

Analisis Efektivitas Penggunaan Laboratorium Virtual Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA Siswa Sekolah Dasar: Sistem Litelatur Riview

Yuni Dwi Astuti¹, Rohmani²

¹universitas muhammadiyah kotabumi

yunidwiastuti98@gmail.com , Rohman.ogros@gmail.com

Article Info

Article history:

Received xx , 202x
Revised xx, 202x
Accepted xx, 202x

Keywords:

virtual laboratory,
science concept understanding,
elementary school students.

ABSTRACT

Science education in elementary schools serves as a crucial foundation for developing students' scientific understanding. However, the limited availability of physical laboratory facilities presents a significant challenge. Virtual laboratories have emerged as an alternative solution to this issue, enabling students to conduct experiments digitally. This research aims to analyze the effectiveness of virtual laboratories in enhancing the understanding of science concepts, motivation, and digital visualization skills of elementary school students through a literature review. The methodology employed is a Systematic Literature Review (SLR) following the PRISMA approach. A literature search was conducted on the Google Scholar database for publications from 2019 to 2023, using the keywords “virtual laboratory” AND “science concept understanding” AND “elementary school students”. The selection process, which began with an initial pool of 4,030 articles, involved stages of identification, screening, and eligibility assessment, ultimately resulting in 6 relevant articles for analysis. The findings reveal that the implementation of virtual laboratories, such as PhET simulations and interactive e-books, has been proven to enhance both student activity and conceptual understanding in science education. The study concludes that virtual laboratories are an effective instructional medium for fostering meaningful learning experiences and promoting critical thinking and active participation in the learning process.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Yuni dwi astuti
Universitas muhammadiyah kotabumi
yunidwiastuti98@gmail.com

Article Info

ABSTRACT

Article history:

Received xx, 202x

Revised xx, 202x

Accepted xx, 202x

Keywords:

Labolatorium virtual,
pemahaman konsep IPA,
siswa sekolah dasar.

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di sekolah dasar merupakan fondasi penting untuk membangun pemahaman sains siswa. Namun, keterbatasan fasilitas laboratorium fisik menjadi kendala signifikan. Laboratorium virtual hadir sebagai solusi alternatif untuk mengatasi masalah ini, memungkinkan siswa melakukan eksperimen secara digital. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas laboratorium virtual dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA, motivasi, dan kemampuan visualisasi digital siswa sekolah dasar melalui kajian literatur. Metode yang digunakan adalah tinjauan literatur sistematis (Systematic Literature Review) dengan pendekatan PRISMA. Pencarian artikel dilakukan pada database Google Scholar untuk publikasi antara tahun 2019 hingga 2023 dengan kata kunci “labolatorium virtual ” AND “pemahaman konsep IPA” AND “siswa sekolah dasar”. Proses seleksi dimulai dari 4.030 artikel, melalui tahap identifikasi, penyaringan, dan kelayakan, hingga akhirnya diperoleh 6 artikel yang relevan untuk dianalisis. Hasil kajian menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual, seperti simulasi PhET dan e-book interaktif, terbukti dapat meningkatkan aktivitas dan pemahaman konsep siswa dalam pembelajaran IPA. Disimpulkan bahwa laboratorium virtual merupakan media pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan pengalaman belajar yang bermakna dan mendorong siswa untuk berpikir kritis serta aktif dalam proses pembelajaran.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Yuni dwi astuti

Universitas muhammadiyah kotabumi

yunidwiastuti98@gmail.com

Pendahuluan

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di tingkat sekolah dasar memiliki peran penting dalam membangun fondasi pemahaman sains yang kuat bagi siswa (Valarie dkk., 2019). Konsep-konsep dasar seperti sifat-sifat benda, perubahan materi, serta konsep ekosistem perlu dipahami dengan baik oleh siswa sejak dini untuk mendukung kemampuan berpikir kritis dan analitis mereka. Namun, keterbatasan fasilitas laboratorium fisik di banyak sekolah dasar di Indonesia seringkali menjadi kendala dalam pembelajaran IPA yang efektif. Hal ini menyebabkan siswa sulit untuk mengaitkan konsep teori dengan praktik langsung di lapangan (Muhammad dkk., 2023) .

Seiring perkembangan teknologi, laboratorium virtual muncul sebagai salah satu alternatif yang dapat mengatasi keterbatasan ini. Laboratorium virtual memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen dan simulasi secara digital, tanpa memerlukan peralatan fisik yang mahal dan ruang laboratorium yang luas (Lawrence & Flowers, 2024) . Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual dapat meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa melalui visualisasi yang lebih baik dan interaksi yang lebih menarik (Thoha dkk., 2023). Misalnya, penelitian oleh [nama pene mengungkapkan bahwa siswa yang menggunakan laboratorium virtual menunjukkan peningkatan dalam hasil belajar

dan pemahaman konsep sains dibandingkan dengan siswa yang hanya belajar melalui pembelajaran konvensional (Thoha dkk., 2023).

Pentingnya mengenai penelitian efektivitas laboratorium virtual ini semakin terlihat pada era digital saat ini, di mana pembelajaran daring menjadi bagian integral dari sistem pendidikan. Dengan adanya laboratorium virtual, guru dapat menyajikan materi IPA secara lebih interaktif, bahkan ketika pembelajaran dilakukan secara jarak jauh. Selain itu, laboratorium virtual memberikan kesempatan kepada siswa untuk bereksperimen secara mandiri, yang dapat meningkatkan motivasi belajar mereka (Annisa & Hidayati, 2023). Ini menjadi sangat relevan terutama pada masa pandemi, di mana pembelajaran tatap muka di sekolah terbatas dan sekolah harus mengandalkan metode pembelajaran daring.

Penelitian-penelitian sebelumnya banyak yang membahas tentang efektivitas penggunaan teknologi dalam pembelajaran, namun masih terdapat kesenjangan dalam kajian yang secara khusus mengevaluasi laboratorium virtual dalam konteks pembelajaran IPA di tingkat sekolah dasar (PRATAMA, 2024). Penelitian menekankan pada pentingnya integrasi teknologi dalam pembelajaran, namun sebagian besar penelitian tersebut dilakukan pada tingkat pendidikan menengah atau perguruan tinggi, dan hanya sedikit yang fokus pada siswa sekolah dasar (Sugiana dkk., 2016). Oleh karena itu, kajian literatur ini bertujuan untuk meninjau berbagai penelitian yang telah dilakukan terkait penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar.

Tujuan dari kajian literatur ini adalah untuk menganalisis efektivitas laboratorium virtual dalam meningkatkan pemahaman konsep-konsep IPA di sekolah dasar, dengan melihat dari aspek-aspek seperti peningkatan hasil belajar, motivasi siswa, serta kemampuan siswa dalam memahami konsep abstrak melalui visualisasi digital. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan penggunaan laboratorium virtual di kelas IPA, seperti dukungan teknologi, keterampilan digital guru, serta kesiapan infrastruktur sekolah (Syahrina dkk., 2024).

Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan kebijakan pendidikan yang lebih inklusif terhadap teknologi dalam pembelajaran, serta membantu sekolah dalam menentukan investasi yang tepat dalam teknologi pendidikan. Sebagai bentuk dukungan terhadap pengembangan literasi digital siswa, hasil dari penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pemerintah dan pihak terkait dalam merancang program pelatihan untuk guru terkait pemanfaatan laboratorium virtual (ANITA, 2023)

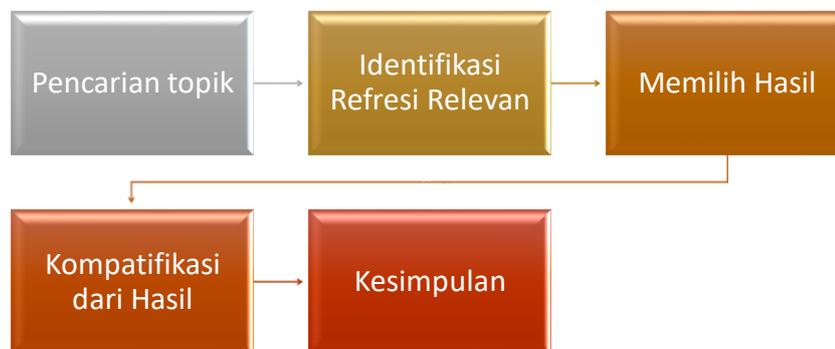
Secara keseluruhan, kajian literatur ini akan membahas dan menganalisis berbagai penelitian yang relevan dengan penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang komprehensif tentang bagaimana teknologi ini dapat digunakan secara optimal untuk meningkatkan kualitas pembelajaran IPA, serta mengatasi tantangan yang ada di lapangan

Metode

Metodologi yang digunakan adalah tinjauan literatur, yang melibatkan pencarian sistematis berbagai sumber seperti jurnal, buku, surat kabar, dan majalah untuk mendukung studi teoritis. Tinjauan literatur ini di gunakan untuk mendefinisikan, menganalisis, dan menemukan suatu temuan untuk menyelesaikan masalah dengan mencari jawaban atas

pertanyaan yang telah di tentukan. dalam melakukan penelitian kajian litelatur, peneliti dapat menemukan kkerangka dasar dan perumusan masalah yang dapat dikembangkan menjadi pembahasan yang telah di tentukan .

Jenis data yang di tentukan dalam penelitian ini berasal dari kajian litelatur. Beberapa jenis tinjauan pustaka dapat di ambil dari berbagai sumber seperti jurnal, tesis, dan artikel ulasan. Menurut Arvianti dkk., (2024) penlaian litelatur adalah metode yang di gunakan untukmengeumpulkan semua informasi atau data dari sumber tentang subjek dri panelitian. Setelah data di kumpulkan, analisis deskriptif akan dilakukan dengan memperjelas fakta dan meberikan penjelasan singkat. Data tinjauan pustaka dalam penelitia ini di definisikan dari google secolar. Tahapan penelitian ini adalah: 1) pencarian topik yang akan di tinjau, 2) mengidentifikasi refrensi yang relevan melalui google secolar, 3) memilih hasil yang diperoleh dari google scholar sesuai dengan kriteria yang di tentukan, 4) menyusun matriks sistematis dari hasil yang diperoleh, dan 5) menyimpulkan tinjauan hasil. Tahapan penelitian kajian litelatur adalah di tunjukan dalam gambar berikut



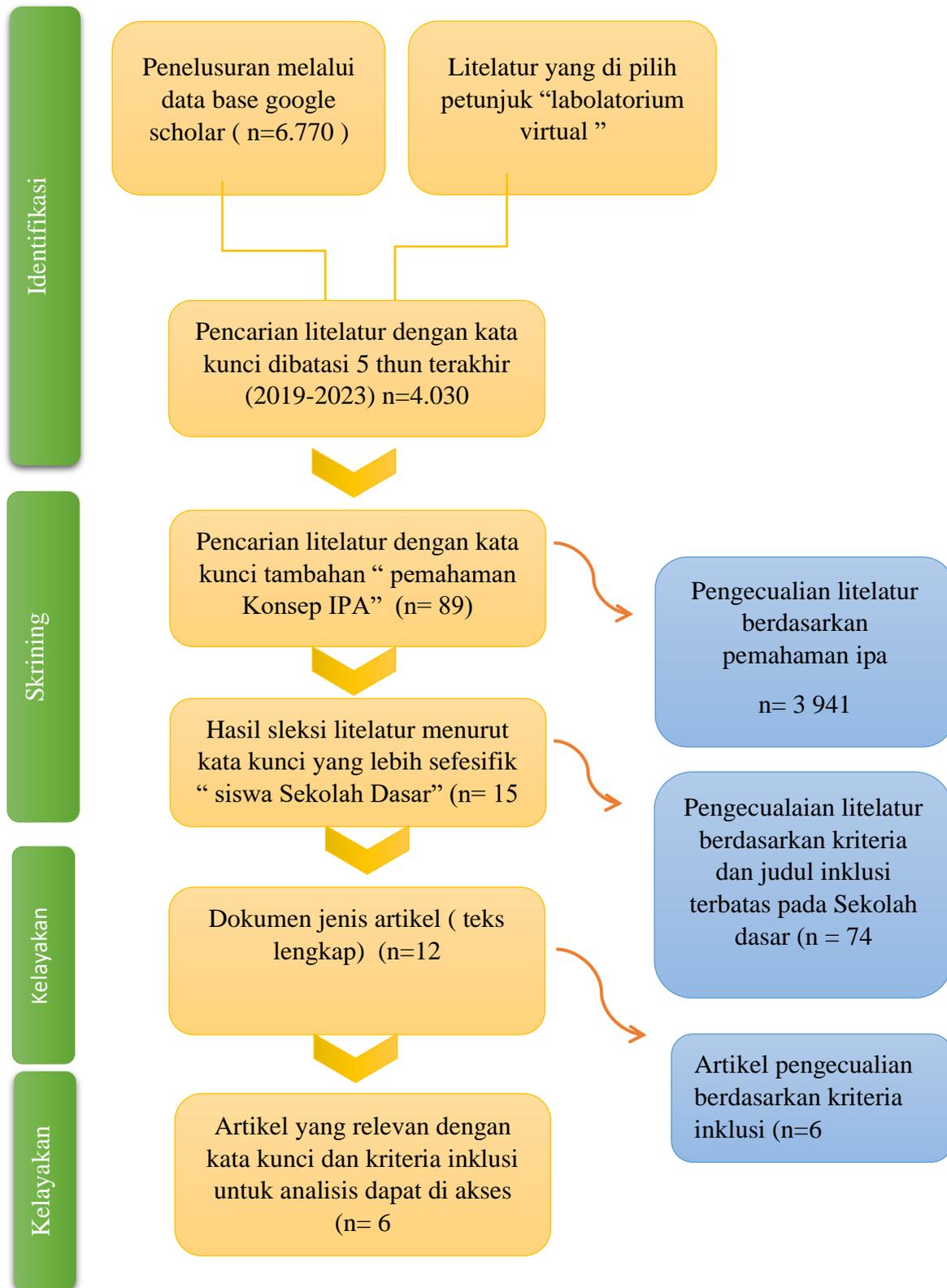
Gambar 1: diagram tahapan systematic tinjauan litelatur

Untuk menyelesaikan penelitian ini Artikel ilmiah dikuratori dalam database scolar atau google cendikia dengan mencari hasil publikasi artikel ilmiah dalam 5 tahun terakhir untuk periode dari 2019 hingga 2023. Pencarian untuk artikel yang relevan di web <https://scholar.google.com/> dilakukan pada Oktober 2024 menggunakan kata kunci yang ditentukan “labolatorium virtual,” DAN “Pemahaman Konsep IPA,” DAN “Sekolah Dasar.”. Informasi diekstraksi dari database ilmiah, menekankan “dokumen tipe artikel”. Kemudian memilih dan mengambil artikel yang relevan dengan kata kunci dan sesuai dengan kriteria inklusi untuk mencari artikel di gogle secholar sebagai berikut.

- 1) Artikel penelitian yang mencakup kata kunci labolatorium virtual, pemahaman IPA, di Sekolah Dasar.
- 2) Publikasi dalam 5 tahun terakhir (2019- 2023)
- 3) Terakreditasi oleh indeks saint dan teknologi (SINTA)
- 4) Artikel yang menggunakan bahasa Indonesia
- 5) Batas sitasi atau rujukan lebih dari 5
- 6) Jenis ariketl jural bukan tesis, teks lengkap, dapat di akses

alur proses pemilihan artikel berdasarkan kriteria inklusi dan metode PRISMA

alur proses pemilihan artikel berdasarkan kriteria inklusi dan metode PRISMA



2. gambar pemilihan hasil artikel

Hasil

Hasil pencarian literatur dalam studi SLR ini dilakukan sesuai dengan kriteria inklusi dan pendekatan PRISMA. Seleksi akhir artikel tentang model pembelajaran yang dapat meningkatkan aktivitas pembelajaran sains pada siswa sekolah dasar telah diperoleh. Hasil ini didapatkan dari empat tahap sebagai berikut.

1. Identifikasi

Pada tahap identifikasi, peneliti mengumpulkan data tentang artikel mengenai raboratorium virtual yang bersumber dari Google Scholar. Pencarian dimulai dengan kata kunci "raboratorium virtual" dengan rentang lima tahun terakhir (2019 – 2023); jumlah total artikel yang diperoleh adalah (n = 3.960) .

2. penyaringan

Pada tahap penyaringan, pencarian literatur didasarkan pada kata kunci tambahan. Pencarian awal menambahkan kata kunci "konsep IPA," yang menghasilkan hasil untuk artikel (n = 251) dan kemudian difokuskan berdasarkan kriteria judul yang dibatasi pada pembelajaran sains, yang menghasilkan total artikel(n = 3.709)

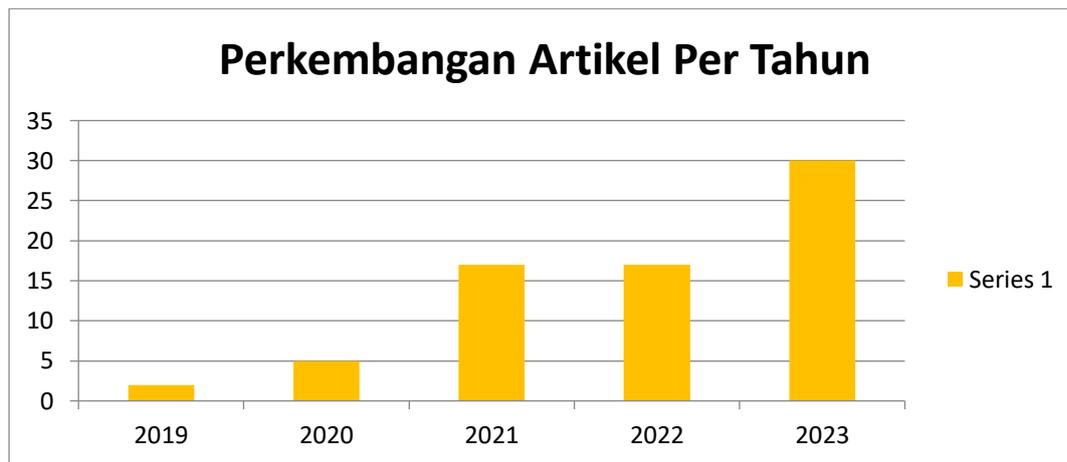
3. kelayakan

Pada tahap kelayakan, untuk lebih spesifik, kata kunci "di Sekolah Dasar" ditambahkan dengan akuisisi artikel (n=71). Kemudian, jenis pemilihan dokumen hanya berupa artikel jurnal dengan akuisisi artikel sitasi lebeih dari 5 (n= 12)

4. hasil akhir

Termasuk Data akhir yang diperoleh berdasarkan kriteria inklusi yang ditetapkan adalah pengambilan artikel pada tahap inklusi dan artikel yang bisa di akses full. Artikel ini nantinya akan dianalisis dan dibahas. Pencarian dan seleksi akhir menghasilkan artikel (n = 6).

Tujuan dari pencarian hasil tinjauan pustaka dalam database Google Scholar adalah untuk memverifikasi bagaimana temuan penelitian disajikan mengenai kata kunci yang relevan. Hasil analisis publikasi yang diperoleh akan dipilih dari tahun 2019 hingga 2023 atau dari lima tahun terakhir, yang ditentukan dalam bentuk grafik dan tabel yang mengandung penjelasan. Pencarian literatur didasarkan pada kriteria yang telah ditentukan.



Gambar 3. Jumlah Publikasi dari 2019-2023 di database Google Scholar dengan kata kunci pencarian "laboratorium virtual" DAN "Konsep IPA" DAN " di Sekolah Dasar"

Gambar di atas menunjukkan hasil jumlah dokumen pemuatan berbasis kata kunci yang dipublikasikan dilima tahun terakhir. Pencarian literatur yang diperoleh berdasarkan kata kunci yang telah ditentukan namun belum ada dipilih secara menyeluruh sesuai dengan kriteria inklusi yang ditetapkan. Penelitian ini berfokus pada artikel jurnal.

Hasil analisis artikel selain berdasarkan kata kunci juga menggunakan pendekatan PRISMA, yang memperoleh 3.980 dokumen hasil pencarian literatur awal dari database Google Scholar menggunakan kata kunci "laboratorium virtual" dengan rentang waktu lima tahun terakhir (2019 – 2023) dokumen ini terdiri dari kategori buku, tesis, tesis, dan artikel. Pencarian literatur lebih lanjut dengan menambahkan kata kunci "konsep IPA", yang menghasilkan 251dokumen.Selanjutnya untuk lebih spesifiknya kata kunci "di Sekolah Dasar" ditambah dengan perolehan 71 dokumen. Lalu, pemilihan jenis dokumennya hanya jurnal artikel,sitasi lebih dari 5 dengan 12 artikel diperoleh. 12 artikel yang diterbitkan berdasarkan kata kunci akan diseleksi kembali berdasarkan pada kriteria yang ditetapkan dan dapat di akses full di hasilkan 6 artikel . Berikut hasil review 6 artikel terkait laboratorium virtual dalam meningkatkan pemahaman konsepp IPA di sekolah dasar, yang ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut.

No.	Artikel	Hasil	Jurnal setatus	Sitasi
1.	Penerapan Pembelajaran Berbasis inkuiri dengan Media Simulasi Labolatorium virtual Phet untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep IPA (Ulfah, 2020)	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa (1) aktivitas peserta didik terjadi peningkatan pada siklus I rata-ratanya 78,26 dan pada siklus II 82,61. (2) nilai hasil penguasaan konsep juga mengalami peningkatan nilai rata-rata pada siklus I 74,78 dan siklus II 79,13.	Sinta 5	9
2.	Efektivitas Model	Hasil penelitian	Sinta 2	64

	Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantu Lembar Kerja Siswa Berbasis Sainifik Terhadap Hasil Belajar Siswa(Nahak & Bulu, 2020)	menunjukkan terdapat efektivitas penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantu LKS berbasis saintifik terhadap hasil belajar IPA kelas VI SDI Bakunase		
3.	Meta Analisis Media Pembelajaran Ipa Smp/Mts Berbasis Virtual Reality (Rahmawati dkk., 2021)	pada penelitian ini disimpulkan bahwa berbagai penelitian mengenai model media pembelajaran IPA SMP/MTS berbasis virtual reality meningkatkan hasil belajar peserta didik. Media dan bahan ajar yang digunakan untuk menunjang terlaksananya model IBL/VR yang sering digunakan adalah virtual laboratorium dan Lembar kerja siswa	Sinta 5	13
4.	Pengaruh Model Contextual Teaching and Learning (CTL) Berbantuan Media Ular Tangga Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Siswa(Wildani dkk., 2021)	Hal ini membuktikan adanya pertambahan pemahaman konsep IPA oleh siswa SMK. Secara keseluruhan, siswa memberikan respons positif terhadap pembelajaran daring berbantuan <i>e-book</i> untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa	Sinta 3	Sitasi 10
5.	Penggunaan Software Crocodile Physics 6.0.5 Dalam Pembelajaran Fisika Materi Gerak Lurus Berubah Beraturan (Glbb)	Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan dua hal yaitu: (1) peserta didik berhasil mencapai hasil belajar yang baik dalam materi GLBB; dan (2) terjadi peningkatan penguasaan mereka dalam materi tersebut.		Sitasi 9

6.	Peningkatan Pemahaman Konsep Siswa Melalui Implementasi Media Interaktif e-book Selama Pembelajaran Daring di SMK Patriot Peterongan Jombang(Nofitasari & Pertiwi, 2021)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan uji normalitas terdapat perubahan nilai Pretest-Posttest setelah pembelajaran dengan memakai <i>e-book</i> sebesar 0,47 dengan kriteria sedang. Hal ini membuktikan adanya penambahan pemahaman konsep IPA oleh siswa SMK. Secara keseluruhan, siswa memberikan respons positif terhadap pembelajaran daring berbantuan <i>e-book</i> untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa	Sinta 4	6
----	--	--	---------	---

Pembahasan

Berdasarkan Tabel 1, hasil tinjauan pustaka 6 artikel bersumber dari Google Scholar based Pada kriteria inklusi dan pendekatan PRISMA diketahui media laboratoium virtual tersebut dapat mengalami peningkatan kegiatan pembelajaran IPA sekolah dasar.

Tinjauan literatur ini secara sistematis mengeksplorasi efektivitas penggunaan media labratorium virtual untuk meningkatkan pemahan kondep IPA di Seklah Dasar, fokus pada peningkatan kegiatan pembelajaran IPA lima tahun terakhir (2019-2024). Penelitian ini mencari sumber literatur dari Google Scholar dan Google Scholar untuk mendapatkan pemahaman yang komprehensif tentang media laboratorium virtual yang telah diteliti, yang menunjukkan bahwa media laboratorium virtual ini berhasil mengalami peningkatan mengenai pemahan knsep IPA di sekolah dasar.

Media pembelajaran laboratorium virtual sangat penting dalam mata pelajaran IPA karena memiliki banyak manfaat yang signifikan, diantaranya meningkatkan aktivitas belajar siswa. Penggunaan model pembelajaran yang sesuai memungkinkan siswa untuk aktif belajar secara langsung seperti melakukan praktikum, eksperimen, dan observasi. Proses ini mendorong siswa untuk berpikir kritis, menganalisis informasi, dan menciptakan solusi terhadap masalah yang dihadapi. Siswa mempunyai kesempatan untuk melakukannya mempunyai pengalaman bermakna dalam belajar, yaitu memahami konsep-konsep ilmiah secara langsung. Hal ini memungkinkan siswa untuk memahami materi dengan lebih baik karena pengalaman langsung seringkali lebih berkesan dibandingkan sekedar membaca atau mendengar. Senada dengan pendapat tersebut, Muliadi dkk. (2022) menyatakan bahwa semakin aktif siswa dalam belajar proses pembelajaran, maka siswanya semakin memahami materi pelajaran yang

dipelajari, dan pembelajarannya optimal hasilnya juga akan optimal. Berdasarkan hasil tersebut ulasan enam artikel, berikut pembahasannya:

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ulfah, (2020) Media simulasi laboratorium virtual phet adalah media simulasi interaktif yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder untuk mendukung pembelajaran sains, terutama fisika, kimia, biologi, dan matematika. Simulasi ini dirancang untuk memudahkan pemahaman konsep-konsep abstrak melalui eksperimen virtual yang interaktif dan menyenangkan. Penggunaannya memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi fenomena ilmiah tanpa harus bergantung pada laboratorium fisik, yang sangat berguna di daerah dengan akses terbatas. Laboratorium virtual berbasis PhET telah muncul sebagai alat yang efektif dalam meningkatkan motivasi siswa dan pemahaman konseptual di berbagai disiplin ilmu. Lingkungan virtual ini memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan konsep yang kompleks, terlibat dalam pembelajaran interaktif, dan meningkatkan keterampilan analitis mereka. Studi menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam hasil belajar siswa ketika menggunakan simulasi PhET, sebagaimana dibuktikan oleh berbagai temuan penelitian (Amalia dkk., 2024).

Kesimpulan

Berdasarkan temuan penelitian, dapat disimpulkan dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep IPA laboratorium virtual merupakan alat yang sangat berpotensi untuk meningkatkan mutu pembelajaran IPA di tingkat sekolah dasar. Dengan demikian, disarankan agar para pendidik mempertimbangkan untuk mengintegrasikan simulasi laboratorium virtual ke dalam kegiatan pembelajaran mereka. Selain itu, pengembangan kurikulum yang berbasis pada penggunaan teknologi, seperti laboratorium virtual, harus menjadi fokus utama dalam upaya meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia.

Daftar Pustaka

- Amalia, D., Rahmawati., A., & Malik. (2024). 2. Analisis Faktor yang Menyebabkan Penyimpangan Galvanometer dan Kondisi Lampu dengan Hukum Faraday Menggunakan Laboratorium Virtual PhET. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika Indonesia*. <https://doi.org/10.29303/jppfi.v6i1.261>
- ANITA, F. (2023). *PENGARUH PEMAKAIAN ALAT LABORATORIUM RIIL DAN VIRTUAL PADA PEMBELAJARAN IPA TERPADU TERHADAP HASIL BELAJAR KOGNITIF SISWA KELAS VIII SMPN 4 KOTA BENGKULU*.
- Annisa, R., & Hidayati, H. (2023). 3. Meta-Analysis: The Effect of Using a Virtual Laboratory to Improve Students' Understanding of Physics Concepts. *Journal of Innovative Physics Teaching*. <https://doi.org/10.24036/jipt/vol1-iss2/15>
- Arvianti, L. A., Afifi, E. H. N., & Keliata, K. (2024). Inisiatif Guru Sekolah Dasar Menyediakan Media Dan Bahan Pratikum Sains Di Tengah Keterbatasan Fasilitas Laboratorium. *SEARCH: Science Education Research Journal*, 2(2), 102–114
- Lawrence, O. & Flowers. (2024). 1. Virtual Laboratories in STEM. *International Journal of Science and Research Archive*. <https://doi.org/10.30574/ijsra.2024.12.2.1271>
- Muhammad, K., Reza., S., Hasnidar, S., Hasnidar., L., & Hanum. (2023). 7. Pelatihan Manajemen Laboratorium IPA Berbantuan Game Edukasi Kahoot bagi Laboran/Pengelola Labor. *Jurnal Pengabdian Nasional (JPN) Indonesia*. <https://doi.org/10.35870/jpni.v4i2.219>
- Nahak, R. L., & Bulu, V. R. (2020). Efektivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantu lembar kerja siswa berbasis saintifik terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran*, 6(2), 230–237.
- Nofitasari, D., & Pertiwi, N. A. S. (2021). Peningkatan Pemahaman Konsep Siswa Melalui Implementasi Media Interaktif e-book Selama Pembelajaran Daring di SMK Patriot Peterongan Jombang. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 3(1), 1–6.
- PRATAMA, R. M. D. P. (2024). *PENGEMBANGAN LABORATORIUM VIRTUAL MENGGUNAKAN ADOBE ANIMATE PADA MATERI PERPINDAHAN KALOR DI KELAS V SEKOLAH DASAR*.
- Rahmawati, S., Paradia, P. A., & Noor, F. M. (2021). Meta Analisis Media Pembelajaran IPA SMP/MTS Berbasis Virtual Reality. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(1), 12–25.
- Sugiana, I. N., Harjono, A., Sahidu, H., & Gunawan, G. (2016). Pengaruh model pembelajaran generatif berbantuan media laboratorium virtual terhadap penguasaan konsep fisika siswa pada materi momentum dan impuls. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(2), 61–65.

- Syahrina, A., Yovita, Y., & Syafiuddin, F. A. (2024). Pengembangan Evaluasi Media Slide Berbasis Aplikasi Physics Education Technology (PhET) dalam Meningkatkan Eksplorasi Aktif dan Kreasi Materi Listrik. *Mitra PGMI: Jurnal Kependidikan MI*, 10(1), 12–24.
- Thoha, F., Arini, R., & Sinensis., E. (2023). 5. Virtual Laboratory in Physics Education: Penguasaan Konsep Mahasiswa dalam Mata Kuliah Fisika Inti. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah*. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v7i1.2234>
- Ulfah, Y. (2020). Penerapan pembelajaran berbasis inkuiri dengan media simulasi PhET untuk meningkatkan penguasaan konsep IPA. *Al Jahiz: Journal of Biology Education Research*, 1(2), 80–88.
- Valarie, L., Akerson., I., S., C., Khemmawadee, P., & Vanashri, N.-J. (2019). 1. Teaching and Learning Nature of Science in Elementary Classrooms—Research-Based Strategies for Practical Implementation. *Science Education*. <https://doi.org/10.1007/S11191-019-00045-1>
- Wildani, A., Budiyono, A., & Zaitun, Z. (2021). Pengaruh Model Contextual Teaching and Learning (CTL) Berbantuan Media Ular Tangga Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 7(2), 96–103.