembangan keterampilan proses sains (KPS). Namun, keterbatasan fasilitas laboratorium serta pembelajaran yang masih bersifat konvensional menyebabkan KPS siswa belum berkembang secara optimal, khususnya pada materi suhu dan kalor yang bersifat abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa melalui implementasi media simulasi PhET pada materi suhu dan kalor. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain pre-eksperimental berupa one-group pretest–posttest design. Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 5 Pamekasan pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026 dengan subjek penelitian sebanyak 30 siswa kelas VII. Teknik pengumpulan data meliputi tes keterampilan proses sains, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, dan angket respons siswa. Instrumen penelitian berupa soal pretest dan posttest, lembar observasi, serta angket skala Likert. Teknik analisis data menggunakan analisis N-gain dan uji t-berpasangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi media simulasi PhET mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada materi suhu dan kalor dengan kategori peningkatan sedang hingga tinggi serta memperoleh respons positif dari siswa. Simpulan penelitian ini adalah media simulasi PhET efektif digunakan sebagai alternatif pembelajaran IPA untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

Kata kunci: Simulasi PhET, keterampilan proses sains, suhu dan kalor, pembelajaran IPA.

PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) memiliki peran penting dalam membekali peserta didik dengan kemampuan memahami fenomena alam melalui proses ilmiah. Salah satu kompetensi utama dalam pembelajaran IPA adalah keterampilan proses sains (KPS), yang mencakup kemampuan mengamati, mengklasifikasi, mengukur, memprediksi, menafsirkan data, dan menyimpulkan. Keterampilan ini diperlukan agar siswa tidak hanya menguasai konsep, tetapi juga mampu menerapkan cara kerja ilmiah dalam memecahkan permasalahan sains (Darlian & Setiawan, 2024).

Namun, kondisi pembelajaran IPA di sekolah menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa belum berkembang secara optimal. Pembelajaran masih didominasi oleh penyampaian materi secara verbal dan berpusat pada guru, sehingga keterlibatan aktif siswa dalam proses ilmiah relatif terbatas. Kondisi ini semakin terasa pada materi suhu dan kalor yang bersifat abstrak, sehingga siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep tanpa dukungan aktivitas eksperimen yang memadai (Fitria, 2021).

Berdasarkan hasil observasi awal di SMPN 5 Pamekasan, lebih dari 60% siswa kelas VII mengalami kesulitan membedakan konsep suhu dan kalor, belum mampu menghubungkannya dengan fenomena sehari-hari, kurang terlibat dalam kegiatan eksperimen, serta cenderung pasif karena pembelajaran masih didominasi ceramah dan bergantung pada buku teks tanpa media interaktif. Keterbatasan fasilitas laboratorium, keterbatasan waktu praktikum, serta jumlah alat yang tidak sebanding dengan jumlah siswa menyebabkan kegiatan eksperimen sering kali tidak terlaksana secara optimal. Akibatnya, siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep suhu dan kalor secara mendalam dan keterampilan proses sains yang seharusnya dilatihkan melalui kegiatan praktikum tidak berkembang secara maksimal (Eralita, 2023).

Berdasarkan kondisi tersebut, permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini meliputi: (1) rendahnya keterampilan proses sains siswa yang ditunjukkan oleh kurangnya kemampuan mengamati, mengukur, memprediksi, dan menafsirkan data pada pembelajaran IPA; (2) pembelajaran materi suhu dan kalor yang masih bersifat abstrak dan berpusat pada guru sehingga siswa kurang terlibat aktif dalam proses ilmiah; serta (3) keterbatasan sarana dan waktu praktikum yang menyebabkan kegiatan eksperimen belum terlaksana secara optimal.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penguatan pembelajaran IPA perlu mengacu pada kerangka pembelajaran sains yang menekankan proses ilmiah. American Association for the Advancement of Science (1967) melalui *Science – A Process Approach* (SAPA) menegaskan bahwa pembelajaran sains harus berfokus pada pengembangan keterampilan proses sains, baik keterampilan dasar seperti mengamati, mengklasifikasi, mengukur, dan memprediksi, maupun keterampilan terpadu seperti menafsirkan data dan melakukan eksperimen. SAPA memandang bahwa pemahaman konsep sains akan terbentuk secara lebih bermakna apabila siswa terlibat langsung dalam aktivitas ilmiah yang sistematis.

Perkembangan teknologi pendidikan memberikan peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui pemanfaatan media pembelajaran berbasis digital. Salah satu media yang potensial digunakan adalah simulasi PhET (*Physics Education Technology*) yang menyediakan simulasi interaktif berbasis komputer. Simulasi PhET memungkinkan siswa melakukan eksperimen virtual, memanipulasi variabel, serta mengamati fenomena ilmiah secara langsung tanpa bergantung pada ketersediaan alat laboratorium. Melalui aktivitas tersebut, siswa dapat lebih aktif dalam proses pembelajaran dan berkesempatan melatih keterampilan proses sains (Fitria, dkk, 2023).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran interaktif dapat mendukung pengembangan keterampilan proses sains. Nurfahzuni dan Budiyanto (2023)

melaporkan bahwa penerapan Guided Inquiry Learning berbantuan simulasi interaktif PhET mampu meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik melalui kegiatan eksplorasi dan penemuan konsep secara mandiri. Temuan ini menunjukkan bahwa simulasi PhET berpotensi menjadi sarana yang efektif untuk memfasilitasi aktivitas ilmiah siswa.

Selain itu, penelitian Purwati, Darwis, dan Natsir (2025) mengungkapkan bahwa laboratorium virtual IPA efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada materi suhu dan kalor. Laboratorium virtual memungkinkan siswa melakukan eksperimen secara aman dan fleksibel melalui manipulasi variabel dan pengamatan fenomena secara visual, sehingga dapat mengatasi keterbatasan sarana dan waktu praktikum di sekolah.

Selain itu, penelitian Subeki, Astriani, dan Qosyim (2022) menunjukkan bahwa penggunaan media simulasi PhET berbasis inkuiri terbimbing terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Hasil penelitian tersebut melaporkan peningkatan nilai pretest–posttest dalam keterampilan proses sains dengan skor N-gain sebesar 0,70 dalam kategori tinggi dan respons siswa yang menunjukkan minat tinggi terhadap simulasi PhET dalam pembelajaran materi yang abstrak dan kompleks. Temuan ini mendukung bahwa integrasi simulasi PhET dengan pendekatan inkuiri terbimbing dapat menjadi strategi yang efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains, khususnya dalam konteks pembelajaran IPA yang menuntut keterlibatan aktif siswa dalam eksplorasi ilmiah.

Dukungan lain terhadap pemanfaatan simulasi PhET pada materi suhu dan kalor juga ditunjukkan oleh penelitian Prayugo (2023) yang mengembangkan media bantuan praktikum fisika berbasis video dengan integrasi simulasi PhET dan aplikasi Filmora. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan media berbasis simulasi mampu membantu siswa memahami konsep suhu dan kalor secara lebih konkret melalui visualisasi fenomena yang sulit diamati secara langsung. Temuan ini menegaskan bahwa integrasi teknologi simulasi dalam pembelajaran

fisika dapat menjadi solusi alternatif untuk meningkatkan kualitas praktikum dan memperkuat pemahaman konseptual sekaligus keterampilan proses sains peserta didik.

Meskipun berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas simulasi PhET dan laboratorium virtual dalam meningkatkan keterampilan proses sains, implementasinya dalam konteks pembelajaran IPA di sekolah masih perlu dikaji lebih lanjut, khususnya pada materi suhu dan kalor. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengkajian penggunaan media simulasi PhET sebagai laboratorium virtual untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) bagaimana implementasi media simulasi PhET dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada materi suhu dan kalor; dan (2) bagaimana respons siswa terhadap penggunaan media simulasi PhET dalam pembelajaran IPA. Tujuan penelitian ini adalah: (1) mengidentifikasi peningkatan keterampilan proses sains siswa setelah penerapan media simulasi PhET pada materi suhu dan kalor; serta (2) mengidentifikasi respons siswa terhadap penggunaan media simulasi PhET dalam pembelajaran.

Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada penerapan media simulasi PhET sebagai laboratorium virtual yang difokuskan secara khusus pada materi suhu dan kalor dengan pengukuran keterampilan proses sains melalui indikator inti, yaitu mengamati, mengukur, dan menyimpulkan. Selain itu, penelitian ini mengintegrasikan analisis peningkatan menggunakan N-gain dengan penguatan data respons siswa, sehingga memberikan gambaran komprehensif mengenai efektivitas simulasi PhET tidak hanya dari aspek hasil belajar, tetapi juga dari keterlibatan dan pengalaman belajar siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode pre-eksperimental. Model penelitian yang digunakan adalah one-

group pretest–posttest design, yaitu model penelitian yang melibatkan satu kelompok subjek tanpa kelompok kontrol (Creswell, 2012). Pada model ini, subjek penelitian diberikan tes awal (pretest) untuk mengetahui keterampilan proses sains sebelum perlakuan, kemudian diberikan perlakuan berupa pembelajaran menggunakan media simulasi PhET, dan selanjutnya diberikan tes akhir (posttest) untuk mengetahui keterampilan proses sains setelah perlakuan.

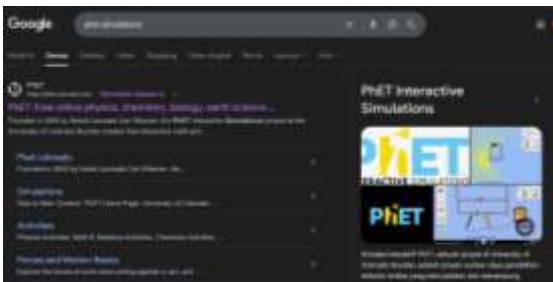
Desain penelitian *one-group pretest–posttest* secara skematis dapat digambarkan sebagai berikut:

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Satu kelas	O ₁	X	O ₂

Pada Tabel O₁ merupakan pretest, X merupakan perlakuan berupa implementasi media simulasi PhET pada materi suhu dan kalor, dan O₂ merupakan posttest. Selisih hasil antara pretest dan posttest digunakan untuk mengetahui peningkatan keterampilan proses sains siswa setelah penerapan media simulasi PhET.

Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 5 Pamekasan pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026. Subjek penelitian adalah 30 siswa kelas VII yang dipilih dengan teknik purposive sampling berdasarkan pertimbangan kesesuaian kelas dengan karakteristik penelitian. Perlakuan diberikan selama proses pembelajaran materi suhu dan kalor menggunakan simulasi PhET yang diintegrasikan ke dalam kegiatan pembelajaran.



Gambar 1. Cara mengakses PhET Simulations

Media pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi interaktif PhET (*Physics Education Technology*) yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder. Media ini digunakan sebagai virtual laboratory untuk membantu peserta didik memahami konsep suhu dan kalor melalui kegiatan eksplorasi dan eksperimen secara digital (Erniati & Efendi, 2024).

Simulasi PhET dapat diakses melalui laman resmi <https://phet.colorado.edu> menggunakan perangkat komputer atau laptop yang terhubung dengan jaringan internet. Adapun langkah-langkah mengakses simulasi menurut Azzahra, dkk (2024) adalah (1) membuka peramban (browser) pada perangkat komputer atau laptop (2) mengunjungi situs resmi PhET Simulation (3) memilih menu *Physics* (Fisika) (4) memilih simulasi yang sesuai dengan materi pembelajaran, yaitu *Energy Forms and Changes* serta (5) menjalankan simulasi secara langsung (online). Penggunaan simulasi dilakukan secara berkelompok dengan pendampingan guru dan peneliti melalui lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis inkuiri terbimbing.



Gambar 2. Tampilan PhET Simulations

Tampilan simulasi PhET dirancang interaktif dan visual sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami fenomena fisika

secara konseptual (Muliadi, dkk., 2025). Pada materi suhu dan kalor, simulasi menampilkan objek benda, sumber panas, serta indikator perubahan suhu yang divisualisasikan dalam bentuk animasi partikel. Beberapa komponen utama yang ditampilkan dalam simulasi meliputi objek dengan jenis bahan berbeda, sumber energi panas, alat ukur suhu (termometer), indikator energi atau gerak partikel serta grafik perubahan suhu terhadap waktu. Visualisasi partikel memungkinkan peserta didik mengamati hubungan antara energi panas dan gerak molekul secara langsung yang sulit diamati melalui praktikum konvensional.

Menurut Fauziyah, dkk (2025) simulasi PhET memiliki berbagai fitur interaktif yang mendukung proses pembelajaran berbasis penyelidikan, antara lain (1) *interactive manipulation* dimana Peserta didik dapat mengubah variabel seperti suhu awal, jenis material, dan besar energi panas sehingga memungkinkan kegiatan eksperimen virtual (2) *real-time visualization*, dimana perubahan suhu dan energi ditampilkan secara langsung sehingga membantu peserta didik memahami hubungan sebab-akibat dalam konsep kalor (3) *measurement tools* yaitu tersedia alat ukur virtual seperti termometer yang memungkinkan peserta didik melakukan pengamatan dan pengukuran layaknya praktikum nyata. (4) *particle animation*, dimana animasi gerak partikel membantu menjelaskan konsep mikroskopis perpindahan energi panas serta (5) *user-friendly interface*, dimana tampilan sederhana dan intuitif memudahkan peserta didik dalam mengoperasikan simulasi tanpa memerlukan keterampilan teknis khusus. Melalui fitur-fitur tersebut, simulasi PhET memungkinkan peserta didik melakukan eksplorasi konsep secara mandiri maupun kelompok sehingga mendukung pengembangan keterampilan proses sains seperti mengamati, mengukur, dan menyimpulkan.

Teknik pengumpulan data meliputi tes keterampilan proses sains, observasi keterlaksanaan pembelajaran, dan angket respons siswa. Tes keterampilan proses sains diberikan sebelum dan sesudah perlakuan untuk mengukur peningkatan keterampilan proses sains siswa.

Observasi dilakukan untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran menggunakan simulasi PhET, sedangkan angket digunakan untuk mengetahui respons siswa terhadap penggunaan media simulasi PhET dalam pembelajaran.

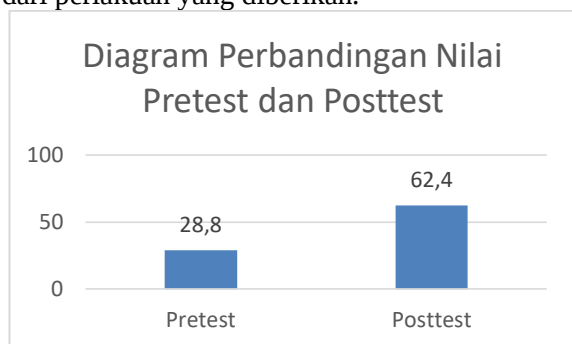
Pemilihan teknik pengumpulan data dan instrumen penelitian mengacu pada Ardiansyah, Risnita, dan Jailani (2023) yang menegaskan bahwa penelitian kuantitatif memerlukan instrumen yang terstandar, sistematis, dan terukur agar data yang diperoleh bersifat objektif serta dapat dianalisis secara statistik. Instrumen penelitian terdiri atas soal pretest dan posttest keterampilan proses sains, lembar observasi, serta angket skala Likert. Data dianalisis menggunakan analisis N-gain untuk mengetahui peningkatan keterampilan proses sains dan analisis deskriptif untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran serta respons siswa.

Penentuan prosedur penelitian, pemilihan teknik pengumpulan data, serta teknik analisis data dalam penelitian ini juga mengacu pada Arikunto (2010) yang menyatakan bahwa penelitian kuantitatif dilaksanakan melalui tahapan yang sistematis, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga pengolahan dan analisis data. Pendekatan tersebut digunakan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh valid, reliabel, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Pemilihan model dan prosedur penelitian didukung oleh temuan Purwati, dkk (2025) yang menyatakan bahwa laboratorium virtual IPA efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik, khususnya pada materi suhu dan kalor. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual mampu memberikan pengalaman eksperimen yang setara dengan praktikum nyata melalui aktivitas pengamatan, manipulasi variabel, pengukuran, serta penarikan kesimpulan secara mandiri. Oleh karena itu, implementasi simulasi PhET dalam penelitian ini dipandang relevan sebagai bentuk laboratorium virtual yang memungkinkan siswa kelas VII mengembangkan keterampilan proses sains secara sistematis melalui desain pembelajaran pretest–posttest.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil penelitian secara kuantitatif yang didukung oleh tabel dan grafik untuk memperjelas peningkatan keterampilan proses sains siswa setelah implementasi media simulasi PhET. Nilai rata-rata keterampilan proses sains siswa mengalami peningkatan yang signifikan setelah penerapan media simulasi PhET. Nilai rata-rata posttest lebih tinggi dibandingkan dengan nilai pretest, yang mengindikasikan adanya pengaruh positif dari perlakuan yang diberikan.



Gambar 1. Diagram Perbandingan Nilai Pretest dan Posttest

Untuk mengetahui tingkat peningkatan keterampilan proses sains, dilakukan analisis N-gain. Hasil perhitungan N-gain disajikan pada Tabel 2.

Tabel. 2. Hasil Analisis N-Gain KPS

Kriteria	Jumlah Siswa	Persentase
Tinggi	0	0%
Sedang	26	87%
Rendah	4	13%

Hasil analisis N-gain pada Tabel 2 menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami peningkatan keterampilan proses sains pada kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa media simulasi PhET cukup efektif dalam membantu siswa memahami konsep suhu dan kalor sekaligus melatih keterampilan proses sains melalui aktivitas eksplorasi dan eksperimen virtual.

Hasil perhitungan N-gain yang menunjukkan bahwa peningkatan keterampilan proses sains siswa berada pada kategori sedang dan rendah disebabkan oleh beberapa faktor seperti kemampuan awal siswa (pretest) yang relatif rendah dan bervariasi yang memengaruhi

capaian peningkatan yang diperoleh. Siswa dengan kemampuan awal rendah membutuhkan waktu lebih lama untuk memahami konsep dasar suhu dan kalor, sehingga peningkatan yang terjadi belum mencapai kategori tinggi (Mahyana, dkk., 2024).

Dalam konteks penelitian ini, peningkatan keterampilan proses sains yang ditunjukkan melalui hasil pretest–posttest dan analisis N-gain mengindikasikan bahwa penggunaan simulasi PhET sebagai laboratorium virtual mampu memfasilitasi aktivitas ilmiah tersebut. Aditias dan Kuswanto (2024) menyebutkan bahwa pemanfaatan media dan model pembelajaran yang tepat berperan penting dalam mengatasi keterbatasan pembelajaran fisika konvensional dan mendorong penguatan keterampilan proses sains siswa.

Temuan peningkatan keterampilan proses sains dalam penelitian ini juga didukung oleh penelitian Radianti (2025) yang menemukan bahwa pembelajaran inkuiri terbimbing yang dibantu simulasi PhET secara signifikan meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik pada pembelajaran IPA. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan simulasi PhET dalam konteks pembelajaran inkuiri terbimbing mendorong siswa untuk secara aktif melakukan tahapan proses sains seperti mengamati, merumuskan hipotesis, bereksperimen secara virtual, dan menarik kesimpulan. Dengan demikian, hasil penelitian ini konsisten dengan temuan Radianti (2025), yang menunjukkan bahwa penggunaan PhET baik dalam inkuiri maupun dalam pendekatan pembelajaran lain dapat memberi kontribusi positif terhadap pengembangan keterampilan proses sains siswa, terutama pada materi yang bersifat abstrak seperti suhu dan kalor.

Tabel. 3. Hasil Uji Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest KPS	,130	30	,200 [*]	,949	30	,159
Posttest KPS	,123	30	,200 [*]	,944	30	,120

^a. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan uji normalitas. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data keterampilan proses sains (KPS) pada nilai pretest dan posttest berdistribusi normal sebagai prasyarat analisis statistik parametrik. Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan Shapiro–Wilk, karena jumlah sampel kurang dari 50. Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 3 Uji Normalitas Shapiro–Wilk. Berdasarkan tabel tersebut, diperoleh nilai signifikansi (Sig.) data pretest sebesar 0,159 dan data posttest sebesar 0,120. Kedua nilai signifikansi tersebut lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data pretest dan posttest keterampilan proses sains berdistribusi normal. Dengan terpenuhinya asumsi normalitas, maka analisis selanjutnya dapat dilakukan menggunakan uji statistik parametrik, yaitu uji *t* berpasangan (*Paired Sample t-Test*).

Tabel. 4. Uji *t* berpasangan

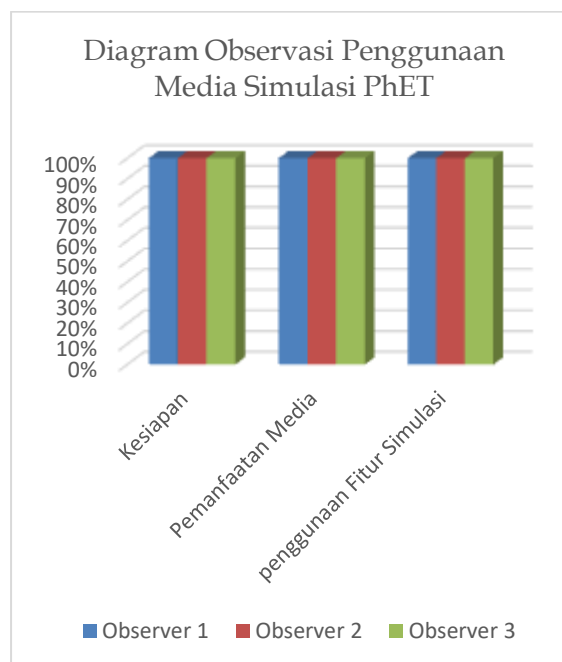
Paired Samples Test				
	Mean	Std. Deviation	t	Sig. (2-tailed)
Pretest - Posttest	-33.53	12.400	-2.200	.040

Uji *t* berpasangan dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest keterampilan proses sains siswa setelah penerapan media simulasi PhET pada materi suhu dan kalor. Hasil uji *t* berpasangan disajikan pada tabel 4. Uji *t* Berpasangan.

Berdasarkan hasil uji *Paired Sample t-Test*, diperoleh nilai rata-rata pretest keterampilan proses sains sebesar 28,87, sedangkan nilai rata-rata posttest sebesar 62,40. Hasil uji menunjukkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,000, yang lebih kecil dari 0,05. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara keterampilan proses sains siswa sebelum dan sesudah penggunaan media simulasi PhET. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan media simulasi PhET memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa pada materi suhu dan kalor.

Selain hasil tes, penggunaan media simulasi PhET juga diamati untuk mengetahui

kesesuaian pelaksanaan pembelajaran dengan rencana yang telah disusun. Hasil observasi penggunaan media simulasi disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Observasi Penggunaan Media Simulasi PhET

Seperti terlihat pada Gambar 2, Berdasarkan hasil observasi, seluruh indikator penggunaan media simulasi PhET memperoleh jawaban "Ya" dari ketiga observer, artinya seluruh indikator kegiatan pada lembar observasi terlaksana dengan baik dan mencapai 100%. Hal ini menunjukkan bahwa media simulasi PhET digunakan secara optimal selama pembelajaran.

Respons siswa terhadap penggunaan simulasi PhET diperoleh melalui angket, yang hasilnya disajikan pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5, sebagian besar siswa memberikan respons sangat baik dan baik terhadap penggunaan simulasi PhET. Siswa menyatakan bahwa pembelajaran menjadi lebih menarik, mudah dipahami, dan membantu mereka lebih aktif dalam melakukan kegiatan pembelajaran. Temuan ini memperkuat hasil penelitian bahwa simulasi PhET tidak hanya meningkatkan keterampilan proses sains, tetapi juga meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran IPA. Siswa merasa

pembelajaran menjadi lebih menarik, mudah dipahami, dan membantu mereka aktif dalam proses pembelajaran.

Tabel 5. Hasil Angket Respons Siswa per Indikator

Indikator	Persentase rata-rata	Kriteria
Kemudahan Penggunaan Media Simulasi PhET	80,83%	Baik
Keterarikan dan Motivasi Belajar	91,66%	Sangat Baik
Pemahaman Konsep melalui Simulasi	86,11%	Sangat Baik
Keaktifan dan Keterlibatan dalam Pembelajaran	82,49%	Sangat Baik
Manfaat terhadap Pemahaman Materi Suhu dan Kalor	88,05%	Sangat Baik

Pembelajaran berbasis simulasi PhET juga memberikan pengalaman belajar yang menyerupai kegiatan laboratorium, sehingga keterbatasan sarana praktikum dapat diatasi tanpa mengurangi esensi pembelajaran sains berbasis proses. Siswa merasa pembelajaran menjadi lebih menarik, mudah dipahami, dan membantu mereka aktif dalam proses pembelajaran.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Aditias dan Kuswanto (2024) yang menyimpulkan bahwa implementasi keterampilan proses sains dalam pembelajaran fisika di Indonesia masih memerlukan dukungan strategi pembelajaran yang berorientasi pada aktivitas ilmiah siswa. Literatur review tersebut menegaskan bahwa keterampilan proses sains, seperti mengamati, mengukur, mengklasifikasi, menafsirkan data, dan menyimpulkan, akan berkembang secara optimal apabila pembelajaran memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat langsung dalam proses eksperimen dan eksplorasi konsep.

Temuan dalam penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian Arumningtyas, Budiyanto, dan Purnomo (2022) yang menunjukkan bahwa penerapan *virtual*

laboratory turut berkontribusi terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa, khususnya pada situasi pembelajaran daring selama masa pandemi. Dalam penelitian tersebut, siswa yang menggunakan *virtual laboratory* menunjukkan peningkatan keterampilan proses sains pada pengamatan, pengukuran, dan interpretasi data apabila dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Hal ini konsisten dengan temuan dalam penelitian ini, di mana penggunaan media simulasi PhET sebagai bentuk *virtual laboratory* juga memfasilitasi aktivitas ilmiah yang mendorong keterlibatan siswa dalam proses sains secara aktif. Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung kesimpulan Arumningtyas et al. (2022) bahwa *virtual laboratory* dapat menjadi alternatif efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains di berbagai kondisi pembelajaran.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa implementasi media simulasi PhET efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada materi suhu dan kalor. Media ini juga memperoleh respons positif dari siswa dan dapat menjadi alternatif pembelajaran IPA yang inovatif. Disarankan bagi guru untuk memanfaatkan simulasi PhET secara berkelanjutan dalam pembelajaran IPA, serta bagi peneliti selanjutnya untuk mengembangkan penelitian dengan desain eksperimen yang lebih kuat dan melibatkan kelompok kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- AAAS. (1967). *Science - A Process Approach (SAPA)* (AIR-21900-). AAAS.
- Aditias, S. E., & Kuswanto, H. (2024). Analisis Implementasi Keterampilan Proses Sains Di Indonesia Pada Pembelajaran Fisika : Literatur Review. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 15(2), 153–166. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v15i2.15912>.
- Ardiansyah, Risnita, & Jailani, M. S. (2023). Teknik Pengumpulan Data Dan Instrumen Penelitian Ilmiah Pendidikan Pada Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif. *Jurnal IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.61104/ihsan.v1i2.57>
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu*

- Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- Arumningtyas, N., Budiyo, M., & Purnomo, A. R. (2022). Penerapan Virtual Laboratory Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Di Masa Pandemi. *Pensa: E-Jurnal Pendidikan Sains*, 10(2), 246–252.
- Az-zahra, P. L., Rohim, F., Amarullo, R. R., Nanto, D., & Herpi, A. N. (2024). Comparative Study Between Virtual Laboratory PhET Colorado Versus Applets in Photoelectric Effect. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 7(2), 289-299.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (4th ed.). Pearson.
- Darlian, K. F., & Setiawan, B. (2024). Penerapan Model Inquiry Learning Berbasis Kearifan Lokal Romokalisari Terhadap Peningkatan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 12(3), 77–81.
- Eralita, N. (2023). Analisis Keterampilan Proses Sains dalam Praktikum Kimia Fisika. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 7(2), 187–196.
<https://doi.org/10.19109/ojpk.v7i2.19402>
- Erniati, A., & Efendi. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Berbantuan PhET Simulation untuk Meningkatkan Hasil dan Motivasi Belajar Siswa Kelas V MIN I Langa. *Gravitasi: Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, 7(02), 1–10.
- Fauziyah, Z., Azzahra, S. F., Azka, H., Putri, A. A., Arya, N. W., & Rif'iyati, D. (2025, July). Pemanfaatan Inovasi Digital PHET Sebagai Media Belajar Interaktif Siswa Pada Pembelajaran IPA Di SD/MI. In *Prosiding SEMAI: Seminar Nasional PGMI* (Vol. 3, pp. 89-104).
- Fitria, D. (2021). Hubungan Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis pada Materi Suhu dan Kalor. *Journal Evaluation in Education (JEE)*, 1(3), 83–90.
<https://doi.org/10.37251/jee.v1i3.137>
- Fitria, N., Aziizi, M. K. R., Hardoyo, T., Supriadi, B., Harjianto, A., & Junaidi, M. R. (2023). Penggunaan Phet Simulation Untuk Meningkatkan Aktivitas Dan Hasil Belajar Siswa Smp Islam Panggul. *Optika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 428–438.
<https://doi.org/10.37478/optika.v7i2.3394>
- Mahyana, Husnizar, & Nurmawati. (2024). Pengaruh Penerapan Lkpd Ber Basis Simulasi PhET Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Suhu Dan Kalor. *RELATIVITAS: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, 7(1), 57–63.
- Muliadi, I., Gunawan, G., Hudaini, L., & Gifari, P. (2025). Pengenalan PhET Simulation: Pendorong Eksplorasi Mendalam dan Motivasi Belajar Fisika di SMAN 4 Mataram. *Indonesian Journal of Education and Community Services*, 5(2), 75-80.
- Nurfahzuni, D., & Budiyo, M. (2023). Implementasi Guided Inquiry Learning Berbantuan Simulasi Interaktif Phet Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 11(1), 53–60.
- Prayugo, G. H. (2023). *Pengembangan Media Bantuan Praktikum Fisika Berbasis Video (PhET dan Filmora) Pada Materi Suhu dan Kalor*.
[http://repository.radenintan.ac.id/28379/%0Ahttp://repository.radenintan.ac.id/28379/1/Skripsi 1-2.pdf](http://repository.radenintan.ac.id/28379/%0Ahttp://repository.radenintan.ac.id/28379/1/Skripsi%201-2.pdf)
- Purwati, Darwis, R., & Alim, N. N. (2025). Efektivitas Laboratorium Virtual IPA dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas VII pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(Maret), 723–731.
- Radianti, I. (2025). Pengaruh Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Dengan Phet Pada Keterampilan Proses Sains Peserta Didik. *Pena Kreatif: Jurnal Pendidikan*, 12(1), 33–44.
<https://doi.org/10.29406/jpk.v12i1.4440>
- Subeki, R. S., Astriani, D., & Qosyim, A. (2022). Media Simulasi PhET Berbasis Inkuiri Terbimbing Materi Getaran dan Gelombang Terhadap Peningkatan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik. *Pensa E - Jurnal: Pendidikan Sains*, 10(1), 75–80.