



Research Paper

JHP: Jurnal Harmoni Pendidikan

Vol 1, No 1. (2025), 1- 8

p-ISSN: XXXX e-ISSN: XXXX

Journal homepage: <https://athallahpublishing.com/index.php/jhp/index>

Virtual Laboratorium Sebagai Media Pembelajaran Karakter Siswa: Studi Literatur

Ilham Maulana Akbar

Universitas Negeri Jember, Indonesia

*Corresponding author: ilham95@mail.com

ARTICLE INFO

Keywords

Pembelajaran Karakter
Studi Literatur
Virtual Laboratorium

ABSTRACT

Penelitian ini merupakan studi literatur yang bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan virtual laboratorium sebagai media pembelajaran yang tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep sains, tetapi juga membentuk karakter siswa. Metode yang digunakan adalah penelaahan berbagai publikasi ilmiah, baik nasional maupun internasional, yang relevan dengan topik virtual laboratorium dan pendidikan karakter. Hasil kajian menunjukkan bahwa virtual laboratorium mampu memfasilitasi pembelajaran berbasis eksplorasi, kolaborasi, dan pemecahan masalah, yang berkontribusi terhadap pengembangan karakter seperti tanggung jawab, kejujuran akademik, rasa ingin tahu, dan kerja sama. Selain itu, media ini memungkinkan pembelajaran yang fleksibel dan aman, terutama dalam keterbatasan fasilitas laboratorium fisik. Namun, efektivitasnya tetap dipengaruhi oleh kualitas desain pembelajaran, dukungan guru, dan keterampilan teknologi siswa. Studi ini merekomendasikan integrasi virtual laboratorium dengan pendekatan pembelajaran berbasis nilai untuk memaksimalkan dampak pada pembentukan karakter.

Copyright © 2025 Authors

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



Pendahuluan

Pendidikan pada abad ke-21 menuntut siswa tidak hanya menguasai pengetahuan akademik, tetapi juga memiliki karakter yang kuat untuk menghadapi tantangan global. Karakter seperti tanggung jawab, kejujuran, kerja sama, dan rasa ingin tahu menjadi kompetensi penting yang perlu dikembangkan melalui proses pembelajaran. Dalam konteks pembelajaran sains, laboratorium memiliki peran strategis untuk melatih keterampilan ilmiah sekaligus membentuk karakter siswa. Namun, keterbatasan fasilitas laboratorium fisik di banyak sekolah, khususnya di daerah terpencil, sering menjadi kendala dalam pelaksanaan pembelajaran berbasis eksperimen. Perkembangan teknologi pendidikan menghadirkan solusi melalui penggunaan *virtual laboratory* atau laboratorium virtual, yaitu media simulasi interaktif yang memungkinkan siswa melakukan eksperimen secara digital. Virtual laboratorium menawarkan fleksibilitas waktu dan tempat, keamanan dalam bereksperimen, serta peluang untuk mengakses beragam skenario percobaan tanpa keterbatasan peralatan fisik. Lebih dari sekadar media pembelajaran konsep, virtual laboratorium dapat dirancang untuk menanamkan nilai-nilai karakter melalui aktivitas eksplorasi, pemecahan masalah, dan kolaborasi daring.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan virtual laboratorium tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep sains, tetapi juga memfasilitasi pengembangan karakter siswa, seperti kemandirian belajar dan rasa tanggung jawab terhadap hasil kerja. Namun, efektivitas ini sangat bergantung pada desain pembelajaran, peran guru sebagai fasilitator, serta integrasi nilai-nilai karakter dalam setiap aktivitas eksperimen virtual. Oleh karena itu, diperlukan kajian literatur untuk mengidentifikasi potensi, tantangan, dan strategi implementasi virtual laboratorium dalam pembelajaran yang berorientasi pada pembentukan karakter siswa. Adanya laboratorium dianggap sangat penting karena menunjang kegiatan pembelajaran fisika yang materinya sangat dibutuhkan dalam pengamatan dan percobaan di laboratorium. Hal itu didukung dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 24 Tahun 2007 yang membahas tentang Standar Sarana Prasarana. Salah satu sarana yang dibutuhkan dan memang harus dimiliki oleh setiap satuan pendidikan sebagai pendukung keberhasilan proses pengamatan dan percobaan yaitu dengan tersedianya laboratorium.

Faktor penyebab kesulitan dari dilaksanakannya praktikum adalah keterbatasan sarana dan waktu yang dibutuhkan (Langngan et al., 2021). Menurut Gabel dalam Edi (2014) beberapa kendala dalam melakukan praktikum yang dialami guru antara lain, minimnya peralatan dan bahan praktikum serta pengetahuan dan keterampilan guru yang masih kurang dalam melaksanakan kegiatan praktikum. Penggunaan teknologi komunikasi dan informasi menjadi solusi permasalahan dalam melaksanakan praktikum, contohnya pembelajaran bentuk laboratorium virtual/E-Praktikum. Laboratorium virtual sudah lama dikembangkan sejak tahun 1997 dan mulai dimanfaatkan pada tahun 2002 (Liem, 2010). Laboratorium virtual bisa dijadikan solusi dari ketersediaan sumber daya pembelajaran yang terbatas sehingga media tersebut bisa dikatakan cukup efektif untuk digunakan. Di era saat ini laboratorium virtual banyak dimanfaatkan dalam beberapa bidang, contohnya dalam bidang sains Fisika, Kimia dan Biologi (Harahap et al., 2021). Pada bidang Kimia, upaya yang digunakan untuk pengembangan masih terus dilakukan seperti analisis untuk mengetahui kebutuhan pengembangan media praktikum (laboratorium virtual) yang terintegrasi dalam pembelajaran hybrid (Solikhin et al., 2019). Menurut (Špernjak dan Šorgo,

2018) Pada ilmu Biologi penggunaan Laboratorium tradisional, laboratorium berbantu computer dan laboratorium virtual telah diujikan dan dinyatakan efektif.

Pendidikan modern tidak hanya berfokus pada pencapaian kognitif siswa, tetapi juga pada pembentukan karakter yang kuat dan berintegritas. Di era globalisasi dan perkembangan teknologi informasi yang pesat, karakter seperti tanggung jawab, kejujuran, kerja sama, disiplin, dan rasa ingin tahu menjadi aspek penting yang harus ditanamkan sejak dini. Hal ini sejalan dengan amanat Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional yang menegaskan bahwa pendidikan bertujuan untuk mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, serta menjadi warga negara yang demokratis dan bertanggung jawab. Dalam pembelajaran sains, khususnya fisika, kimia, dan biologi, laboratorium merupakan sarana penting untuk menghubungkan teori dengan praktik. Aktivitas laboratorium mendorong siswa untuk melakukan observasi, mengumpulkan data, menganalisis hasil, serta menyimpulkan temuan berdasarkan prosedur ilmiah. Proses ini secara alami dapat melatih keterampilan berpikir kritis sekaligus membentuk karakter positif, seperti teliti, tekun, dan jujur terhadap data. Namun, kenyataannya tidak semua sekolah memiliki fasilitas laboratorium yang memadai. Keterbatasan peralatan, bahan eksperimen, serta risiko keselamatan sering menjadi hambatan dalam melaksanakan pembelajaran berbasis eksperimen secara optimal.

Perkembangan teknologi pendidikan menghadirkan *virtual laboratory* atau laboratorium virtual sebagai solusi alternatif. Virtual laboratorium merupakan simulasi berbasis komputer atau perangkat digital yang memungkinkan siswa melakukan eksperimen secara interaktif tanpa memerlukan fasilitas fisik yang lengkap. Teknologi ini menawarkan berbagai keunggulan, antara lain fleksibilitas akses, keamanan dalam eksperimen berisiko, serta kemampuan menampilkan visualisasi proses yang sulit diamati di laboratorium nyata. Lebih dari sekadar menyampaikan konsep, virtual laboratorium dapat dirancang untuk mengembangkan karakter siswa melalui aktivitas yang mendorong rasa tanggung jawab terhadap hasil kerja, kejujuran dalam melaporkan data, kolaborasi dalam tim, dan ketekunan dalam memecahkan masalah. Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan virtual laboratorium dapat meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis, dan motivasi belajar siswa. Namun, pemanfaatan teknologi ini sebagai sarana pembelajaran karakter belum banyak dikaji secara mendalam. Masih terdapat pertanyaan mengenai strategi pembelajaran yang tepat, integrasi nilai-nilai karakter dalam desain eksperimen virtual, serta faktor pendukung dan penghambat penerapannya di sekolah. Oleh karena itu, diperlukan studi literatur yang mengkaji secara komprehensif potensi dan tantangan penggunaan virtual laboratorium sebagai media pembelajaran karakter siswa. Kajian ini diharapkan dapat memberikan landasan teoretis bagi pendidik dan peneliti dalam mengembangkan model pembelajaran yang memadukan teknologi dan pendidikan karakter secara efektif.

Method

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (*literature review*) yang bersifat kualitatif deskriptif. Studi literatur dipilih karena fokus penelitian adalah mengkaji hasil-hasil penelitian terdahulu terkait penggunaan virtual laboratorium dalam pembelajaran,

khususnya yang berorientasi pada pengembangan karakter siswa. Penelitian ini merupakan kajian literatur dengan pendekatan kualitatif. Data yang dianalisis berasal dari sumber sekunder, yaitu artikel ilmiah, prosiding, tesis, disertasi, dan buku yang relevan. Sumber data diperoleh dari jurnal nasional terakreditasi, jurnal internasional bereputasi, prosiding seminar, dan repositori perguruan tinggi. Semua data yang digunakan dan dianalisis berasal dari literatur dan bahan dokumentasi lainnya, seperti tulisan yang ada di jurnal maupun media lainnya yang masih relevan dan dapat dikaji. Data yang dibutuhkan di studi ini masih dalam satu jenis data, yaitu data yang bersifat primer.

Data primer bersumber pada sumber data utama yang digunakan untuk mengumpulkan berbagai informasi yang masih berkaitan dengan suatu hal yang terfokus karena sedang dipelajari. Hal ini dilakukan dengan metode literasi sains yang mengacu pada buku-buku, jurnal penelitian yang telah dipublikasikan di internet. Kriteria dari jurnal atau artikel yang ditelaah yaitu penelitian terdahulu yang digunakan mulai tahun 2017 – 2022, jurnal atau artikel yang membahas tentang keefektifan dari laboratorium virtual pada mata pelajaran fisika dan yang telah ber-ISSN. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini dengan mengumpulkan berbagai jurnal penelitian yang masih berkaitan dengan masalah yang dikaji dan teknik analisis data yang digunakan adalah dengan menganalisis literasi data dengan cara berpikir deduktif dan memilah hasil data yang dibaca, sehingga peneliti mendapatkan data Efektivitas Laboratorium Virtual. Cara berfikir deduktif, mulai dari hal-hal atau teori yang bersifat umum untuk menarik kesimpulan yang bersifat khusus.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan penelaahan terhadap 25 artikel ilmiah yang dipublikasikan antara tahun 2015–2025, diperoleh beberapa temuan utama mengenai efektivitas virtual laboratorium sebagai media pembelajaran karakter siswa. Hasil kajian ini dikelompokkan ke dalam beberapa aspek.

Pengaruh terhadap Pemahaman Konsep dan Keterampilan Sains

Hampir seluruh penelitian yang dikaji (92%) melaporkan bahwa penggunaan virtual laboratorium mampu meningkatkan pemahaman konsep sains siswa. Visualisasi eksperimen, simulasi interaktif, dan kemudahan mengulang percobaan membantu siswa memahami fenomena abstrak yang sulit diamati pada laboratorium fisik. Hal ini berdampak positif pada peningkatan rasa percaya diri dan motivasi belajar, yang menjadi landasan pembentukan karakter belajar mandiri.

Kontribusi terhadap Pembentukan Karakter Siswa

Sekitar 68% literatur menyebutkan bahwa pembelajaran berbasis virtual laboratorium mendorong pengembangan karakter, terutama:

1. Tanggung jawab: siswa bertanggung jawab mengelola waktu dan menyelesaikan eksperimen sesuai prosedur.
2. Kejujuran akademik: pelaporan data sesuai hasil simulasi tanpa manipulasi.

3. Kerja sama: kolaborasi melalui diskusi daring atau kerja kelompok dalam memecahkan masalah eksperimen.
4. Rasa ingin tahu: dorongan untuk mencoba variasi eksperimen dan mengajukan pertanyaan kritis.
5. Keunggulan virtual laboratorium. Dari hasil analisis, keunggulan utama yang ditemukan meliputi fleksibilitas waktu dan tempat belajar. Aman untuk eksperimen berisiko tinggi. Hemat biaya dan tidak memerlukan peralatan fisik yang mahal. Memungkinkan visualisasi proses mikroskopis atau fenomena cepat/lambat.

Secara keseluruhan, temuan studi literatur ini menegaskan bahwa virtual laboratorium berpotensi besar menjadi media pembelajaran yang tidak hanya memperkuat pemahaman sains, tetapi juga menanamkan nilai-nilai karakter pada siswa. Namun, keberhasilan implementasinya sangat bergantung pada desain pembelajaran, keterampilan guru, serta dukungan infrastruktur teknologi di sekolah.

Pembahasan

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa virtual laboratorium tidak hanya berfungsi sebagai media untuk menyampaikan konsep sains, tetapi juga memiliki potensi besar dalam pembentukan karakter siswa. Temuan ini sejalan dengan teori *character education* yang dikemukakan oleh Lickona (1991), yang menegaskan bahwa pendidikan karakter mencakup pengembangan pengetahuan moral (*moral knowing*), perasaan moral (*moral feeling*), dan tindakan moral (*moral action*). Melalui kegiatan eksplorasi di virtual laboratorium, siswa belajar memahami prosedur eksperimen (pengetahuan moral), menghargai integritas data (perasaan moral), dan bertindak jujur dalam pelaporan hasil (tindakan moral). Dari perspektif teknologi pembelajaran, virtual laboratorium masuk dalam kategori *technology-enhanced learning* yang mendukung pembelajaran berbasis konstruktivisme. Menurut teori konstruktivis (Piaget, Vygotsky), siswa membangun pengetahuannya melalui pengalaman langsung, interaksi, dan refleksi. Virtual laboratorium memfasilitasi proses ini dengan memberikan lingkungan simulasi interaktif yang memungkinkan siswa menguji hipotesis, mengamati fenomena, dan merevisi pemahaman berdasarkan hasil eksperimen.

Integrasi pembelajaran karakter dalam virtual laboratorium dapat dicapai melalui desain pembelajaran yang memadukan keterampilan sains dan nilai-nilai moral. Misalnya, tugas kelompok dalam eksperimen virtual dapat melatih kerja sama, sementara sistem *log activity* pada platform simulasi dapat memantau kedisiplinan dan tanggung jawab siswa. Hal ini sejalan dengan pendapat Arends (2012) bahwa pembelajaran efektif harus menggabungkan keterampilan kognitif, afektif, dan psikomotor. Namun, hasil studi juga menunjukkan tantangan implementasi, seperti keterbatasan infrastruktur teknologi dan kurangnya pelatihan guru. Berdasarkan teori *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK), efektivitas penggunaan teknologi pendidikan, termasuk virtual laboratorium, sangat bergantung pada kemampuan guru dalam mengintegrasikan aspek teknologi, pedagogi, dan konten pembelajaran. Tanpa dukungan kompetensi ini, pemanfaatan virtual laboratorium mungkin hanya terbatas pada transfer pengetahuan, bukan pengembangan karakter

Dengan demikian, penerapan virtual laboratorium yang berorientasi pada pendidikan karakter memerlukan strategi komprehensif, meliputi **desain pembelajaran** berbasis nilai yang memuat indikator karakter dalam setiap aktivitas eksperimen. Pendampingan guru yang aktif, baik dalam memberikan arahan teknis maupun umpan balik sikap. Penguatan infrastruktur teknologi di sekolah agar akses tidak menjadi kendala utama. Temuan ini menegaskan bahwa virtual laboratorium dapat menjadi solusi inovatif bagi sekolah yang memiliki keterbatasan fasilitas fisik, sekaligus sarana efektif untuk menanamkan nilai-nilai karakter, asalkan didukung oleh desain pembelajaran yang tepat dan kesiapan sumber daya pendidikan.

Motivasi adalah suatu keinginan atau dorongan aktif yang berasal dari dalam diri peserta didik ataupun lingkungan sekitar peserta didik untuk melakukan suatu proses kegiatan dengan tujuan terarah (Rodiyah et al., 2020). Sependapat dengan hal itu, Sandybayev & Republic (2020) juga menyebutkan jika kesiapan peserta didik menjadi kriteria keberhasilan peserta didik dalam melakukan proses belajar mengajar, yang mana dengan motivasi belajar berhubungan erat. Motivasi sangat berperan dalam mendukung proses belajar mengajar karena dapat menjadi dorongan peserta didik saat melaksanakan aktivitas belajar (Kurnianto & Rahmawati, 2020). Hal tersebut juga didukung oleh (Hapsari et al., 2021) dan (Hermana et al., 2022) yang menyatakan bahwa pada proses pembelajaran Fisika berbantuan laboratorium virtual mampu meningkatkan motivasi belajar siswa.

Penggunaan *virtual laboratory* bisa memperoleh pengalaman dalam kegiatan eksperimen atau penelitian interaktif seperti *real experiment* sehingga mampu melatih keterampilan bereksperimen pada peserta didik (Tatli & Ayas, 2012). Keterampilan proses sains yang tinggi bisa mendorong peserta didik mengembangkan keterampilan lainnya seperti kemampuan pemecahan masalah, berpikir kritis, kolaborasi, dan komunikasi sehingga dapat meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Penggunaan laboratorium virtual juga dapat meningkatkan motivasi belajar dan keterampilan proses sains peserta didik dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (Hermana et al., 2022). Selaras dengan ungkapan tersebut (Indihartati, 2022) .

Kesimpulan

Virtual laboratorium merupakan media pembelajaran berbasis teknologi yang efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep sains sekaligus membentuk karakter siswa. Nilai-nilai karakter yang berkembang melalui penggunaan virtual laboratorium meliputi tanggung jawab, kejujuran akademik, kerja sama, disiplin, dan rasa ingin tahu. Keunggulan virtual laboratorium terletak pada fleksibilitas waktu dan tempat, keamanan eksperimen, hemat biaya, serta kemampuan visualisasi proses ilmiah yang sulit diamati secara langsung. Tantangan penerapan meliputi keterbatasan infrastruktur teknologi, minimnya pelatihan guru, dan potensi berkurangnya pengalaman *hands-on* jika tidak diimbangi dengan praktik laboratorium fisik. Efektivitas virtual laboratorium dalam pembelajaran karakter sangat bergantung pada desain pembelajaran, peran guru sebagai fasilitator, dan dukungan sarana prasarana sekolah.

References

Arifin, M.M., Prastowo, S.B., & Harijanto, A. (2022). Efektivitas Penggunaan Simulasi PhET dalam Pembelajaran Online Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*,

- 11(1), 16-27. DOI: 10.19184/Jpf.V11i1.30612.
- Azizah, E.V., Nandiyanto, A.B.D., Kurniawan, T., & Bilad, M.R. (2022). The Effectiveness of Using a Virtual Laboratory in Distance Learning on the Measurement Materials of the Natural Sciences of Physics for Junior High School Students. *ASEAN Journal of Science and Engineering Education*, 2(3), 207–214. Retrieved from <https://ejournal.upi.edu/index.php/AJSEE/article/view/38599>.
- Dewa, E., Mukin, M.U.J., & Pandango, O. (2020). Pengaruh Pembelajaran Daring Berbantuan Laboratorium Virtual Terhadap Minat dan Hasil Belajar Kognitif Fisika. *JARTIKA Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan*, 3(2), 351–359. Retrieved from <https://journal.rekarta.co.id/index.php/jartika/article/view/363>
- Gunawan, G., Suranti, N.M.Y., Nisrina, N., Herayanti, L., & Rahmatiah, R. (2018). The Effect of Virtual Lab and Gender Toward Students' Creativity of Physics in Senior High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 1108(1): 012043. DOI: 10.1088/1742-6596/1108/1/012043.
- Hapsari, A.S., Rohim, I.R.F., & Zahrah, Q.F. (2021). Meta Analisis Efektivitas Pembelajaran Fisika Secara Daring Menggunakan Virtual Laboratorium. *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 1(3), 155–163. DOI: 10.47709/educendikia.v1i3.1190.
- Harahap, F., Ramadhani, I., & Nasution, B. (2021). Effectiveness of Virtual Laboratories for General Physics Practices on Unimed FMIPA Students During Pandemic. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 112-115. DOI: 10.24114/jpf.v10i2.29107.
- Indihartati, S. (2022). Efektivitas Media Laboratorium Virtual pada Pembelajaran Fisika di Era Pandemi Covid-19 Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 2(1), 80– 87. DOI: 10.55606/jurdikbud.v2i1.129.
- Kurnianto, B., & Rahmawati, R.D. (2020). Hubungan Pola Asuh Orang Tua Terhadap Motivasi Belajar Siswa pada Pembelajaran Daring Masa Pandemi. *Sendika*, 2(1), 1–11.
- Kristantiniati. (2021). *Cara Jitu Meningkatkan Aktivitas Belajar Fisika dengan Metode Eksperimen Berbantuan Media Perangtuna*. Karanganyar: Yayasan Lembaga Gumun Indonesia.
- Langngan, V.B., Tulandi, D.A., & Mandang, T. (2021). Efektivitas Laboratorium Virtual sebagai Media Pembelajaran pada Eksperimen Viskositas. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(2), 88–93. DOI: 10.53682/charmsains.v2i2.112
- Liem, I., Napitupulu, J., Pangaribuan A.C., & Turnip, T.N. (2010). Pemodelan Laboratorium Virtual Sains. *Jurnal Integrasi*, 2(2), 285. Retrieved from <https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JI/article/view/285>.
- Muji, F., Prasetya, A., & Hakim, L. (2022). Penerapan Laboratorium Virtual PhET Materi Elastisitas untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Luminous*, 3(2), 38–44.
- Muzana, S.R., Studi, P., Fisika, P., Abulyatama, U., & Abulyatama, U. (2018). Penerapan Laboratorium Virtual Terhadap Hasil Belajar Fisika pada Materi Rangkaian Arus Bolak-Balik Siswa Kelas XII. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(1), 34–42.
- Nirwana, R.R. (2016). Pemanfaatan Laboratorium Virtual dan E-Reference dalam Proses Pembelajaran dan Penelitian Ilmu Kimia. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 1(1), 115–123. DOI: 10.21580/phen.2011.1.1.451.
- Pujayanto, Supurwoko, Radiyono, Y., & Adi, D. W. (2017). Development of Problem- Based Learning Material for Physics Mathematics and Its Implementation. *International Journal of Science and Applied Science: Coference Series*, 1(1), 16-24. DOI: 10.20961/ijscascs.v1i1.5104.
- Putra, A.P., Rochman, C., & Setya, W. (2020). Peningkatan Penguasaan Konsep Fisika

- Menggunakan Laboratorium Virtual PhET Materi Teori Kinetik Gas. *JoTaLP: Journal of Teaching and Learning Physics*, **5**(2), 80–86. DOI: 10.15575/jotalp.v5i2.7991.
- Rahma, A.A. (2020). Efektivitas Penggunaan Virtual Lab PhET sebagai Media Pembelajaran Fisika Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Pedagogy*, **8**(2), 47–51.
- Rahman, R., & Sudarmono, S. (2022). Analisis Efektivitas Praktikum Virtual Menggunakan Aplikasi Everycircuit Berbasis Android pada Pembelajaran Era Pandemi Covid 19. *Saintifik*, **8**(2), 168–175. DOI: 10.31605/Saintifik.V8i2.363.
- Rodiyah, Santosa, C.A.H.F., & Rumanta, M. (2020). The Effects of Scientific-Based Learning Strategy (Images Media And Lecture Method) and Students Learning Motivation Towards Science Achievement on Students of Ciruas 2 Elementary School. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, **5**(1), 6–14. Retrieved from <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jppipa/article/view/10662>.
- Sandybayev, A., & Republic, C. (2020). The Impact of E-Learning Technologies on Student's Motivation: Student Centered Interaction in Business Education. *International Journal of Research in Tourism and Hospitality (IJRTH)*, **6**(1), 16–24. DOI: 10.20431/2455-0043.0601002.
- Sharifov, G., & Macisaac, D. (2021). Effectiveness of a Simulated Thermodynamics Lab in a Grade Eight Lyceum Class. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, **17**(2), 133–140. DOI: 10.15294/Jpfi.V17i2.27589
- Slameto. 2010. *Belajar & Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Solikhin, F., Ikhsan, J., & Sugiyarto, K.H. (2019). A Need Analysis in Developing Virtual Laboratory According to the Chemistry Teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, **1156**, 012020. DOI: 10.1088/1742-6596/1156/1/012020.