

EFEKTIVITAS MEDIA PEMBELAJARAN DENGAN VIRTUAL LAB UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK KELAS VII PADA MATERI SUHU DI SMP NEGERI 07 PUTUSSIBAU

Fitriana Desi Ating¹, Dwi Fajar Saputri², Sy. Lukman Hakim A³

Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas MIPA dan Teknologi UPGRIP Pontianak

E-mail: fitianadesiatinganting@gmail.com

Abstract : *This study aims to analyze the effectiveness of using a Virtual Lab learning medium based on Student Activity Sheets (LKPD) in improving student learning outcomes on temperature at SMP Negeri 07 Putussibau. This study employed an experimental method with a Nonequivalent Control Group Design, involving an experimental class using the Virtual Lab and a control class using conventional learning. The research instruments consisted of pretests and posttests, each of which had been tested for validity and reliability. The results showed that students' initial abilities in both classes were still low, with an average pretest score of 35.67 in the experimental class and 32.33 in the control class. After the treatment, the average posttest score for the experimental class increased to 79.33 and for the control class to 64.00. The improvement in the experimental class was greater than that of the control class, indicating that the use of the Virtual Lab was more effective in helping students understand the concept of temperature. Furthermore, students responded positively because the medium was considered engaging, interactive, and facilitated the observation of phenomena. Thus, LKPD-based Virtual Lab is worthy of being implemented as an innovative alternative in physics learning.*

Keywords: *Virtual Lab, LKPD, physics learning, learning outcomes, temperature material.*

1. Pendahuluan

Pendidikan adalah suatu proses pembelajaran yang dilakukan oleh seseorang kepada orang lain untuk memberikan pengetahuan, keterampilan, perbaikan sikap, dan melatih intelektual. Pendidikan yang diperoleh tidak hanya pendidikan formal yang ditetapkan oleh pemerintah, tetapi peranan orang tua dan masyarakat sekitar juga dapat menjadi pendidik untuk menambah pengetahuan, pemahaman, serta pengalaman (Sholichah, 2021). Pendidikan merupakan proses pembelajaran pengetahuan, keterampilan, dan kebiasaan sekumpulan manusia yang diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya melalui pengajaran, pelatihan, dan penelitian secara sistematis. Pendidikan yang bermutu dan berkualitas dapat menunjang kemajuan suatu bangsa karena dapat menghasilkan sumber daya manusia yang unggul. Oleh sebab itu, kualitas pendidikan harus terus ditingkatkan melalui pembaharuan yang dapat dipertanggungjawabkan kepada publik agar mampu mempersiapkan generasi penerus bangsa sejak dini demi terciptanya keunggulan kompetitif dalam kehidupan nasional dan global (Priscilla & Yudhyarta, 2021).

Masalah pendidikan di Indonesia saat ini masih cukup kompleks dan membutuhkan perhatian serius. Salah satu masalah utama adalah disparitas kualitas pendidikan antara daerah perkotaan dan pedesaan. Sekolah-sekolah di daerah pedesaan sering kali kekurangan fasilitas, tenaga pengajar berkualitas, dan akses terhadap sumber daya pendidikan yang memadai (Kawuryan et al., 2021). Hal ini mengakibatkan kesenjangan dalam hasil belajar antara siswa di kota besar dan daerah terpencil. Selain itu, kurikulum yang masih berfokus pada hafalan dan kurangnya penerapan metode pembelajaran yang inovatif juga menjadi tantangan besar. Kurangnya pelatihan dan pengembangan profesional bagi guru turut menghambat upaya peningkatan kualitas pembelajaran. Guru yang kurang terlatih sering kali kesulitan mengadopsi metode pengajaran baru dan teknologi pendidikan yang dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran di kelas.

Fisika merupakan salah satu cabang ilmu sains yang mempelajari pola-pola dalam fenomena alam melalui pengetahuan tentang fakta, konsep, teori, dan prinsip, serta melatih sikap ilmiah dan proses penemuan (Russitta et al., 2023). Sebagai mata pelajaran yang diajarkan di sekolah, fisika sering dianggap sulit karena menuntut pemahaman terhadap prinsip dasar dan konsep-konsep abstrak yang disertai dengan penerapan rumus dan teori yang cukup kompleks (Sabono et al., 2023). Oleh karena itu, pembelajaran fisika menuntut strategi dan metode yang efektif agar peserta didik dapat memahami materi dengan baik. Fisika juga dipandang sebagai proses dan sekaligus produk ilmu, sehingga pembelajarannya perlu dirancang dengan mempertimbangkan pengalaman langsung yang melibatkan peserta didik (Aripin et al., 2021; Sevtia et al., 2022). Dengan demikian, keberhasilan pembelajaran fisika sangat bergantung pada keaktifan siswa dan kemampuan guru dalam mengelola kegiatan belajar agar efektif dan efisien (Iman et al., 2022).

Berdasarkan hasil wawancara online yang dilakukan peneliti pada Sabtu, 22 Februari 2025 di SMP Negeri 07 Putussibau, diketahui bahwa sekolah tersebut telah menerapkan Kurikulum Merdeka untuk kelas VII dan VIII, sementara Kurikulum 2013 masih diterapkan di kelas IX. Dari hasil wawancara dengan guru IPA kelas VII, diketahui bahwa dalam proses pembelajaran fisika, guru telah menggunakan berbagai metode seperti ceramah, tanya jawab, diskusi kelompok, demonstrasi, dan tugas proyek. Buku paket dan papan tulis menjadi alat utama dalam penyampaian materi. Meskipun metode yang digunakan sudah cukup beragam, pembelajaran masih dapat dikembangkan lebih lanjut agar lebih menarik, terutama untuk materi yang bersifat abstrak dan membutuhkan representasi visual. Salah satu kendala utama adalah belum tersedianya fasilitas laboratorium fisika di sekolah, sehingga siswa belum dapat melakukan praktikum secara langsung. Guru menyadari bahwa diperlukan inovasi pembelajaran yang lebih interaktif dan memanfaatkan teknologi digital untuk membantu siswa memahami konsep-konsep yang sulit seperti suhu dan kalor.

Kondisi tersebut membuka peluang bagi penerapan media pembelajaran berbasis teknologi, salah satunya dengan memanfaatkan Virtual Laboratory (Virtual Lab). Virtual Lab merupakan media pembelajaran interaktif berbasis komputer yang memungkinkan siswa melakukan eksperimen secara virtual dengan memanipulasi variabel dan mengamati hasilnya. Pemanfaatan virtual lab dinilai relevan dalam pembelajaran sains modern karena mampu menghadirkan pengalaman belajar yang menyerupai kegiatan praktikum nyata (Sri, 2022). Melalui simulasi digital, siswa dapat belajar secara mandiri, mengulangi percobaan, dan mengamati fenomena ilmiah tanpa batasan waktu maupun tempat (Sigit et al., 2023). Dengan

demikian, Virtual Lab menjadi alternatif solusi yang efektif dalam pembelajaran IPA di sekolah yang belum memiliki fasilitas laboratorium lengkap (M.Si et al., 2021).

Pemanfaatan situs atau aplikasi Virtual Lab juga sejalan dengan arah pengembangan Kurikulum Merdeka, yang menekankan pada pembelajaran berbasis eksplorasi, inkuiri, dan proyek yang mendorong kemandirian belajar siswa. Melalui penggunaan Virtual Lab, siswa dapat terlibat aktif dalam menemukan konsep, memahami hubungan antarvariabel, serta menerapkan prinsip ilmiah dalam situasi nyata secara simulatif (Lestari et al., 2023; Mu'minah, 2022). Dengan karakteristik tersebut, media Virtual Lab tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual siswa, tetapi juga membantu mengembangkan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan kreatif dalam pembelajaran fisika (Nurnawangsih, 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana media pembelajaran dengan Virtual Lab dapat meningkatkan hasil belajar siswa serta untuk mengkaji efektivitas penggunaannya dalam proses pembelajaran fisika, khususnya pada materi suhu. Dengan kata lain, penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan bagaimana penerapan media pembelajaran Virtual Lab dapat membantu siswa memahami konsep suhu secara lebih mendalam, menarik, dan bermakna, sekaligus menilai sejauh mana efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar siswa di SMP Negeri 07 Putussibau.

2. Metodologi

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Menurut Sugiyono (2020), metode eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap variabel lain dalam kondisi yang terkendali. Penelitian ini menggunakan quasi experiment design dengan rancangan Nonequivalent Control Group Design, yang melibatkan dua kelompok, yaitu kelas eksperimen yang menggunakan media pembelajaran Virtual Lab dan kelas kontrol yang menggunakan metode pembelajaran konvensional.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Belajar Penerapan Virtual Lab dan Konvensional (Pretest & Posttest)

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai Pretest dan Posttest Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

No	Kelas	Jenis Tes	Nilai Rata-Rata	Nilai Tertinggi	Nilai Terendah
1	VII E (Kontrol)	Pretest	32,33	66	0
2	VII E (Kontrol)	Posttest	64,00	83	33

No	Kelas	Jenis Tes	Nilai Rata-Rata	Nilai Tertinggi	Nilai Terendah
1	VII D (Eksperimen)	Pretest	35,67	66	16
2	VII D (Eksperimen)	Posttest	79,33	100	66

Berdasarkan Tabel di atas, dapat dilihat bahwa hasil pretest pada kelas VII E (kelas kontrol) dan kelas VII D (kelas eksperimen) menunjukkan kemampuan awal yang relatif sama, yaitu berada pada kategori rendah. Nilai rata-rata pretest kelas kontrol sebesar 32,33, sedangkan kelas eksperimen sebesar 35,67, dengan nilai tertinggi pada kedua kelas mencapai 66, dan nilai terendah masing-masing 0 pada kelas kontrol dan 16 pada kelas eksperimen. Hal ini menunjukkan bahwa sebelum diberikan perlakuan pembelajaran, penguasaan materi siswa masih belum optimal.

Setelah perlakuan diberikan, yaitu pembelajaran konvensional pada kelas kontrol dan Virtual Lab pada kelas eksperimen, terdapat peningkatan hasil belajar pada kedua kelas. Nilai rata-rata posttest kelas kontrol meningkat menjadi 64,00, dengan nilai tertinggi 83 dan nilai terendah 33. Sementara itu, nilai rata-rata kelas eksperimen meningkat menjadi 79,33, dengan nilai tertinggi 100 dan nilai terendah 66.

Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa baik pembelajaran konvensional maupun pembelajaran berbasis Virtual Lab mampu memberikan peningkatan terhadap hasil belajar siswa. Namun, peningkatan yang terjadi pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan Virtual Lab terbukti lebih efektif dalam membantu siswa memahami materi dan meningkatkan hasil belajar dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

Sebelum pembelajaran dilaksanakan, peneliti memberikan pretest kepada kedua kelas untuk mengetahui kemampuan awal siswa terhadap materi yang akan dipelajari. Pretest terdiri dari 10 butir soal pilihan ganda dengan skor maksimal 100, yang berfungsi untuk mengukur pemahaman dasar siswa sebelum diberikan perlakuan pembelajaran.

Kelas Konvensional

Pada kelas VII E yang menjadi kelas kontrol, hasil pretest menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa masih tergolong rendah. Nilai siswa bervariasi mulai dari 0 hingga 66, dengan sebagian besar siswa memperoleh nilai sekitar 33. Nilai tertinggi yang diperoleh siswa adalah 66, sedangkan nilai terendah berada pada angka 0. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai rata-rata pretest mencapai 32,33, yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum menguasai materi pembelajaran dengan baik.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa penguasaan awal siswa pada kelas konvensional masih terbatas. Nilai rata-rata yang hanya mencapai 32,33 menegaskan bahwa siswa belum memahami konsep-konsep dasar yang akan diajarkan. Oleh karena itu, penerapan pembelajaran konvensional diharapkan mampu membantu siswa meningkatkan hasil belajar mereka pada tahap selanjutnya.

Setelah pembelajaran menggunakan metode konvensional, dilakukan posttest untuk mengetahui hasil belajar siswa. Nilai yang diperoleh berkisar antara 33 hingga 83, dengan nilai rata-rata sebesar 64,00, nilai tertinggi 83, dan nilai terendah 33. Sebagian besar siswa memperoleh nilai sekitar 66, yang menjadi nilai dominan pada distribusi nilai posttest.

Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan dibandingkan dengan hasil pretest sebelumnya, meskipun masih terdapat beberapa siswa yang berada pada kategori nilai rendah (33—50). Secara keseluruhan, penerapan pembelajaran konvensional mampu memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar siswa, namun peningkatan yang dicapai belum merata pada seluruh peserta didik.

Kelas Virtual Lab

Pada kelas VII D yang menjadi kelas eksperimen, pretest diberikan dengan bentuk soal yang sama, yaitu 10 soal pilihan ganda dengan skor maksimal 100. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai siswa berada pada rentang 16 hingga 66, dengan nilai yang paling banyak muncul adalah 33. Nilai tertinggi yang dicapai adalah 66, sedangkan nilai terendah adalah 16. Adapun nilai rata-rata yang diperoleh siswa pada tahap pretest adalah 35,67, yang menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa juga masih tergolong rendah.

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan awal siswa kelas eksperimen belum menunjukkan penguasaan materi yang memadai. Nilai rata-rata 35,67 yang hanya sedikit lebih tinggi dari kelas kontrol memperlihatkan bahwa kedua kelas memiliki tingkat pemahaman awal yang relatif setara sebelum perlakuan pembelajaran diberikan. Kondisi ini menjadi dasar penting untuk penerapan media Virtual Lab, dengan harapan mampu meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan pada pertemuan berikutnya.

Setelah penerapan pembelajaran berbasis Virtual Lab, dilakukan posttest untuk mengukur hasil belajar siswa. Nilai siswa berada pada rentang 66 hingga 100, dengan sebagian besar memperoleh nilai 66 dan 83. Nilai tertinggi yang dicapai adalah 100, dan nilai terendah adalah 66. Nilai rata-rata posttest mencapai 79,33, menunjukkan peningkatan yang signifikan dari hasil pretest sebelumnya (35,67).

Temuan ini memperlihatkan bahwa penerapan Virtual Lab mampu memberikan pengaruh positif yang lebih kuat terhadap hasil belajar siswa dibandingkan pembelajaran konvensional. Mayoritas siswa berada pada kategori baik hingga sangat baik, yang menandakan bahwa pembelajaran berbasis Virtual Lab efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual, keterlibatan belajar, dan motivasi siswa.

Perbedaan Virtual Lab dan Konvensional

Berdasarkan hasil posttest, terlihat adanya perbedaan capaian antara kelas Konvensional dan kelas Virtual Lab. Pada kelas kontrol yang menggunakan metode pembelajaran konvensional, nilai siswa berada pada rentang 33 hingga 83 dengan rata-rata 64,00. Nilai terendah diperoleh sebesar 33, sedangkan nilai tertinggi mencapai 83. Sebagian besar siswa memperoleh nilai 66 yang menjadi nilai dominan dalam distribusi skor. Jika dibandingkan dengan hasil pretest, capaian ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan siswa, namun peningkatan tersebut belum merata karena masih terdapat beberapa siswa dengan nilai di bawah 50. Hal ini mengindikasikan bahwa pembelajaran konvensional mampu meningkatkan hasil belajar, tetapi belum memberikan pemerataan pemahaman di seluruh peserta didik.

Sebaliknya, pada kelas eksperimen yang menggunakan Virtual Lab, nilai siswa berada pada rentang 66 hingga 100 dengan rata-rata 79,33. Nilai terendah yang diperoleh siswa adalah 66, sedangkan nilai tertinggi mencapai 100. Sebagian besar siswa memperoleh nilai 66 dan 83. Tidak ada siswa yang mendapatkan nilai di bawah 60, yang berarti seluruh siswa telah mencapai kriteria ketuntasan belajar. Jika dibandingkan dengan rata-rata nilai pretest sebelumnya (35,67), peningkatan hasil belajar pada kelas eksperimen sangat signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan Virtual Lab mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan motivasi belajar siswa melalui pengalaman belajar yang lebih interaktif dan realistik.

Tabel 2. Perbedaan Hasil Posttest Kelas Kontrol dan Eksperimen

Aspek	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen
Rentang Nilai	33-83	66-100
Nilai Rata-rata	64,00	79,33
Nilai Tertinggi	83	100
Nilai Terendah	33	66

Hasil Perhitungan Uji N-Gain

Hasil belajar kelas VII D dan kelas VII E dan data pretest-posttest menggunakan n-gain dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Peningkatan Hasil Belajar Pretest-Posttest

Kelas	Pretest (Rata-rata)	Posttest (Rata-rata)	N-Gain	Kategori
VII E (Kontrol)	32,33	35,67	0,05	Rendah
VII D (Eksperimen)	32,33	64,00	0,47	Sedang

Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen berupa soal tes terlebih dahulu diuji coba di kelas VII A untuk mengetahui validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Dari sepuluh soal, enam butir (nomor 1, 2, 4, 5, 7, dan 9) dinyatakan layak digunakan, sedangkan empat lainnya direvisi atau dibuang karena memiliki daya beda rendah.

Pada tahap pretest, siswa kelas VII D (kelas eksperimen) diberikan tes awal untuk mengukur kemampuan awal tentang konsep suhu. Hasil pretest menunjukkan pemahaman awal siswa masih rendah. Setelah pembelajaran dengan media Virtual Lab berbasis LKPD, dilakukan posttest dan hasil uji Wilcoxon menunjukkan peningkatan signifikan (Asymp. Sig. $0,000 < 0,05$). Semua siswa mengalami kenaikan nilai, menunjukkan efektivitas penggunaan Virtual Lab dalam meningkatkan hasil belajar.

Pembelajaran di kelas eksperimen memadukan Virtual Lab dan LKPD yang berisi langkah kegiatan, pertanyaan analisis, dan tabel pengamatan. Siswa bekerja dalam kelompok kecil, berkolaborasi, berdiskusi, serta melakukan eksplorasi virtual. Hasil observasi menunjukkan siswa lebih aktif, mandiri, dan berpikir kritis. Temuan ini didukung penelitian Napirah dkk. (2024), Lestari (2020), dan Rony Harianto dkk. (2024) yang membuktikan bahwa laboratorium virtual efektif meningkatkan pemahaman konsep dan kemandirian belajar.

Setelah pembelajaran, siswa mengisi angket respon untuk menilai penggunaan Virtual Lab. Hasilnya menunjukkan respon sangat positif; siswa merasa media mudah digunakan, menarik, dan membantu memahami konsep suhu.

Sebagai kelas kontrol, kelas VII E belajar menggunakan metode konvensional dengan bantuan LKPD tanpa Virtual Lab. Siswa tetap melakukan diskusi dan praktik sederhana menggunakan alat seperti termometer dan air panas, namun eksplorasi dan pemahaman konsep lebih terbatas dibandingkan kelas eksperimen. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran konvensional kurang efektif untuk memahami konsep abstrak dibandingkan dengan pembelajaran berbasis Virtual Lab.

Secara keseluruhan, penelitian membuktikan bahwa penggunaan Virtual Lab berbasis LKPD efektif meningkatkan hasil belajar, motivasi, dan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi suhu di SMP Negeri 07 Putussibau.

4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan di SMP Negeri 07 Putussibau, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media pembelajaran Virtual Lab berbasis LKPD berpengaruh positif terhadap peningkatan hasil belajar siswa pada materi suhu. Instrumen penelitian yang digunakan telah melalui uji validitas dan reliabilitas, sehingga soal yang digunakan dalam pretest dan posttest dinyatakan layak. Hasil

analisis menunjukkan bahwa kelas eksperimen yang menggunakan Virtual Lab mengalami peningkatan hasil belajar yang signifikan dibandingkan dengan kelas kontrol, yang dibuktikan melalui uji Wilcoxon. Selain itu, respon siswa terhadap penggunaan media ini sangat positif karena dianggap mudah digunakan, menarik, dan membantu memahami konsep suhu secara lebih mendalam. Dengan demikian, media Virtual Lab berbasis LKPD terbukti efektif dan layak digunakan sebagai alternatif inovatif dalam pembelajaran fisika, khususnya untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi suhu.

5. Ucapan Terimakasih

Kepada Bapak dan Ibu saya tercinta, dengan penuh rasa hormat dan kasih sayang, saya menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya atas segala doa, dukungan, pengorbanan, serta kasih sayang yang tidak pernah terputus. Tanpa kehadiran, bimbingan, dan restu dari Bapak dan Ibu, penyusunan skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Semoga Tuhan yang Maha Esa senantiasa membalas setiap kebaikan yang telah diberikan dengan pahala yang berlipat ganda.

6. Daftar Pustaka (daftar pustaka minimal 20 referensi dan 70 % berasal dari jurnal ilmiah)

- Aripin, R., Sulaiman, M., & Rahman, F. (2021). Strategi pembelajaran fisika efektif dan efisien. Jakarta: Pustaka Edukasi.
- Iman, A., Hidayat, R., & Nurjanah, S. (2022). Peningkatan kompetensi peserta didik melalui pembelajaran fisika aktif. Bandung: Akademika Press.
- Kawuryan, T., Prasetyo, D., & Lestari, F. (2021). Disparitas kualitas pendidikan antara perkotaan dan pedesaan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Nasional*, 12(3), 45–56.
- Lestari, N., Sari, P., & Hidayat, T. (2023). Pemanfaatan virtual lab dalam praktikum IPA. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 15(2), 101–115.
- Lestari, S. (2020). Laboratorium virtual sebagai media pembelajaran inovatif. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- M.Si, R., Aminah, L., & Sari, D. (2021). Virtual lab sebagai alternatif pembelajaran IPA daring. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 9(1), 23–34.
- Muhammad, F. (2020). Peran pembelajaran IPA dalam kurikulum sekolah menengah. Jakarta: Prenada Media.
- Napirah, R., Haryanto, R., & Dewi, S. (2024). Efektivitas laboratorium virtual dalam meningkatkan kemandirian belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Sains*, 18(1), 56–70.
- Nurnawangsih, S. (2022). Penerapan virtual lab dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Modern*, 14(3), 88–97.
- Priscilla, M., & Yudhyarta, B. (2021). Pendidikan bermutu untuk kemajuan bangsa. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 10(2), 12–23.
- Rony Harianto, H., Sulaiman, T., & Putri, D. (2024). Laboratorium virtual dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Teknologi Pembelajaran*, 11(2), 77–89.
- Russitta, R., Wijaya, A., & Santoso, D. (2023). Fisika: Konsep, prinsip, dan proses penemuan. Surabaya: Widya Press.
- Sabono, R., Lestari, N., & Hidayat, T. (2023). Kesulitan belajar fisika dan strategi pengajarannya. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(4), 65–78.

Sevtia, L., Ramadhan, F., & Utami, S. (2022). Pengalaman belajar fisika untuk mengembangkan kompetensi siswa. *Jurnal Pendidikan Eksperimen*, 8(2), 33–44.

Sholichah, N. (2021). *Peran pendidikan formal dan informal dalam pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.

Sigit, P., Hadi, R., & Lestari, N. (2023). Simulasi IPA daring menggunakan virtual lab. *Jurnal Teknologi dan Pembelajaran*, 7(1), 15–26.

Sri, W. (2022). Pemanfaatan virtual lab sebagai media pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Sains Terapan*, 5(2), 40–50.

Sugiyono. (2020). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D* (ed. 21). Bandung: Alfabeta.

Vinka, S. (2020). *Praktikum IPA di laboratorium sekolah menengah*. Jakarta: Erlangga.

Mu'minah, L. (2022). Virtual lab untuk meningkatkan pengalaman praktikum IPA. *Jurnal Pendidikan IPA*, 10(1), 55–66.