

## Efektivitas Laboratorium Virtual IPA dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas VII pada Materi Suhu dan Kalor

Purwati<sup>1)\*</sup>, Rahmiati Darwis<sup>1)</sup>, Nur Alim Natsir<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Institut Agama Islam Negeri Ambon

\*Corresponding Author: [purwatianugerah7@gmail.com](mailto:purwatianugerah7@gmail.com)

### ABSTRAK

Terbatasnya sarana dan prasarana laboratorium IPA di sekolah menyebabkan peserta didik jarang melakukan praktikum karena jadwal yang bertabrakan dan jumlah peserta didik yang banyak, sehingga berdampak pada rendahnya keterampilan proses sains (KPS) peserta didik. Penelitian ini mengkaji efektivitas laboratorium virtual IPA dalam meningkatkan KPS peserta didik kelas VII pada materi suhu dan kalor di SMP Negeri 14 Ambon. Metode penelitian menggunakan kuasi eksperimen dengan desain *Pretest-Posttest Control Group Design*. Populasi meliputi seluruh peserta didik kelas VII tahun ajaran 2023/2024 dengan sampel kelas VII<sub>3</sub> (eksperimen) dan VII<sub>4</sub> (kontrol) yang dipilih melalui *simple random sampling*. Data dikumpulkan melalui angket respon dan tes KPS dengan 20 butir soal yang mengukur enam aspek KPS: klasifikasi, komunikasi, interpretasi, prediksi, penerapan konsep, dan perencanaan percobaan. Analisis data menggunakan uji-t setelah memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas. Berdasarkan hasil analisis menggunakan IBM SPSS Statistics 26, diperoleh nilai signifikansi uji-t sebesar  $0,000 < 0,05$  ( $\alpha$ ), yang mengindikasikan bahwa implementasi laboratorium virtual IPA efektif dalam meningkatkan KPS peserta didik pada materi suhu dan kalor. Hasil ini didukung oleh tingginya respon peserta didik yang mencapai 94%, menunjukkan penerimaan yang sangat baik terhadap penggunaan teknologi laboratorium virtual dalam pembelajaran IPA.

**Kata Kunci:** Kalor; Keterampilan Proses Sains; Laboratorium Virtual IPA; Suhu

Received: 19 Feb 2025; Revised: 12 Mar 2025; Accepted: 16 Mar 2025; Available Online: 21 Mar 2025

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



### PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan kegiatan praktikum merupakan dua komponen yang tidak dapat terpisahkan. Kegiatan praktikum IPA bertujuan untuk menemukan suatu konsep IPA yang dibarengi dengan pembuktian konsep IPA (Bakar et al., 2020). Praktikum laboratorium IPA merupakan wadah yang digunakan untuk melakukan sebuah eksperimen dan menganalisis data yang diperoleh sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai serta praktikum laboratorium IPA yang dilakukan ini dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik dalam memperbaiki keterampilan proses sains, pemahaman hakikat IPA dalam proses pembelajaran IPA (Jagodzinski & Wolski, 2014).

Keterampilan proses sains (KPS) dikembangkan oleh guru khususnya pada abad-21 yang bertujuan untuk memfasilitasi peserta didik dalam memahami dan menganalisis berbagai fenomena di sekitar mereka. Menurut Rustaman (2005), keterampilan ini memiliki peranan dalam memperoleh, mengembangkan, serta mengimplementasikan konsep-konsep, prinsip, dan hukum yang menjadi landasan dalam ilmu sains. KPS mencakup serangkaian aktivitas ilmiah seperti melakukan observasi, menarik kesimpulan, melakukan pengukuran dengan tepat, mengkomunikasikan temuan, mengklasifikasikan data, serta memprediksi fenomena berdasarkan pola yang ditemukan (Lepiyanto, 2014).

Berdasarkan hasil kegiatan observasi yang dilakukan pada salah satu SMP di provinsi Maluku kota Ambon yakni pada SMP Negeri 14 Ambon bahwa laboratorium di sekolah tersebut masih memiliki prasarana yang kurang mendukung dikarenakan jumlah peserta didik yang sangat banyak yang mengakibatkan guru mata pelajaran IPA di setiap kelas sering tidak dapat melaksanakan praktikum karena jadwal yang bertabrakan. Berdasarkan masalah tersebut, maka di sekolah tersebut terdapat kendala kegiatan praktikum pada mata pelajaran IPA. Sebagai seorang guru IPA tentunya ini menjadi sebuah tantangan dalam meningkatkan KPS

peserta didiknya. Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu guru IPA tersebut diperoleh bahwa dalam melakukan sebuah praktikum hanya dapat dilakukan pada materi tertentu saja contohnya pengukuran besaran pokok saja karena di sekolah tersebut hanya ada peralatan alat ukur saja dan pada materi ini dapat dilakukan di ruangan kelas tanpa membutuhkan laboratorium. Pada materi lain contohnya seperti materi suhu dan kalor yang jarang dilakukan sebuah praktikum sehingga, KPS peserta didiknya cenderung rendah. Berdasarkan hal tersebut, proses belajar IPA di sekolah terganggu khususnya dalam melakukan praktikum. Sehingga, perlu adanya alternatif yang dapat mendukung kekurangan sarana dan prasarana laboratorium IPA yang dapat meningkatkan KPS peserta didik yaitu dengan menggunakan virtual lab IPA.

Laboratorium virtual adalah objek yang berupa multimedia interaktif yang meliputi berbagai macam format heterogen yang meliputi suara, gambar, video, animasi, teks, hiperteks, maupun grafik (Astiani et al., 2019). Laboratorium virtual berisi sebuah perangkat pembelajaran berbasis komputer yang memungkinkan peserta didik untuk melakukan eksperimen sains secara virtual melalui simulasi interaktif. Perangkat ini menyediakan lingkungan belajar yang mencakup alat-alat laboratorium dalam bentuk digital, memungkinkan peserta didik untuk melakukan kegiatan pengamatan, pengumpulan data, dan analisis seperti yang dilakukan di laboratorium nyata. Melalui laboratorium virtual, peserta didik dapat melakukan eksperimen berulang kali tanpa risiko kerusakan alat atau pemborosan bahan, serta dapat mengakses fasilitas laboratorium di manapun dan kapanpun selama masih terhubung dengan perangkat digital (Nirwana, 2016).

Dalam penelitian ini menggunakan dua jenis laboratorium virtual IPA yakni *Physics Education Technology* (PhET) dan *OLabs*. Kedua jenis laboratorium ini dipilih karena kedua lab tersebut dapat diakses secara online dan gratis, serta mendukung pembelajaran yang bersifat konstruktivis. PhET merupakan salah satu lab virtual yang dikembangkan dengan tujuan sebagai media pembelajaran bagi peserta didik dalam melaksanakan kegiatan praktikum baik yang diamati secara makroskopis maupun submikroskopis. PhET menawarkan simulasi interaktif yang memvisualisasikan konsep abstrak seperti perpindahan kalor dan perubahan fase zat. OLabs adalah prakarsa pendidikan yang dipelopori oleh Amrita CREATE yang memungkinkan peserta didik melakukan eksperimen virtual dengan prosedur yang mirip laboratorium nyata (Vidyapeetham, 2021).

Materi suhu dan kalor dipilih sebagai fokus penelitian dalam penggunaan laboratorium virtual IPA karena beberapa pertimbangan penting. Pertama, konsep suhu dan kalor merupakan materi fundamental dalam pembelajaran IPA yang membutuhkan pemahaman abstrak dan konkret secara bersamaan, seperti perpindahan kalor, perubahan wujud zat, dan pengaruh suhu terhadap berbagai fenomena. Kedua, berdasarkan hasil wawancara dengan guru IPA di SMP Negeri 14 Ambon, praktikum pada materi suhu dan kalor jarang dilakukan karena keterbatasan alat laboratorium, sehingga KPS peserta didik pada materi ini cenderung rendah. Ketiga, praktikum suhu dan kalor memerlukan peralatan khusus seperti termometer, kalorimeter, dan berbagai sumber kalor yang tidak selalu tersedia di sekolah atau berisiko dalam penggunaannya oleh peserta didik. Melalui laboratorium virtual, eksperimen suhu dan kalor dapat dilakukan secara aman dan berulang-ulang tanpa khawatir akan kerusakan alat atau risiko kecelakaan. Selain itu, visualisasi konsep abstrak dalam materi suhu dan kalor melalui simulasi virtual dapat membantu peserta didik membangun pemahaman yang lebih komprehensif dan meningkatkan KPS mereka.

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran sains. Darwis & Hardiansyah, (2023) dalam penelitian eksperimennya menemukan bahwa laboratorium virtual PhET memberikan pengaruh positif terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTs) peserta didik di MTS Negeri Ambon. Sejalan dengan itu, penelitian quasi eksperimen oleh (Egidius et al., 2020) mengungkapkan adanya pengaruh yang signifikan dari pembelajaran daring berbantuan laboratorium virtual terhadap minat belajar peserta didik kelas X MIPA. Lebih lanjut, Utami & Adilla (2022) melaporkan bahwa penggunaan Virtual PhET efektif dalam meningkatkan KPS peserta didik pada materi asam dan basa dengan persentase aspek tertinggi mencapai 97,5%. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang berfokus pada aspek HOTs, minat belajar, dan keterampilan proses sains secara terpisah, penelitian ini mengkaji secara khusus efektivitas penggunaan laboratorium virtual IPA dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik pada materi suhu dan kalor dengan mengkombinasikan dua jenis laboratorium virtual yaitu PhET dan OLabs.

Menanggapi tantangan keterbatasan fasilitas laboratorium, peneliti memilih SMP Negeri 14 Ambon sebagai lokasi penerapan laboratorium virtual IPA. Meskipun sekolah tersebut memiliki laboratorium IPA,

jumlah peserta didik per angkatan yang sangat besar menyebabkan keterbatasan akses ke fasilitas praktikum dalam pembelajaran IPA. Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, peneliti akan melakukan investigasi lebih mendalam mengenai potensi laboratorium virtual IPA dalam mengembangkan keterampilan proses sains peserta didik. Dengan demikian, tujuan penelitian ini dirumuskan untuk mengkaji efektivitas implementasi laboratorium virtual IPA sebagai sarana untuk meningkatkan keterampilan proses sains pada peserta didik kelas VII dalam mempelajari konsep suhu dan kalor di SMP Negeri 14 Ambon.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan kuasi eksperimen untuk mengkaji fenomena yang diteliti. Kegiatan pengambilan data berlangsung selama kurun waktu empat bulan, dimulai dari Agustus dan berakhir pada November 2023. Desain penelitian ini adalah *Pretest – Posttest Control Group Design*, dimana peserta didik dibagi ke dalam dua kelompok secara acak dan masing-masing kelompok menjalani pengukuran kemampuan di awal (*pretest*) dan akhir penelitian (*posttest*). Dalam pelaksanaannya, kelompok eksperimen belajar dengan bantuan laboratorium virtual IPA, sementara kelompok kontrol mengikuti pembelajaran dengan metode konvensional yang sudah umum diterapkan di sekolah.

Tabel 1. *Pretest-Posttest Control Group Design* (Wiersma & Stephen, 2009)

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O <sub>1</sub>	X <sub>A</sub>	O <sub>2</sub>
Kontrol	O <sub>1</sub>	X <sub>B</sub>	O <sub>2</sub>

Keterangan: Sebelum perlakuan (O<sub>1</sub>); Setelah perlakuan (O<sub>2</sub>); Menggunakan laboratorium virtual IPA (X<sub>A</sub>); Tidak Menggunakan laboratorium virtual IPA (X<sub>B</sub>).

Populasi penelitian ini mencakup seluruh peserta didik kelas VII SMP Negeri 14 Ambon yang berjumlah 456 orang. Untuk menentukan sampel penelitian, kami menggunakan teknik *simple random sampling*, mengingat karakteristik populasi yang relatif homogen dalam hal kemampuan akademik. Melalui proses *sampling*, terpilihlah kelas VII<sub>3</sub> sebagai kelompok yang menerima perlakuan berupa pembelajaran dengan laboratorium virtual IPA (kelompok eksperimen), dan kelas VII<sub>4</sub> sebagai kelompok yang menjalani pembelajaran tanpa menggunakan laboratorium virtual IPA (kelompok kontrol).

Dalam penelitian ini, terdapat dua jenis instrumen yang digunakan dalam mengumpulkan data. Pertama, instrumen tes keterampilan proses sains yang diberikan sebelum perlakuan (*pretest*) dan setelah perlakuan (*posttest*). Tes ini dirancang dalam format pilihan ganda dengan jumlah 20 butir soal yang mengukur aspek KPS peserta didik. Melalui instrumen ini, terdapat enam aspek keterampilan proses sains yaitu kemampuan mengklasifikasikan informasi, mengomunikasikan hasil, menginterpretasikan data, membuat prediksi, mengaplikasikan konsep dalam konteks yang berbeda, dan merancang prosedur percobaan. Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen ini telah melalui proses validasi dan uji reliabilitas. Kedua, instrumen angket respon untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap pengalaman mereka dalam menggunakan laboratorium virtual IPA ketika mempelajari konsep suhu dan kalor. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif, yang meliputi:

### Analisis KPS

KPS peserta didik diketahui dari hasil *pretest* dan *posttest*. Skor yang ditetapkan untuk jawaban pilihan ganda yaitu jika jawaban salah atau tidak ada jawaban maka memiliki skor 0 dan apabila jawabannya benar maka memiliki skor 1. Untuk menghitung nilai hasil belajar kognitif dengan menggunakan rumus.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100 \quad (1)$$

Untuk menganalisis sejauh mana peningkatan KPS yang dicapai oleh peserta didik, dilakukan uji perbandingan melalui perhitungan nilai rata-rata N-Gain ternormalisasi. Metode perhitungan ini memungkinkan evaluasi yang lebih objektif terhadap kemajuan pembelajaran dengan rumus sebagai berikut:

$$N - \text{Gain} = \frac{\text{Skor posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Ideal} - \text{Skor Pretest}} \quad (2)$$

**Tabel 2.** Kriteria Hasil Perhitungan N-Gain (Sukarelawan et al., 2024)

Nilai N-Gain	Interpretasi
$0,70 \leq \langle g \rangle \leq 100$	Tinggi
$0,30 \leq \langle g \rangle < 0,70$	Sedang
$0,00 < \langle g \rangle < 0,3$	Rendah
$\langle g \rangle = 0,00$	Tidak terjadi peningkatan
$-1,00 \leq \langle g \rangle < 0,00$	Terjadi penurunan

N-Gain  $\langle g \rangle$  = Gain Ternormalisasi

Pengujian hipotesis dalam penelitian ini menggunakan statistik parametrik. Sebelum dilakukan uji hipotesis terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Adapun tahapan uji prasyarat yaitu sebagai berikut:

Dalam melakukan verifikasi terhadap hipotesis penelitian, penelitian ini menerapkan pendekatan statistik parametrik sebagai metode analisis. Namun, sebelum hipotesis diuji, perlu dilakukan serangkaian pengujian prasyarat untuk memastikan kesesuaian data dengan asumsi dasar statistik parametrik. Tahapan pengujian prasyarat meliputi dua prosedur utama:

#### *Uji Normalitas*

Tahap pertama dalam pengujian prasyarat yaitu analisis distribusi data melalui uji normalitas. Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi apakah sebaran data penelitian mengikuti pola distribusi normal atau tidak. Proses analisis dilakukan menggunakan aplikasi IBM SPSS versi 26. Kriteria penentuan normalitas data didasarkan pada nilai signifikansi yang dihasilkan: jika nilai signifikansi melebihi 0,05, maka data dinyatakan berdistribusi normal; sebaliknya, jika nilai signifikansi kurang dari 0,05, maka distribusi data dianggap tidak memenuhi asumsi normalitas.

#### *Uji Homogenitas*

Setelah melakukan uji normalitas, langkah berikutnya adalah melakukan uji homogenitas. Pengujian ini bertujuan untuk mengkonfirmasi bahwa dua kelompok data sampel berasal dari populasi dengan variasi yang setara (homogen). Penentuan homogenitas data didasarkan pada nilai signifikansi hasil analisis. Suatu dataset dinyatakan memiliki varians yang homogen apabila nilai signifikansi yang diperoleh lebih besar dari 0,05; sedangkan jika nilai signifikansi kurang dari ambang batas 0,05, maka data tersebut dikategorikan sebagai tidak homogen.

#### *Uji t-test*

Analisis perbandingan antara dua nilai rata-rata dilaksanakan berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas yang telah diperoleh sebelumnya. Ketika data telah terkonfirmasi memenuhi asumsi distribusi normal dan memiliki varians yang homogen, maka uji t dipilih sebagai metode statistik yang paling tepat untuk diterapkan. Hasil analisis dari kedua kelompok kemudian ditelaah secara komprehensif untuk mengevaluasi kesesuaiannya dengan hipotesis yang telah dirumuskan di awal penelitian. Dalam kondisi di mana data telah memenuhi kedua prasyarat tersebut, peneliti mengimplementasikan uji t-test dalam pengujian hipotesis penelitian.

#### *Analisis Besar Efektivitas Laboratorium Virtual IPA dalam Meningkatkan KPS Peserta Didik*

Untuk mengetahui besar efektifitas laboratorium virtual IPA terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi suhu dan kalor kelas VII SMP Negeri 14 Ambon. Maka digunakan rumus koefisien determinasi berikut:

$$KD = r^2 \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan: Koefisien Determinasi (KD), Koefisien Korelasi ( $r^2$ )

#### **Pengolahan Angket**

Angket respon ini secara khusus dirancang untuk mengeksplorasi tanggapan peserta didik terhadap penggunaan teknologi laboratorium virtual IPA dalam pembelajaran konsep suhu dan kalor. Dalam analisis

tanggapan para responden, peneliti mengaplikasikan pendekatan kuantitatif dengan menghitung persentase menggunakan formula:

$$P = \frac{F}{N} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan: Angka presentase respon peserta didik (P); Frekuensi yang sedang dicari persentasenya (F); Jumlah skor maksimum (N).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Analisis Keterampilan Proses Sains

#### Hasil Pretest

Sebelum menerapkan pembelajaran dengan laboratorium virtual IPA pada materi suhu dan kalor, dilakukan pengukuran kemampuan awal peserta didik melalui *pretest*. *Pretest* ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat penguasaan KPS pada konsep suhu dan kalor sebelum diberi intervensi pembelajaran. Hasil pengolahan data *pretest* disajikan secara sistematis dalam Tabel 3 untuk memudahkan interpretasi.

**Tabel 3.** Rekapitulasi Hasil Analisis *Pretest*

<i>Pretest</i>	Jumlah PD	Uji Normalitas		Uji Homogenitas		Uji-t	
		Sig.	Interpretasi	Sig.	Interpretasi	Sig.	Interpretasi
Kelas Kontrol	32	0,082	Data berdistribusi normal	0,870	Data bervariasi	0,555	Tidak ada perbedaan kemampuan awal peserta didik
Kelas Eksperimen	32	0,240	Data berdistribusi normal		homogen		

Berdasarkan hasil yang disajikan pada Tabel 3, kedua kelompok sampel penelitian menghasilkan nilai signifikansi yang melebihi batas kritis  $\alpha = 0,05$ . Hasil ini mengkonfirmasi bahwa distribusi data telah memenuhi syarat normalitas dan homogenitas yang menjadi landasan penggunaan analisis statistik lanjutan. Dengan terpenuhinya kedua prasyarat tersebut, pengolahan data dilakukan menggunakan metode statistik parametrik berupa uji-t. Hasil perhitungan uji-t menghasilkan angka signifikansi sebesar 0,555 yang lebih besar dari nilai kritis  $\alpha = 0,05$ , sehingga hipotesis nol ( $H_0$ ) diterima. Kondisi ini menjadi bukti empiris bahwa kedua kelompok kelas penelitian memiliki kemampuan KPS yang setara pada tahap awal, sebelum pelaksanaan perlakuan pembelajaran yang berbeda.

#### Hasil Posttest

Setelah implementasi pembelajaran, dilakukan pengukuran akhir (*posttest*) untuk menganalisis peningkatan KPS peserta didik. Pengukuran ini dilaksanakan pada kedua kelompok sampel, dimana kelas eksperimen telah menerima perlakuan menggunakan laboratorium virtual IPA, sementara kelas kontrol menggunakan metode pembelajaran konvensional. Hasil analisis data *posttest* disajikan dalam Tabel 4.

**Tabel 4.** Rekapitulasi Hasil Analisis *Posttest*

<i>Posttest</i>	Jumlah PD	Uji Normalitas		Uji Homogenitas		Uji-t	
		Sig.	Interpretasi	Sig.	Interpretasi	Sig.	Interpretasi
Kelas Kontrol	32	0,061	Data berdistribusi normal	0,580	Data bervariasi	0,000	Terdapat perbedaan kemampuan akhir KPS peserta didik
Kelas Eksperimen	32	0,051	Data berdistribusi normal		homogen		

Analisis data pada Tabel 4 mengkonfirmasi bahwa kedua kelompok sampel memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas. Berdasarkan terpenuhinya kedua asumsi tersebut, analisis dilanjutkan menggunakan statistik parametrik uji-t. Hasil analisis menunjukkan nilai signifikansi  $0,000 < \alpha = 0,05$ , yang mengindikasikan penolakan  $H_0$  dan penerimaan  $H_1$ . Temuan ini membuktikan bahwa implementasi pembelajaran menggunakan laboratorium virtual IPA efektif secara signifikan dalam meningkatkan KPS peserta didik.

### Uji Besar Efektivitas

Untuk menentukan seberapa besar efektivitas variabel laboratorium virtual IPA (X) terhadap variabel (Y) digunakan koefisien determinasi (KD) dapat dilihat dari Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Uji Koefisien Determinasi

Model	R	R <sup>2</sup>	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.175a	.031	-.002	12.58306

a. Predictors: (Constant), Posttest\_Eksperimen

$$KD: r_{xy}^2 \times 100\% = (0,175)^2 \times 100\% = 31\%$$

Hasil analisis statistik mengindikasikan nilai korelasi (R) sebesar 0,175 antara penggunaan laboratorium virtual IPA dan keterampilan proses sains peserta didik. Berdasarkan perhitungan koefisien determinasi (R-Square) diperoleh nilai 0,31, yang menunjukkan bahwa implementasi laboratorium virtual IPA berkontribusi sebesar 31% terhadap peningkatan keterampilan proses sains peserta didik, sementara 69% dipengaruhi oleh berbagai faktor lain yang berada di luar cakupan variabel penelitian ini.

Temuan penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa implementasi laboratorium virtual IPA memberikan dampak positif yang signifikan dalam meningkatkan KPS peserta didik pada materi suhu dan kalor. Keefektifan ini terlihat jelas melalui hasil analisis statistik yang menunjukkan perbedaan bermakna antara capaian KPS peserta didik yang belajar menggunakan laboratorium virtual IPA dibandingkan dengan peserta didik yang mengikuti pembelajaran konvensional. Hasil ini memperkuat temuan penelitian Gunawan et al. (2019) yang melaporkan bahwa penggunaan laboratorium virtual dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan KPS secara signifikan dalam pembelajaran fisika. Peningkatan ini terjadi karena laboratorium virtual mampu menyajikan visualisasi fenomena mikroskopis yang sulit diamati dalam praktikum konvensional, seperti pergerakan partikel pada berbagai suhu (Maksum et al., 2020).

Penggunaan laboratorium virtual IPA terbukti sangat bermanfaat dalam mengembangkan KPS peserta didik di SMP Negeri 14 Ambon. Laboratorium virtual dilengkapi dengan berbagai fitur interaktif yang menarik, sehingga dalam penggunaannya terasa seperti bermain permainan digital yang membuat peserta didik lebih antusias dan terlibat aktif dalam pembelajaran. Selama pembelajaran dengan mengaplikasikan laboratorium virtual pada materi suhu dan kalor, peserta didik bekerja dalam kelompok-kelompok kecil di ruang kelas dengan memanfaatkan proyektor LCD dan laptop yang disediakan oleh guru. Terlihat antusiasme tinggi dari semua kelompok selama mengikuti pembelajaran dan melaksanakan tahapan praktikum sesuai panduan dalam LKPD, dilanjutkan dengan analisis kolaboratif dan diskusi temuan yang mereka peroleh secara berkelompok. Penerapan laboratorium virtual ini terbukti efektif dalam menstimulasi pengembangan KPS peserta didik. Aktivitas praktikum menggunakan laboratorium virtual dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Penggunaan Laboratorium Virtual IPA pada Materi Suhu dan Kalor

Keefektifan penggunaan laboratorium virtual IPA juga tercermin dari hasil perhitungan N-gain. Kelompok eksperimen yang menggunakan laboratorium virtual mencapai nilai N-gain sebesar 0,73 yang termasuk dalam kategori peningkatan tinggi, sementara kelompok kontrol dengan pembelajaran konvensional hanya mencapai nilai 0,39 yang tergolong dalam kategori peningkatan sedang. Peningkatan ini didukung oleh karakteristik laboratorium virtual yang memungkinkan peserta didik melakukan pengulangan eksperimen tanpa batasan

waktu dan risiko kerusakan alat. Puspitasari et al. (2021) mengungkapkan bahwa fitur simulasi berulang dalam laboratorium virtual membantu peserta didik mengonstruksi pemahaman konsep secara lebih mendalam. Lebih lanjut, analisis efektivitas menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual berkontribusi sebesar 31% terhadap peningkatan KPS peserta didik. Meskipun persentase ini tergolong moderat, hal ini mengindikasikan bahwa laboratorium virtual berperan sebagai suplemen yang efektif dalam pembelajaran IPA.

Aspek penting lainnya yang mendukung efektivitas laboratorium virtual adalah respon positif peserta didik yang mencapai 94%. Rahman et al. (2022) menjelaskan bahwa antusiasme ini muncul karena laboratorium virtual menyediakan pengalaman belajar yang interaktif dan memungkinkan peserta didik mengeksplorasi konsep sains secara mandiri. *Interface* yang *user-friendly* dan visualisasi yang menarik pada PhET dan OLABs membantu peserta didik memahami konsep abstrak suhu dan kalor dengan lebih baik. Hal ini sejalan dengan penelitian Oktaviani et al. (2023) yang menyatakan bahwa efektivitas laboratorium virtual dapat ditingkatkan melalui integrasi dengan pendekatan pembelajaran aktif dan panduan praktikum yang terstruktur.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan efektivitas yang signifikan, perlu diperhatikan bahwa 69% variasi KPS dipengaruhi oleh faktor di luar penggunaan laboratorium virtual. Widodo et al. (2021) menekankan pentingnya mengombinasikan laboratorium virtual dengan praktikum nyata untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih lengkap kepada peserta didik. Temuan ini mengimplikasikan perlunya pengembangan strategi pembelajaran yang komprehensif, dimana laboratorium virtual berfungsi sebagai salah satu komponen pendukung dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

### Hasil Analisis Angket Respon

Analisis respon peserta didik menunjukkan tingkat penerimaan yang sangat tinggi (94%) terhadap penggunaan laboratorium virtual IPA. Temuan ini sejalan dengan penelitian Saraswati & Mertayasa (2020) yang mengungkapkan bahwa karakteristik interaktif laboratorium virtual yang menyerupai game dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar peserta didik. Lebih lanjut, Herga & Dinevski (2016) menegaskan bahwa elemen gamifikasi dalam laboratorium virtual mendorong peserta didik untuk mengeksplorasi konsep sains secara lebih mendalam dan menumbuhkan keberanian dalam mengemukakan ide-ide baru.

Kelebihan laboratorium virtual yang ditemukan dalam penelitian ini mencakup aspek ekonomis, kepraktisan, fleksibilitas pengulangan, efisiensi waktu, dan keamanan. Temuan ini memperkuat hasil penelitian Sypsas & Kalles (2018) yang mengidentifikasi keunggulan laboratorium virtual dari segi aksesibilitas dan efektivitas biaya. Aspek keamanan yang teridentifikasi juga didukung oleh studi Potkonjak et al. (2016) yang menekankan pentingnya lingkungan pembelajaran bebas risiko, terutama untuk eksperimen yang melibatkan bahan berbahaya.

Meskipun demikian, penelitian ini juga mengungkap beberapa keterbatasan laboratorium virtual, terutama dalam hal pengalaman *hands-on* dan keterampilan merangkai alat praktikum. Hal ini konsisten dengan temuan Maksl & Young (2023) yang menyoroti pentingnya keseimbangan antara pembelajaran virtual dan praktikum nyata. Untuk mengatasi keterbatasan ini, Tüysüz (2021) merekomendasikan pendekatan pembelajaran hibrida yang mengombinasikan laboratorium virtual dengan praktikum konvensional secara proporsional.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil serangkaian analisis data dan temuan penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan laboratorium virtual IPA memberikan dampak positif yang signifikan dalam mengembangkan KPS peserta didik kelas VII pada pembelajaran materi suhu dan kalor di SMP Negeri 14 Ambon. Hal ini dibuktikan melalui tiga bukti temuan utama: (1) hasil analisis statistik uji-t yang menunjukkan perbedaan bermakna antara kelompok eksperimen dan kontrol ( $0,000 < \alpha = 0,05$ ), (2) perolehan nilai N-gain pada kelompok eksperimen mencapai 0,73 yang termasuk dalam kategori tinggi, jauh melampaui kelompok kontrol yang hanya mencapai 0,39 (kategori sedang), dan (3) kontribusi laboratorium virtual IPA sebesar 31% terhadap peningkatan KPS peserta didik. Efektivitas ini diperkuat dengan tingginya tingkat penerimaan peserta didik yang mencapai 94%, yang menggambarkan bahwa laboratorium virtual IPA dapat menjadi solusi alternatif yang optimal untuk mengatasi keterbatasan infrastruktur laboratorium fisik dalam pembelajaran IPA, terutama untuk materi suhu dan kalor.

### Daftar Pustaka

- Astiani, A., Tawil, M., & Yani, A. (2019). *Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual terhadap Motivasi Belajar dan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik SMA Negeri 16 Makassar*. Universitas Negeri Makassar.
- Bakar, A., Haryanto, H., Afrida, A., & Sanova, A. (2020). Implementasi Pembelajaran Sains Berbasis Eksperimen Menggunakan Aplikasi Virtual Lab Authoring Tool Chemcollective. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Pinang Masak*, 1(2), 40–47. <https://doi.org/10.22437/jpm.v1i2.11374>
- Darwis, R., & Hardiansyah, M. R. (2023). The Effect of PhET Virtual Laboratory Implementation on Students Higher Order Thinking Skills. *Jurnal Penelitian IPA Indonesia*, 9(4), 1922–1928. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i4.1979>
- Egidius, D., Mukin, M. U. J., & Pandango, O. (2020). Pengaruh Pembelajaran Daring Berbantuan Laboratorium Virtual Terhadap Minat dan Hasil Belajar Kognitif Fisika. *Jurnal Riset Teknologi Dan Inovasi Pendidikan (JARTIKA)*, 3(2), 341–359.
- Gunawan, G., Harjono, A., Hermansyah, H., & Herayanti, L. (2019). Guided inquiry model through virtual laboratory to enhance students' science process skills on heat concept. *Cakrawala Pendidikan: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 38(2), 259–268. <https://doi.org/10.21831/cp.v38i2.23345>
- Herga, N. R., & Dinevski, D. (2016). Virtual laboratory in chemistry–experimental study of understanding, reproduction and application of acquired knowledge of subject's chemical content. *Organizational Learning and Knowledge Concepts Methodologies Tools and Applications*, 3(1), 2200–2213. <https://doi.org/10.2478/v10051-012-0011-7>
- Jagodzinski, P., & Wolski, R. (2014). Assessment of Application Technology of Natural User Interfaces in the Creation of a Virtual Chemical Laboratory. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 16–28.
- Lepiyanto, A. (2014). Analisis Keterampilan Proses Sains Pada Pembelajaran Berbasis Praktikum. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(2), 156–161. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v5i2.795>
- Maksl, A., & Young, R. (2023). The integration of virtual and hands-on laboratories in science education: A systematic review. *Journal of Science Education and Technology*, 32(1), 98–112.
- Maksum, B., Suhandi, A., & Utari, S. (2020). The effectiveness of virtual laboratory in improving students' conceptual understanding and science process skills on heat and temperature concepts. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(2), 012–021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/022021>
- Nirwana, R. R. (2016). Eksplorasi Pemanfaatan Laboratorium Virtual Dan E-Reference Dalam Proses Pembelajaran Dan Penelitian Ilmu Kimia. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 1(1), 115–123. <https://doi.org/10.21580/phen.2011.1.1.451>
- Oktaviani, W., Gunawan, G., & Sutrio, S. (2023). Development of virtual laboratory-based physics learning tools to improve students' science process skills. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 9(1), 80–87. <https://doi.org/10.29303/jpft.v9i1.4623>
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Gutl, C., Vladimir, M., Petrović, & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309–327. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>
- Puspitasari, R. D., Mustaji, M., & Subroto, W. T. (2021). Virtual laboratory to improve students' problem-solving skills on science learning. *International Journal of Instruction*, 14(4), 445–462. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14426a>
- Rahman, M. H., Moonaghi, H. K., & Mohammady, A. (2022). *Effectiveness of virtual laboratory learning in science education: A systematic review*. 12(5), 322. <https://doi.org/10.3390/educsci12050322>
- Rustaman, N. Y. (2005). *Strategi Belajar Mengajar*. UM Press.

- Saraswati, N., & Mertayasa, I. (2020). Pembelajaran praktikum kimia pada masa pandemi dengan menggunakan virtual laboratory. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Kimia*, 8(2), 100–106. <https://doi.org/10.23887/wms.v14i2.28297>
- Sukarelawan, M. I., Indratno, T. K., & Ayu, S. M. (2024). *N-Gain vs Stacking Analisis Perubahan Abilitas Peserta Didik dalam Desain One Group Pretest-Posttest* (1st ed.). Suryacahya.
- Sypsas, A., & Kalles, D. (2018). Virtual laboratories in chemistry education: A systematic review of the literature. *Technology, Knowledge and Learning*, 23(4), 567–590. <https://doi.org/10.1145/3291533.3291560>
- Tüysüz, C. (2021). Effect of virtual laboratory applications on secondary school students' attitudes, motivation and achievement in chemistry. *Education and Information Technologies*, 26(4), 4319–4339.
- Utami, L., & Adilla, R. (2022). Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa Menggunakan Virtual Laboratory Physics Education Technology (PhET) Pada Materi Indikator Asam Basa. *Journal of Research and Education Chemistry*, 4(1), 50–65. [https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4\(1\).9348](https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4(1).9348)
- Vidyapeetham, A. V. (2021). *OLabs: Online Labs for School Lab Experiments*. Amrita CREATE & CDAC Mumbai.
- Widodo, A., Rochintaniawati, D., & Riandi, R. (2021). The effectiveness of virtual and real laboratory integration to develop students' science process skills. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(12), 88–101. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i12.22503>
- Wiersma, & Stephen. (2009). *Metode Penelitian dalam Pendidikan*. Pearson Education.