

## PENINGKATAN HASIL BELAJAR DAN MINAT SISWA MELALUI PENGUNAAN LABORATORIUM VIRTUAL DAN PRAKTIKUM IPA DI SDN TAKOLAH INDAH, KUPANG

Maria Ursula Jawa Mukin<sup>1)\*</sup>, Alfons Bunga Naen<sup>2)</sup>, Theresia Wariani<sup>3)</sup>

Universitas Katolik Widya Mandira

<sup>1)</sup>[Mariamukinym@gmail.com](mailto:Mariamukinym@gmail.com), <sup>2)</sup>[alfonsbunganaen01@gmail.com](mailto:alfonsbunganaen01@gmail.com),  
<sup>3)</sup>[theresiawariani1@gmail.com](mailto:theresiawariani1@gmail.com)

### Histori artikel

*Received:*  
13 Juni 2025

*Accepted:*  
28 Agustus 2025

*Published:*  
31 Agustus 2025

### Abstrak

Permasalahan utama yang dihadapi UPTD SDN Takolah Indah, Kabupaten Kupang, adalah keterbatasan fasilitas laboratorium IPA sehingga pembelajaran belum berjalan optimal. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar dan minat siswa dalam pembelajaran IPA melalui penggunaan laboratorium virtual dan praktikum sederhana. Mitra kegiatan adalah siswa kelas IV dan V yang berjumlah 55 orang. Metode pelaksanaan meliputi observasi awal, pelatihan penggunaan laboratorium virtual (OLABS dan PhET), demonstrasi praktikum IPA sederhana, pendampingan pelaksanaan percobaan, serta evaluasi hasil belajar dan minat siswa. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan signifikan, dengan nilai rata-rata hasil belajar siswa meningkat dari 35,25 menjadi 80,26. Minat belajar siswa juga mengalami kenaikan dari kategori kurang berminat menjadi sangat berminat dengan persentase rata-rata 75,78%. Kesimpulan dari kegiatan ini adalah integrasi laboratorium virtual dengan praktikum IPA mampu mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium, meningkatkan motivasi, serta memperkuat hasil belajar sains siswa di sekolah dasar.

**Kata Kunci:** Hasil Belajar, Laboratorium Virtual, Minat Siswa, Praktikum IPA

**Abstract.** The main problem faced by UPTD SDN Takolah Indah, Kupang Regency, is the limited availability of science laboratory facilities, which results in suboptimal learning. This community service activity aims to improve students' learning outcomes and interest in science through the use of virtual laboratories and simple practicums. The activity involved 55 students from grades IV and V. The implementation methods included initial observation, training in the use of virtual laboratories (OLABS and PhET), demonstration of simple science practicums, mentoring during experiments, and evaluation of students' learning outcomes and interest. The results showed a significant improvement, with the average learning score increasing from 35.25 to 80.26. Students' interest in learning also increased from the "less interested" category to "very interested," with an average percentage of 75.78%. The conclusion of this activity is that the integration of virtual laboratories with science practicums can overcome laboratory facility limitations, enhance motivation, and strengthen elementary students' science learning outcomes.

**Keywords:** Learning outcomes, Science practicum, Student interest, Virtual laboratory

\* Corresponding author: Maria Ursula Jawa Mukin ([Mariamukinym@gmail.com](mailto:Mariamukinym@gmail.com))

## PENDAHULUAN

Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) memiliki peran krusial dalam membentuk pemahaman siswa tentang alam dan fenomena di sekitarnya. Melalui pembelajaran IPA, siswa diajak mengembangkan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan problem solving (National Research Council, 2012). Namun, pada jenjang sekolah dasar, pembelajaran IPA masih sering terkendala oleh keterbatasan fasilitas laboratorium serta minimnya ketersediaan alat dan bahan praktikum yang memadai (Prayunisa & Marzuki, 2024). Kondisi ini mengakibatkan proses pembelajaran kurang menarik dan tidak efektif, sehingga siswa kesulitan memahami konsep-konsep abstrak dalam IPA.

Rendahnya hasil belajar dan minat siswa terhadap mata pelajaran IPA menjadi salah satu permasalahan utama di sekolah dasar. Proses pembelajaran yang cenderung monoton dan kurang inovatif membuat siswa pasif dan sulit memahami konsep-konsep IPA (Dewa et al., 2020). Keterbatasan fasilitas laboratorium semakin memperburuk keadaan, karena siswa jarang memiliki kesempatan untuk melakukan eksperimen secara langsung, padahal pengalaman praktikum sangat penting dalam membangun pemahaman yang mendalam.

Salah satu solusi inovatif yang dapat ditawarkan adalah penggunaan laboratorium virtual. Laboratorium virtual menghadirkan simulasi interaktif yang memungkinkan siswa melakukan percobaan IPA secara digital tanpa membutuhkan peralatan atau bahan yang mahal maupun berbahaya (Chen, 2006). Melalui laboratorium virtual, siswa dapat belajar mandiri, mengeksplorasi berbagai fenomena ilmiah, serta memperoleh pemahaman yang lebih konkret tentang konsep IPA. Lebih jauh lagi, penggunaannya terbukti dapat meningkatkan motivasi dan minat siswa karena menghadirkan pengalaman belajar yang menyenangkan dan interaktif (Naim et al., 2023).

Selain laboratorium virtual, praktikum IPA tetap merupakan metode pembelajaran penting untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep ilmiah (Naim et al., 2023). Dengan melakukan praktikum, siswa memperoleh pengalaman langsung yang membantu mereka memahami dan mengingat materi lebih mudah (Laksana, 2017). Akan tetapi, hambatan berupa keterbatasan alat, bahan, dan fasilitas laboratorium masih menjadi kendala utama dalam implementasinya di sekolah dasar.

Integrasi laboratorium virtual dalam pembelajaran IPA membawa sejumlah manfaat tambahan. Siswa dapat melakukan eksperimen yang sulit atau berbahaya bila dilakukan di laboratorium nyata, mencoba berbagai skenario, bahkan mengulangi percobaan tanpa risiko. Hal ini menciptakan pengalaman belajar yang aman, interaktif, dan menyenangkan (Ridwan et al., 2023). Tampilan visual yang menarik serta simulasi yang realistis membuat konsep abstrak menjadi lebih konkret, sehingga mampu membangkitkan rasa ingin tahu dan

semangat belajar siswa (Darwis & Hardiansyah, 2021).

Dalam konteks kegiatan pengabdian kepada masyarakat, pemanfaatan laboratorium virtual dapat menjadi solusi nyata untuk mengatasi keterbatasan pembelajaran IPA di sekolah dasar. Melalui program ini, siswa SDN Takolah Indah memiliki kesempatan belajar IPA secara lebih interaktif, aplikatif, dan menyenangkan, sekaligus meningkatkan pemahaman terhadap konsep-konsep ilmiah yang dipelajari (Purwati et al., 2025).

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa guru dan siswa di UPTD SDN Takolah Indah belum pernah menggunakan laboratorium virtual, dan sangat jarang melaksanakan praktikum sederhana yang menarik. Oleh karena itu, tujuan kegiatan pelatihan ini adalah untuk mengidentifikasi peningkatan hasil belajar serta minat siswa pada mata pelajaran IPA melalui pemanfaatan laboratorium virtual dan praktikum IPA.

## **METODE PELAKSANAAN**

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan pada bulan Maret–April 2025 di UPTD SDN Takolah Indah, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. Kegiatan melibatkan 55 siswa kelas IV dan V, terdiri atas 20 siswa laki-laki dan 35 siswa perempuan, dengan rentang usia antara 8–11 tahun.

Metode pelaksanaan kegiatan meliputi beberapa tahap berikut:

### **1. Observasi**

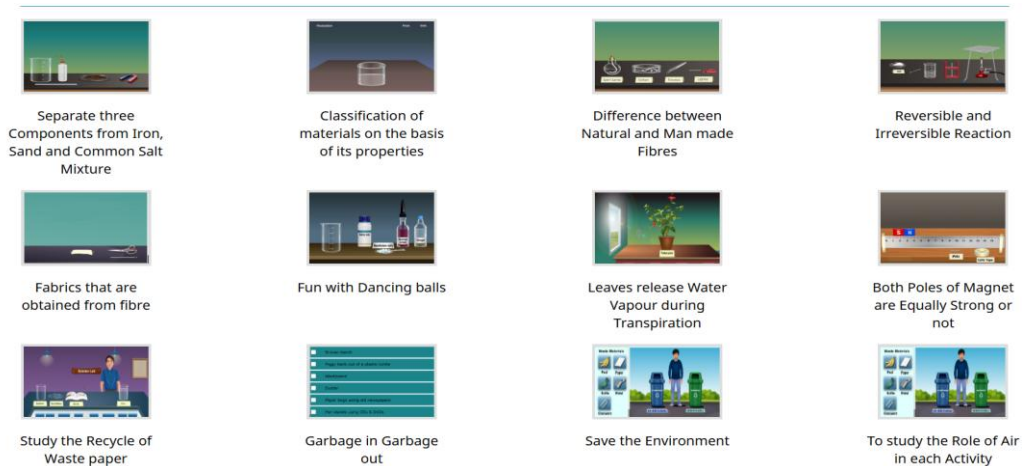
Tahap observasi dilaksanakan pada 17 Maret 2025 melalui wawancara dengan guru kelas IV dan V mengenai pembelajaran IPA dan kegiatan praktikum. Tujuan tahap ini adalah untuk mengidentifikasi potensi dan tantangan, memahami kebutuhan serta kesiapan seluruh pihak yang terlibat, menentukan topik dan desain praktikum yang relevan, mengumpulkan data awal sebagai tolok ukur, serta menyusun rencana implementasi yang efektif sesuai dengan konteks SDN Takolah Indah.

### **2. Demonstrasi Praktikum**

Demonstrasi praktikum IPA dilaksanakan pada 11 April 2025 dengan menggunakan virtual laboratory OLABS dan PhET. Kegiatan ini bertujuan memberikan contoh, memperjelas prosedur penggunaan laboratorium virtual, serta menumbuhkan pemahaman awal siswa mengenai eksperimen IPA berbasis teknologi.



(a) Tampilan simulasi OLABS



(b) Tampilan simulasi PhET

Gambar 1 (a) (b). Tampilan Virtual Lab OLABS dan PhET

### 3. Pendampingan Praktikum

Tahap pendampingan dilaksanakan pada 12 April 2025. Pada tahap ini, siswa melakukan praktikum secara mandiri dengan bimbingan tim pengabdian. Guru dan fasilitator memberikan arahan, menjawab pertanyaan siswa, serta memastikan bahwa konsep yang dipelajari melalui praktikum dapat dipahami dengan baik.

#### 4. Evaluasi

Evaluasi dilakukan untuk menganalisis proses pelaksanaan, hasil belajar siswa, serta dampak kegiatan terhadap minat belajar. Evaluasi hasil belajar dilakukan melalui tes pilihan ganda yang terdiri dari 10 butir soal. Nilai dihitung dengan rumus:

$$N = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor ideal}} \times 100$$

Sementara itu, evaluasi minat belajar dilakukan dengan menggunakan angket yang dibagikan kepada siswa setelah mengikuti kegiatan praktikum laboratorium virtual. Hasil tanggapan siswa dianalisis dengan rumus:

$$P = \frac{\sum \text{skor peritem}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

**Tabel 1. Kriteria Angket Minat Siswa**

Skor akhir	Kategori
$75\% < x \leq 100\%$	Sangat berminat
$50\% < x \leq 75\%$	Minat
$25\% < x \leq 50\%$	Cukup berminat
$0\% \leq x \leq 25\%$	Kurang berminat

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Kegiatan pengabdian pada UPTD SDN Takolah Indah Kabupaten Kupang dilaksanakan melalui beberapa tahap, yaitu observasi, demonstrasi praktikum, pendampingan praktikum, dan evaluasi. Berikut uraian hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian:

#### 1. Obsevasi

Berdasarkan observasi terhadap penggunaan laboratorium virtual dan praktikum IPA di UPTD SDN Takolah Indah Kabupaten Kupang, terlihat adanya peningkatan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Siswa menunjukkan antusiasme yang lebih tinggi dan aktif berpartisipasi dengan mengajukan pertanyaan selama sesi laboratorium virtual dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

Observasi awal juga mengindikasikan bahwa visualisasi interaktif dalam laboratorium virtual membantu siswa memahami konsep-konsep IPA yang sebelumnya dianggap abstrak.

Meskipun sebagian besar siswa mampu menggunakan perangkat teknologi untuk mengakses laboratorium virtual, beberapa di antaranya masih memerlukan bantuan awal. Interaksi antara guru dan siswa selama penggunaan laboratorium virtual tampak efektif, di mana guru dapat memberikan bimbingan secara individual maupun kelompok.

Selain itu, observasi juga menyoroti potensi laboratorium virtual dalam mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium fisik di sekolah, terutama untuk eksperimen yang membutuhkan peralatan khusus atau memiliki risiko tinggi.



**Gambar 2. Siswa sedang Mengikuti Sesi Observasi Laboratorium Virtual di Kelas.**

## 2. Demonstrasi Praktikum

Kegiatan demonstrasi praktikum yang dilaksanakan di UPTD SDN Takolah Indah berlangsung dengan antusiasme tinggi dari para siswa. Demonstrasi ini bertujuan mengenalkan dan melatih pemanfaatan laboratorium virtual sebagai alternatif sekaligus pelengkap kegiatan praktikum IPA.

Melalui demonstrasi ini, siswa diajak merasakan pengalaman melakukan eksperimen secara interaktif melalui platform virtual, yang memungkinkan mereka memanipulasi variabel, mengamati perubahan, dan mengumpulkan data layaknya di laboratorium fisik. Selain itu, demonstrasi juga menampilkan contoh-contoh praktikum IPA sederhana dengan alat dan bahan dari lingkungan sekitar sekolah, sehingga menekankan pentingnya pemahaman konsep melalui pengalaman langsung.

Minat positif siswa terlihat dari keaktifan mereka mengikuti setiap tahapan demonstrasi, mengajukan pertanyaan, dan berdiskusi mengenai hasil pengamatan. Hal ini menunjukkan potensi besar laboratorium virtual dan praktikum IPA untuk meningkatkan hasil belajar sekaligus minat siswa terhadap sains di UPTD SDN Takolah Indah.



**Gambar 3. Guru dan Siswa Mengikuti Sesi Demonstrasi Praktikum IPA Berbasis Virtual Laboratory**

### 3. Pendampingan Praktikum

Selama sesi demonstrasi penggunaan laboratorium virtual, pendampingan dilakukan dengan memberikan panduan awal mengenai cara mengakses dan menggunakan platform simulasi. Fasilitator secara aktif berkeliling memastikan setiap siswa dapat mengoperasikan aplikasi dengan baik serta menjawab pertanyaan teknis yang muncul.

Pendampingan juga mencakup penjelasan mengenai tujuan dan langkah-langkah eksperimen dalam simulasi, termasuk bagaimana menginterpretasikan data yang dihasilkan. Diskusi kelompok kecil difasilitasi untuk mendorong siswa berkolaborasi dan berbagi pemahaman mengenai hasil percobaan virtual.

Pada sesi praktikum IPA dengan alat dan bahan sederhana, pendampingan difokuskan pada aspek keamanan serta ketelitian dalam melakukan setiap tahapan percobaan. Fasilitator memberikan instruksi yang jelas dan terstruktur, serta menunjukkan cara pengukuran dan pengamatan yang benar. Selama siswa bekerja, fasilitator mengamati serta memberikan bantuan individual bagi siswa yang mengalami kesulitan. Pertanyaan-pertanyaan siswa terkait konsep sains yang mendasari praktikum juga dijawab secara langsung, dengan mengaitkan teori dan pengalaman praktis.

Secara umum, pendampingan yang diberikan bersifat aktif, responsif, dan mendukung. Fasilitator berperan sebagai pemandu pembelajaran, mendorong siswa untuk bereksplorasi, bertanya, dan membangun pemahaman mereka sendiri. Keberhasilan pendampingan terlihat dari keterlibatan aktif siswa dan peningkatan pemahaman terhadap konsep-konsep IPA yang dipelajari.



**Gambar 4. Siswa Saat Melaksanakan Praktikum IPA dengan Pendampingan Fasilitator.**

#### 4. Evaluasi

Setelah pembelajaran selesai, siswa diberikan tes berupa 10 soal pilihan ganda untuk mengukur pemahaman mereka setelah mengikuti praktikum IPA dengan laboratorium virtual. Hasil analisis posttest ditunjukkan pada Tabel 2 berikut:

**Tabel 2. Hasil Belajar**

Aspek	Data Sebelum	Data Sesudah
Jumlah peserta didik	55	55
Nilai terendah	10	71
Nilai tertinggi	45	100
Rata-rata	35,25	80,26

Berdasarkan Tabel 2 di atas terlihat adanya perbedaan hasil belajar yang cukup signifikan. Sebelum perlakuan, nilai terendah siswa adalah 10 dan sesudah perlakuan meningkat menjadi 71. Nilai tertinggi sebelum perlakuan adalah 45, sedangkan sesudahnya mencapai 100. Rata-rata nilai sebelum perlakuan sebesar 35,25, meningkat menjadi 80,26 setelah perlakuan. Data ini menggambarkan adanya peningkatan pemahaman konsep IPA pada siswa kelas IV dan V setelah mengikuti pembelajaran IPA dengan praktikum menggunakan laboratorium virtual.

Selain tes hasil belajar, angket minat siswa juga diberikan untuk mengetahui penilaian mereka terhadap laboratorium virtual. Angket terdiri dari empat skala penilaian, yaitu 4 (sangat setuju), 3 (setuju), 2 (kurang setuju), dan 1 (tidak setuju). Hasil analisis angket dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Minat Siswa**

No	Aspek Penilaian	Rata-rata tiap		Rata-rata	
		Aspek Sebelum	Kategori	tiap Aspek sesudah	Kategori
1	Keterlibatan Aktif dan Partisipasi	10,25	Kurang berminat	76,19	Sangat berminat
2	Antusiasme dan Kegembiraan	10	Kurang berminat	75,78	Sangat berminat
3	Ketekunan dan Fokus	15	Kurang berminat	76	Sangat berminat
4	Kreativitas dan Eksplorasi Mandiri	20	Kurang berminat	76	Sangat berminat
5	Keterarikan	20	Kurang berminat	75,59	Sangat berminat
Rata-rata Keseluruhan		15,05	Kurang berminat	75,99	Sangat berminat

Tabel 3 menunjukkan bahwa minat siswa terhadap penggunaan laboratorium virtual meningkat secara signifikan. Sebelum kegiatan praktikum, rata-rata minat siswa sebesar 15,05 (kategori kurang berminat), sedangkan setelah kegiatan meningkat menjadi 75,99 (kategori sangat berminat). Dengan demikian, laboratorium virtual yang digunakan dalam pembelajaran IPA siswa kelas IV dan V UPTD SDN Takolah Indah termasuk kategori sangat menarik, sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran.



**Gambar 5. Siswa Melakukan Pengisian Angket Minat**

## Pembahasan

Berdasarkan observasi mendalam terhadap implementasi laboratorium virtual dan praktikum IPA di UPTD SDN Takolah Indah Kabupaten Kupang, tampak jelas adanya dampak positif terhadap keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Peningkatan antusiasme dan partisipasi aktif siswa terlihat nyata, terutama dalam sesi laboratorium virtual, di mana mereka lebih berani mengajukan pertanyaan dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Observasi awal juga menunjukkan bahwa kemampuan visualisasi interaktif yang ditawarkan laboratorium virtual berperan signifikan dalam menjembatani pemahaman siswa terhadap konsep-konsep IPA yang sebelumnya dianggap abstrak (Dewa et al., 2025). Meskipun adopsi teknologi berjalan relatif lancar, dengan mayoritas siswa mampu mengakses laboratorium virtual secara mandiri, sebagian kecil siswa masih memerlukan pendampingan awal (Alfauzia et al., 2024). Interaksi yang terjalin antara guru dan siswa selama penggunaan laboratorium virtual juga teramati efektif, karena guru dapat memberikan bimbingan secara personal maupun kelompok (Khusniyah, 2022). Lebih lanjut, observasi ini menyoroti potensi besar laboratorium virtual dalam mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium fisik di sekolah, terutama untuk eksperimen yang membutuhkan peralatan khusus atau memiliki tingkat risiko tertentu.

Kegiatan demonstrasi praktikum yang diamati menunjukkan efektivitasnya dalam menyajikan konsep-konsep IPA secara konkret dan visual kepada siswa (Dapiha, 2019). Melalui demonstrasi, siswa memiliki kesempatan untuk melihat secara langsung bagaimana prinsip-prinsip ilmiah diterapkan dalam eksperimen nyata, sehingga pemahaman mereka meningkat secara signifikan dibandingkan dengan penjelasan verbal semata (Wijaya et al., 2025). Observasi mencatat bahwa siswa menunjukkan fokus dan perhatian tinggi selama demonstrasi, terutama ketika fenomena-fenomena kunci dari konsep yang diajarkan diperlihatkan. Interaksi yang terjadi selama demonstrasi, seperti pertanyaan spontan dari siswa dan penjelasan langsung dari guru, menciptakan suasana belajar yang dinamis dan responsif. Selain itu, demonstrasi praktikum terbukti mampu menstimulasi rasa ingin tahu siswa dan memicu diskusi lebih lanjut setelah kegiatan selesai (Lindah, 2022). Namun demikian, observasi juga menunjukkan bahwa keterlibatan aktif siswa dalam demonstrasi masih terbatas pada aspek pengamatan, sehingga kesempatan untuk melakukan eksperimen secara mandiri menjadi berkurang (Pawe et al., 2023). Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan integrasi demonstrasi dengan metode pembelajaran lain yang memberi ruang bagi siswa untuk bereksplorasi langsung serta menguji pemahaman mereka.

Selama sesi praktikum, guru tidak hanya bertindak sebagai instruktur, tetapi juga sebagai fasilitator yang berkeliling, mengamati, dan memberikan bimbingan individual

maupun kelompok sesuai kebutuhan siswa. Keterlibatan guru dalam memberikan arahan yang jelas di awal kegiatan, membantu siswa merencanakan langkah-langkah eksperimen, dan memberi umpan balik konstruktif selama proses berlangsung, terbukti meningkatkan rasa percaya diri serta kemandirian siswa dalam melakukan percobaan (Quraisy et al., 2023). Pendampingan yang efektif juga terlihat dari cara guru mendorong siswa untuk berpikir kritis, mengajukan pertanyaan, dan mencari solusi mandiri ketika menghadapi kendala (Harianto et al., 2024). Meski demikian, penting untuk menjaga keseimbangan antara bimbingan yang memadai dan pemberian ruang bagi siswa untuk bereksperimen serta belajar dari kesalahan mereka sendiri. Efektivitas pendampingan praktikum sangat dipengaruhi oleh rasio guru dan siswa, serta kemampuan guru dalam mendiagnosis kesulitan belajar dengan cepat dan memberikan dukungan tepat waktu.

Integrasi laboratorium virtual dan praktikum IPA terbukti menjanjikan hasil belajar yang lebih baik serta meningkatkan minat siswa UPTD SDN Takolah Indah Kabupaten Kupang. Laboratorium virtual memfasilitasi pemahaman konsep abstrak melalui visualisasi dan eksperimen berulang, sementara praktikum langsung mengembangkan keterampilan proses sains. Kombinasi keduanya menciptakan pembelajaran aktif, mandiri, serta membuka akses ke eksperimen yang sulit dijangkau (Sanimah et al., 2024). Minat siswa juga meningkat melalui pembelajaran yang lebih interaktif, relevan dengan dunia digital mereka, sekaligus mengurangi rasa takut terhadap IPA. Keberhasilan inisiatif ini sangat bergantung pada desain pembelajaran yang efektif, ketersediaan sumber daya yang memadai, peran aktif guru, serta dukungan sekolah dan orang tua. Dengan perencanaan matang dan evaluasi berkelanjutan, sinergi laboratorium virtual dan praktikum IPA dapat menghadirkan pengalaman belajar IPA yang lebih mendalam, menarik, dan bermakna bagi siswa.

## **KESIMPULAN**

Penggabungan laboratorium virtual dan praktikum IPA di UPTD SDN Takolah Indah Kabupaten Kupang terbukti mampu meningkatkan hasil belajar dan minat siswa terhadap sains. Visualisasi interaktif dari laboratorium virtual membantu siswa memahami konsep abstrak, sementara pengalaman langsung dari praktikum mengasah keterampilan ilmiah serta menjadikan pembelajaran IPA lebih menarik dan relevan di era digital.

Keberlanjutan manfaat ini memerlukan integrasi antara laboratorium virtual dan praktikum nyata yang didukung oleh guru, sekolah, dan orang tua. Dengan perencanaan yang matang serta ketersediaan sumber daya yang memadai, pendekatan ini berpotensi menciptakan pengalaman belajar IPA yang lebih efektif sekaligus menumbuhkan antusiasme siswa terhadap sains.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfauzia, R., Agung, S., & Fairusi, D. (2024). Peningkatan motivasi belajar siswa dengan penggunaan laboratorium virtual Phet (Physics Education Technology) pada materi asam-basa. *Edu-Sains: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 13(2), 10–17. <https://doi.org/10.22437/jmpmipa.v13i2.28616>
- Chen, C. J. (2006). The design, development and evaluation of a virtual reality based learning environment. *Australasian Journal of Educational Technology*, 22(1), Article 1. <https://doi.org/10.14742/ajet.1306>
- Dapiha, D. D. (2019). Penerapan metode demonstrasi dalam pembelajaran IPA untuk meningkatkan hasil belajar di kelas IV SD Negeri 11 Ujan Mas. *Jurnal PGSD: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.33369/pgsd.12.1.22-27>
- Darwis, R., & Hardiansyah, M. R. (2021). Pengaruh penerapan laboratorium virtual Phet terhadap motivasi belajar IPA siswa pada materi gerak lurus. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 7(2), 271. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i2.5514>
- Dewa, E., 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), 351–359.
- Dewa, E., Panis, I. C., & Kii, O. A. (2025). Edukasi alat ukur fisika dengan virtual lab Olabs dan KIT praktikum pengukuran bagi siswa SMP. *Jurnal Masyarakat Madani Indonesia*, 4(2), 217–228. <https://doi.org/10.59025/dwhwj437>
- Hariato, R., Umam, K., Andawiyah, K. N., & Dhani, A. (2024). Efektivitas media virtual laboratory terhadap kemampuan literasi sains dan kemandirian belajar siswa dalam pembelajaran IPA. *Lensa (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 14(2), Article 2. <https://doi.org/10.24929/lensa.v14i2.565>
- Khusniyah, T. W. (2022). Pemanfaatan laboratorium virtual IPA sebagai upaya peningkatan hasil belajar siswa di SDN 1 Telogotuwung Blora. *Jurnal Elementary: Kajian Teori dan Hasil Penelitian Pendidikan Sekolah Dasar*, 5(1), 95–99. <https://doi.org/10.31764/elementary.v5i1.6378>
- Laksana, D. N. L. (2017). The effectiveness of inquiry based learning for natural science learning in elementary school. *Journal of Education Technology*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.23887/jet.v1i1.10077>
- Lindah, L. (2022). *Penggunaan laboratorium virtual dalam meningkatkan hasil belajar IPA peserta didik kelas VIII SMP Negeri 24 Barru* [Undergraduate thesis, IAIN Parepare]. <https://repository.iainpare.ac.id/id/eprint/6287/>

- Naim, U., Rosnawati, & Ipu, A. (2023). Pengembangan laboratorium virtual IPA berbasis inkuiri untuk meningkatkan thinking skill siswa SMP di Kabupaten Muna. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.36709/jipfi.v8i1.10>
- Pawe, Y. M. P., Yitu, A. M., Ndana, M. Y., Wea, H. A., Lawe, Y. U., & Noge, M. D. (2023). Upaya guru dalam meningkatkan pembelajaran yang menyenangkan melalui metode demonstrasi pada pembelajaran IPA kelas III SD. *Jurnal Citra Pendidikan Anak*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.38048/jcpa.v2i1.1543>
- Prayunisa, F., & Marzuki, A. D. (2024). Analisis kesulitan dalam pelaksanaan praktikum IPA SD dan IPA terpadu SMP. *NUSRA: Jurnal Penelitian dan Ilmu Pendidikan*, 5(4), Article 4. <https://doi.org/10.55681/nusra.v5i4.3085>
- Purwati, P., Darwis, R., & Natsir, N. A. (2025). Efektivitas laboratorium virtual IPA dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik kelas VII pada materi suhu dan kalor. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(1), 322–330. <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i1.2574>
- Quraisy, A., Muzaini, M., Ilhamsyah, I., & Gaffar, A. (2023). Pemanfaatan laboratorium virtual dalam pembelajaran matematika. *Jurnal Abdimas Indonesia*, 3(3), 280–288. <https://doi.org/10.53769/jai.v3i3.514>
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Ridwan, M., Berlian, L., & Nestiadi, A. (2023). Pengembangan praktikum IPA berbasis virtual laboratory tema “Bagaimana Tumbuhanku Bisa Hidup” terhadap minat belajar siswa kelas VIII. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(3), 611–621. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i3.1087>
- Sanimah, S., Haniyyah, U., & Rambe, I. W. (2024). Kajian kelebihan dan kelemahan penggunaan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran IPA di SMP. *Jurnal Jeumpa*, 11(1), 129–137. <https://doi.org/10.33059/ij.v11i1.9815>
- Wijaya, I. K. W. B., Sudatha, I. G. W., Suartama, I. K., & Santosa, M. H. (2025). Penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran ilmu pengetahuan alam (IPA): Systematic literature review. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 8(2), 952–961. <https://doi.org/10.30605/jsqp.8.2.2025.6330>