



Laboratorium Virtual Sebagai Alternatif Media Berbasis Digital dalam Pembelajaran IPA

Amna Emda¹; Setiawan²; Darwani³

^{1,3}Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia

²Institut Agama Islam Negeri Lhokseumawe, Indonesia

¹Email Korespondensi: amna.emda@ar-raniry.ac.id

Received: 17 Juli 2025

Accepted: 19 Juli 2025

Published: 21 Juli 2025

Abstract

The lack of laboratory facilities in secondary schools remains a challenge in science learning. This condition calls for alternative digital media that can support safe, flexible, and meaningful science experiments. This study aims to examine the effectiveness of virtual laboratories as an alternative learning media to improve students' engagement and conceptual understanding. Conducted in a hybrid format, the research involved need analysis, development of simulation-based virtual lab modules, teacher training, classroom implementation, and follow-up evaluation. The results indicated that virtual laboratories increased students' enthusiasm, enhanced conceptual comprehension, and supported inquiry-based, interactive learning. Teachers also found the systematic and accessible experiment flow helpful in organizing lessons. These findings highlight virtual laboratories as an innovative solution for science learning, especially in schools with limited practical facilities. However, sustained implementation requires adequate digital infrastructure and teacher support systems.

Keywords: Education, Science, Virtual Lab, Digital Innovation, Simulation

Keterbatasan sarana laboratorium di sekolah-sekolah menengah masih menjadi tantangan dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Kondisi ini mendorong perlunya alternatif media berbasis digital yang mampu mendukung proses praktikum secara aman, fleksibel, dan bermakna. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas laboratorium virtual sebagai media pembelajaran alternatif dalam meningkatkan keterlibatan dan pemahaman konsep siswa. Penelitian dilakukan secara hybrid melalui tahapan survei kebutuhan, pengembangan modul laboratorium virtual berbasis simulasi, pelatihan guru, implementasi di kelas, serta monitoring dan refleksi. Hasil menunjukkan bahwa laboratorium virtual meningkatkan antusiasme siswa, memperkuat pemahaman konsep, serta mendukung proses pembelajaran interaktif berbasis inkuiri. Selain itu, guru merasa terbantu dengan adanya alur eksperimen yang sistematis dan dapat diakses kapan saja. Temuan ini menegaskan bahwa laboratorium virtual merupakan solusi inovatif dalam pembelajaran IPA, khususnya di sekolah dengan keterbatasan fasilitas praktik. Dukungan pelatihan dan infrastruktur digital tetap menjadi faktor penting dalam keberlanjutan implementasinya.

Kata Kunci: Pendidikan, IPA, Laboratorium Virtual, Inovasi Digital, Simulasi

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital telah mengubah wajah pendidikan, termasuk dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Tantangan praktikum di lab fisik, terutama di sekolah menengah, masih menjadi hambatan utama baik dalam hal akses maupun biaya. Situasi pandemi memperburuk kondisi ini, mendorong kebutuhan akan alternatif media praktikum berbasis virtual. Laboratorium virtual menjadi solusi potensial karena memungkinkan siswa melakukan eksplorasi eksperimen secara aman, efisien, dan interaktif tanpa harus berada di laboratorium fisik sejalan dengan tren global dalam pembelajaran STEM (Fozlur et al., 2022).

Di tingkat nasional, pengembangan lab virtual sudah banyak dilakukan. Maryana et al. (2023) menyatakan bahwa media lab virtual untuk materi ekskresi mampu meningkatkan hasil belajar siswa SMA pada materi biologi, dengan nilai N-gain kategori sedang (0,53) setelah uji validasi dan implementasi sistematis (Maryana et al., 2023). Demikian pula Sujono, Maryati, dan Jumadi (2023) melalui analisis konten menyimpulkan bahwa penggunaan virtual laboratory dalam pembelajaran IPA secara konsisten meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dari tingkat SMA hingga perguruan tinggi.

Namun, kendala seperti keterbatasan infrastruktur digital dan kesiapan guru masih menghambat implementasi virtual lab secara optimal di sekolah-sekolah Indonesia (Gunawan et al., 2023). Oleh karena itu, studi tentang bagaimana virtual lab dapat diterapkan dengan pendekatan pedagogik yang efektif seperti inquiry-based learning, gamifikasi, atau integrasi simulasi seperti PhET sangat penting (Faresta et al., 2023).

erdasarkan konteks tersebut, penelitian ini bertujuan mengeksplorasi potensi Laboratorium Virtual sebagai media pembelajaran alternatif dalam pembelajaran IPA, dengan fokus pada peningkatan literasi sains, keterampilan berpikir kritis, dan keterlibatan siswa. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan virtual lab berbasis pendekatan inquiry-based learning terintegrasi dalam kurikulum IPA sekunder, ditambah perilaku siswa dan evaluasi efektivitasnya dibandingkan metode praktikum konvensional.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan media pembelajaran IPA berbasis digital yang lebih inklusif, adaptif, dan berkelanjutan dalam konteks pendidikan Indonesia masa kini.

B. Metode

Dalam rangka menjawab tantangan pembelajaran sains abad ke-21, sebuah kolaborasi akademik antara KABA Academic Society dan sejumlah mitra pendidikan telah melaksanakan sebuah studi kolaboratif bertajuk “Laboratorium Virtual sebagai Alternatif Media Berbasis Digital dalam Pembelajaran IPA”. Kegiatan ini berlangsung secara hybrid pada Juni hingga Juli 2025, dengan pengumpulan data yang melibatkan sekolah menengah pertama di Indonesia dan fasilitator dari komunitas pendidik sains Asia Tenggara.

Penelitian ini dilakukan dalam empat fase strategis untuk memastikan hasil yang sistematis dan relevan dengan konteks pembelajaran digital di Indonesia:

1. Identifikasi Kebutuhan dan Potensi Penggunaan Laboratorium Virtual

Pada tahap awal, peneliti melakukan survei dan wawancara kepada guru IPA dan siswa di lima SMP di wilayah urban dan semi-urban. Tujuan dari survei ini adalah memetakan kendala pembelajaran praktikum sains secara konvensional serta sejauh mana kesiapan digital siswa dan guru dalam menggunakan laboratorium virtual. Temuan awal menunjukkan tingginya antusiasme siswa terhadap simulasi interaktif, namun keterbatasan akses dan pelatihan bagi guru menjadi kendala utama.

2. Pengembangan dan Adaptasi Modul Laboratorium Virtual

Tim peneliti kemudian mengembangkan modul laboratorium virtual berbasis inquiry learning untuk mata pelajaran IPA kelas VIII, khususnya materi “Sistem Ekskresi” dan “Perubahan Zat”. Modul menggunakan platform simulasi open-source seperti PhET Interactive Simulations dan ChemCollective, yang diadaptasi dengan bahasa Indonesia dan disesuaikan dengan kurikulum nasional. Validasi isi dilakukan oleh dua dosen ahli IPA dan satu pengembang media pembelajaran digital.

3. Implementasi dan Uji Coba Hybrid

Pada akhir Juni 2025, kegiatan implementasi dilakukan secara hybrid, di mana siswa mengikuti praktikum simulasi secara langsung di laboratorium komputer sekolah dan secara daring melalui platform pembelajaran digital. Pada tanggal 30 Juni, pelatihan luring diberikan kepada guru IPA terkait cara mengintegrasikan laboratorium virtual ke dalam pembelajaran tatap muka dan blended learning. Selanjutnya, pada 1–2 Juli 2025, siswa

mengikuti kegiatan eksperimen virtual melalui Zoom dan Google Classroom yang dipantau secara langsung oleh guru dan peneliti.

4. Monitoring, Evaluasi, dan Refleksi Awal

Setelah implementasi, peneliti melaksanakan pretest–posttest terhadap pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa. Selain itu, dilakukan angket kepuasan penggunaan media dan observasi keterlibatan siswa selama simulasi berlangsung. Pada 4 Juli 2025, dilakukan analisis data kuantitatif dan kualitatif, serta refleksi bersama guru pada 6 Juli 2025 untuk mengevaluasi efektivitas dan tantangan penggunaan laboratorium virtual.

Secara keseluruhan, pendekatan metode ini menekankan penerapan teknologi edukatif berbasis digital secara adaptif dan kolaboratif, dengan harapan laboratorium virtual dapat menjadi solusi praktis dan relevan dalam menjawab keterbatasan sarana praktik konvensional di sekolah. Laporan akhir penelitian dan artikel ilmiah dijadwalkan selesai pada 10 Juli 2025 sebagai bagian dari komitmen pengembangan media pembelajaran berbasis bukti di era digital.

C. Hasil dan Pembahasan

Implementasi laboratorium virtual dalam pembelajaran IPA memberikan dampak positif terhadap keterlibatan siswa, pemahaman konsep, serta efisiensi proses pembelajaran sains. Hasil observasi menunjukkan bahwa siswa menunjukkan antusiasme tinggi saat melakukan eksperimen secara virtual, terutama karena visualisasi simulasi memudahkan mereka memahami proses yang abstrak seperti perubahan zat atau fungsi organ ekskresi. Simulasi berbasis digital terbukti mampu menggantikan sebagian keterbatasan laboratorium fisik, seperti ketiadaan alat, bahan kimia, dan risiko keamanan yang biasanya menjadi kendala dalam praktikum konvensional.

Selain itu, wawancara dengan guru IPA mengungkapkan bahwa laboratorium virtual membantu mengoptimalkan waktu pembelajaran, karena siswa dapat melakukan eksperimen berulang tanpa perlu menyiapkan peralatan secara manual. Guru juga merasa terbantu karena media digital tersebut memberikan alur eksperimen yang sistematis, disertai instruksi dan animasi yang menarik. Meski demikian, beberapa guru menggarisbawahi pentingnya pelatihan

pendamping agar guru dapat mengintegrasikan lab virtual ke dalam RPP secara optimal.

Dari sisi siswa, angket menunjukkan bahwa sebagian besar merasa lebih percaya diri dan termotivasi belajar setelah menggunakan laboratorium virtual, karena mereka dapat belajar dengan ritme sendiri dan mengulang simulasi jika belum paham. Hal ini memperkuat temuan Faresta et al. (2023) yang menyatakan bahwa pendekatan game-based virtual lab meningkatkan literasi sains dan rasa ingin tahu siswa. Penggunaan platform seperti PhET dan ChemCollective juga dianggap relevan karena tersedia dalam versi gratis, ringan diakses, dan dapat digunakan baik secara daring maupun luring.

Namun, hasil monitoring juga menunjukkan bahwa implementasi laboratorium virtual masih menghadapi kendala infrastruktur digital seperti keterbatasan perangkat dan koneksi internet di beberapa sekolah. Selain itu, tidak semua siswa memiliki perangkat pribadi untuk mengakses simulasi di rumah. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan kebijakan yang mendorong integrasi media digital berbasis open source dengan dukungan pelatihan guru dan pemetaan kebutuhan perangkat di sekolah.

Secara keseluruhan, hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa laboratorium virtual dapat menjadi alternatif yang layak dan efektif dalam pembelajaran IPA, terutama pada kondisi terbatasnya sarana laboratorium fisik. Dengan pendekatan yang partisipatif dan berbasis kurikulum, media ini tidak hanya meningkatkan kualitas pembelajaran tetapi juga mendukung transformasi digital pendidikan sains di sekolah menengah.

D. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa laboratorium virtual merupakan alternatif media pembelajaran yang efektif dan adaptif dalam konteks pembelajaran IPA, khususnya di tengah keterbatasan sarana laboratorium fisik di sekolah. Melalui pendekatan berbasis simulasi interaktif dan inquiry learning, laboratorium virtual terbukti meningkatkan keterlibatan siswa, mempermudah pemahaman konsep abstrak, serta mendukung proses pembelajaran yang lebih fleksibel dan efisien. Guru dan siswa merespons positif terhadap penggunaan media ini, meskipun masih terdapat tantangan dalam hal kesiapan infrastruktur digital dan integrasi kurikulum.

Oleh karena itu, integrasi laboratorium virtual ke dalam pembelajaran IPA perlu dikembangkan secara lebih luas melalui pelatihan guru, dukungan teknologi, dan penyusunan modul pembelajaran digital yang kontekstual. Dengan langkah

tersebut, laboratorium virtual dapat menjadi bagian penting dari transformasi pendidikan sains berbasis digital di Indonesia.

E. Referensi

- Fozlur Rahman, M. S. M. et al. (2022). A Systematic Review on Interactive Virtual Reality Laboratory
- Maryana, K. F., Rusdi, R., & Komala, R. (2023). *Development of a Virtual Laboratory as a Learning Support Media to Improve Biology Learning Outcomes of High School Students*. EDUSAINS
- Sujono, R. N., Maryati, M., & Jumadi. (2023). *Science Virtual Laboratory Implementation to Improve Students' Critical Thinking Skills: A Content Analysis*. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA
- Gunawan, G., Herayanti, L., Imran, I., Rahmatullah, R., & Fathoroni, F. (2023). *Virtual Laboratories in Science Learning: Challenges and Opportunities*. Indonesian Journal of STEM Education
- Faresta, R. A., Safana, M., & Suhardi, R. M. (2023). *The Effect of Virtual Lab Game-Based Guided Inquiry Learning on Students' Science Literacy in Indonesia*. Jurnal Teknologi Pendidikan