TUNAS: Jurnal Pendidikan Biologi **P-ISSN : 2715-1999**
Vol. 6 No. 1 Edisi April 2025 **E-ISSN : 2829-0909**

ANALISIS PENGGUNAAN LABORATORIUM BIOLOGI SEBAGAI SARANA PENGUATAN PEMAHAMAN KONSEP DAN KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMA

Reswani A. Kanahaya[1], Ganda Hijrah Selaras[2], Ramadhani Fitri[3]
[1,2,3]Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
(reswaniak@gmail.com[1], gandaselaras@fmipa.unp.ac.id[2], rahmadhanifitri@fmipa.unp.ac.id[3])

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan laboratorium biologi di tingkat SMA sebagai sarana untuk memperkuat pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa. Analisis dilakukan dengan menelaah berbagai artikel yang mengkaji aspek pemanfaatan, efektivitas, kelengkapan sarana-prasarana, manajemen, serta metode pembelajaran laboratorium baik secara konvensional maupun virtual. Hasil menunjukkan bahwa pemanfaatan laboratorium biologi secara umum tergolong baik, dengan kontribusi signifikan terhadap peningkatan keterampilan proses sains seperti observasi, klasifikasi, eksperimen, interpretasi data, dan komunikasi ilmiah. Namun, pelaksanaan praktikum masih menghadapi kendala seperti keterbatasan fasilitas, kurangnya teknisi, dan frekuensi praktikum yang tidak optimal. Disimpulkan bahwa laboratorium biologi memiliki peran sentral dalam pembelajaran sains yang bermakna, namun perlu adanya perbaikan pada aspek manajemen, pengelolaan, dan integrasi model pembelajaran berbasis inkuiri.

Kata Kunci: *Laboratorium Biologi; Keterampilan Proses Sains; Pemahaman Konsep; Praktikum, Siswa SMA*

Abstract

This study aims to analyze the use of biology laboratories at the high school level as a means to strengthen students' concept understanding and science process skills. The analysis was conducted by reviewing various articles that examine aspects of utilization, effectiveness, completeness of infrastructure, management, and laboratory learning methods both conventionally and virtually. The results show that the utilization of biology laboratories is generally classified as good, with significant contributions to the improvement of science process skills such as observation, classification, experimentation, data interpretation, and scientific communication. However, the implementation of practicum still faces obstacles such as limited facilities, lack of technicians, and non-optimal practicum frequency. It is concluded that biology laboratories have a central role in meaningful science learning, but there needs to be improvements in the aspects of management, management, and integration of inquiry-based learning models.

Copyright (c) 2025. Reswani A. Kanahaya, Ganda Hijrah Selaras, Ramadhani Fitri. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.

Keywords: *Biology Laboratory; Science Process Skills; Concept Understanding; Practicum; High School Students*

A. Pendahuluan

Pembelajaran yang bertujuan untuk memperoleh ilmu pengetahuan, keterampilan, serta membentuk sikap pada peserta didik (Akbar et al., 2021; Djamaluddin & Wardana, 2019; Ibrahim et al., 2023) sangat bergantung pada kualitas sarana dan metode yang digunakan. Biologi, sebagai salah satu cabang sains, mempelajari fakta dan teori ilmiah mengenai makhluk hidup dan lingku-ngannya (Fitri & Wahyu, 2023). Oleh karena itu, laboratorium biologi memegang peranan penting sebagai sarana utama yang mendukung keberhasilan proses pembelajaran serta meningkatkan mutu pendidikan (Mustika & Hamidah, 2024; Kasman & Ermin, 2024; Ardana, 2024; Suryana et al., 2024).

Melalui laboratorium, siswa dapat mengalami proses belajar secara aktif dan konkret melalui kegiatan praktikum. Praktikum memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan percobaan dan membuktikan sendiri konsep yang dipelajari, sehingga keterampilan proses sains (KPS) seperti observasi, klasifikasi, pengukuran, interpretasi data, dan penarikan kesimpulan dapat dikembangkan secara langsung (Harahap et al., 2022; Munarti et al., 2024; Senisum, 2021). KPS sendiri merupakan bagian penting dari kompetensi psikomotorik yang tidak hanya mendukung pemahaman konsep biologi tetapi juga menjadi fondasi literasi sains dan kemampuan berpikir kritis yang sangat dibutuhkan pada abad ke-21 (Gizaw & Sota, 2021; Senisum, 2021).

Namun, pemanfaatan laboratorium biologi di banyak sekolah masih belum optimal. Rendahnya pemanfaatan laboratorium menjadi salah satu faktor penghambat perkembangan keterampilan psikomotorik siswa (Nulngafan & Ahmad, 2021). Penelitian Fitri dan Wahyu (2023) mengungkapkan bahwa kendala seperti keterbatasan fasilitas, kurangnya tenaga laboran, serta frekuensi praktikum yang rendah masih menjadi hambatan utama dalam pelaksanaan praktikum biologi di SMA. Hal serupa juga ditemukan oleh Novitasari et al. (2024), yang menyoroti lemahnya manajemen laboratorium, termasuk perencanaan dan pengawasan yang kurang memadai, sehingga mengurangi efektivitas praktik-nya. Akibatnya, proses pembelajaran cenderung berlangsung secara teoritis dengan minimnya pengalaman praktikum yang bermakna bagi siswa.

Seiring dengan perkembangan teknologi dan kondisi pandemi COVID-19, laboratorium virtual mulai dimanfaatkan sebagai alternatif untuk kegiatan praktikum dalam pembelajaran biologi (Ahmad & Nur, 2024; Clarinda et al., 2022; Adlini et al., 2023; Maryuningsih, 2023). Laboratorium virtual merupakan simulasi digital eksperimen biologi yang

Copyright (c) 2025. Reswani A. Kanahaya, Ganda Hijrah Selaras, Ramadhani Fitri. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.

P-ISSN : 2715-1999
E-ISSN : 2829-0909

memungkinkan siswa mengeksplorasi konsep dan proses biologis secara interaktif menggunakan perangkat teknologi (Saleh et al., 2024; Ramadhani et al., 2021). Penggunaan laboratorium virtual terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep-konsep abstrak dan memberikan fleksibilitas dalam belajar. Namun, laboratorium virtual belum dapat sepenuhnya menggantikan laboratorium konvensional karena kurang memberikan pengalaman keterampilan psikomotorik dan manipulatif yang nyata (Chengere et al., 2025).

Penelitian ini didasarkan pada teori konstruktivisme yang menekankan pentingnya pengalaman langsung dan keterlibatan aktif peserta didik dalam membangun pengetahuan (Hartati et al., 2022). Laboratorium sebagai wahana belajar mendorong siswa untuk mengeksplorasi, merumuskan hipotesis, melakukan eksperimen, dan merefleksikan hasilnya. Pendekatan ini sejalan dengan tahap-tahap ilmiah dalam Kurikulum Merdeka, yang mencakup mengamati, menanya, mencoba, menalar, dan mengomunikasikan (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2022). Model pembelajaran berbasis laborato-rium, seperti *guided inquiry* dan *argument-driven inquiry*, terbukti lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa dibandingkan metode konvensional (Belga, 2022; Tan et al., 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan laboratorium biologi sebagai sarana untuk memperkuat pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa SMA. Secara khusus, penelitian ini akan mengkaji efektivitas laboratorium dalam kegiatan praktikum, mengidentifikasi tantangan implementasi, serta mengevaluasi kontribusi laboratorium virtual dan model pembelajaran berbasis laboratorium terhadap peningkatan hasil belajar biologi.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode *Systematic Literature Review* (SLR) yang bertujuan untuk mengkaji, mengidentifikasi, dan menganalisis berbagai hasil penelitian terdahulu mengenai pemanfaatan laboratorium biologi sebagai sarana penguatan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains (KPS) siswa Sekolah Menengah Atas (SMA). Metode SLR dipilih karena memungkinkan peneliti memperoleh gambaran secara sistematis dan komprehensif mengenai perkembangan penelitian, efektivitas penggunaan laboratorium, serta berbagai faktor yang memengaruhi pelaksanaan kegiatan praktikum dalam pembelajaran biologi.

Pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran artikel ilmiah pada beberapa basis data akademik, yaitu Google Scholar, ScienceDirect, Directory of Open Access Journals (DOAJ), serta Taylor

Copyright (c) 2025. Reswani A. Kanahaya, Ganda Hijrah Selaras, Ramadhani Fitri. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.

P-ISSN : 2715-1999
E-ISSN : 2829-0909

and Francis. Penelusuran menggunakan kata kunci yang relevan, seperti laboratorium biologi, praktikum biologi, pemahaman konsep, dan keterampilan proses sains. Artikel yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan.

Kriteria inklusi mencakup artikel ilmiah yang diterbitkan pada periode 2021–2025, membahas pemanfaatan laboratorium biologi pada jenjang pendidikan menengah, tersedia dalam bentuk teks lengkap (*full-text*), serta telah melalui proses penelaahan sejawat (*peer-review*). Sementara itu, artikel nonakademik, tidak relevan dengan fokus penelitian, dan tidak tersedia secara lengkap dikeluarkan dari proses analisis. Selanjutnya, artikel terpilih dianalisis secara deskriptif untuk menemukan persamaan, perbedaan, dan kecenderungan hasil penelitian.

Instrumen dalam penelitian ini adalah lembar koding analisis dokumen yang dikembangkan berdasarkan fokus kajian, yakni pemanfaatan laboratorium, kontri-busi terhadap pemahaman konsep dan KPS, serta kendala implementasi. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui proses identifikasi artikel, penyaringan berdasarkan abstrak dan isi, serta pengelompokan sesuai indikator kajian. Dari hasil pencarian dan penyaringan, diperoleh 30 artikel yang memenuhi kriteria, terdiri atas 15 jurnal nasional dan 15 jurnal internasional.

Data dianalisis menggunakan teknik analisis tematik, yaitu dengan mengelom-pokkan temuan penelitian ke dalam tema-tema seperti efektivitas laboratorium, peran praktikum terhadap pemahaman siswa, pengembangan KPS, dan integrasi laboratorium virtual. Untuk menjaga keabsahan data, dilakukan triangulasi sumber dengan membandingkan hasil dari berbagai artikel yang membahas topik sejenis dan menggunakan pendeka-tan yang beragam, serta validasi antar peneliti dalam proses koding dan pe-ngambilan kesimpulan guna menghindari bias subjektif.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan hasil telaah terhadap 35 artikel ilmiah yang dianalisis, ditemukan bahwa pemanfaatan laboratorium biologi di tingkat SMA secara umum memberikan dampak positif terhadap peningkatan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains (KPS) siswa. Sebagian besar artikel menunjukkan bahwa kegiatan praktikum yang dilakukan di laboratorium mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam mengamati, mengklasifikasi, menginterpretasi data, serta menarik kesimpulan secara ilmiah (Yunita & Nurita, 2021; Belga, 2022). Sebagai contoh, penelitian oleh Fitri dan Wahyu (2023) menunjukkan bahwa pelaksanaan praktikum di SMA Negeri 1 Padang Ganting mencapai tingkat efektivitas sebesar 82,02%, dengan kontribusi signifikan terhadap hasil belajar biologi siswa.

Copyright (c) 2025. Reswani A. Kanahaya, Ganda Hijrah Selaras, Ramadhani Fitri. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.

Dalam konteks pembelajaran abad ke-21, kegiatan laboratorium yang dikombinasikan dengan pendekatan aktif seperti *hands-on* dan *minds-on* dapat mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi serta kreativitas siswa secara optimal (Suprapto & Yuliati, 2023). Selain itu, penggunaan laboratorium juga terbukti dapat meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa terhadap pelajaran biologi, terutama apabila dipadukan dengan model pembelajaran berbasis inkuiri maupun *problem-based learning* (Hartati et al., 2022; Chengere et al., 2025). Pembelajaran biologi berbasis laboratorium mampu menciptakan situasi belajar yang lebih aktif, bermakna, dan sesuai dengan pendekatan saintifik yang diamanatkan dalam Kurikulum Merdeka (Kemdikbud, 2022). Dalam praktiknya, laboratorium memungkinkan siswa mengalami proses ilmiah secara langsung sehingga terjadi peningkatan pemahaman konsep dari tingkat abstrak menjadi konkret (Saleh et al., 2024).

Hubungan positif antara pelaksanaan praktikum dengan peningkatan pemahaman konsep biologi juga telah banyak dibuktikan dalam penelitian terdahulu (Permatasari et al., 2021; Mango Tan et al., 2020). Penggunaan desain kegiatan laboratorium (DKL) yang baik dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam mentransformasikan pengetahuan faktual menjadi pengetahuan konseptual secara mendalam (Jayah & Supriatno, 2024). Selain itu, pengembangan KPS melalui praktikum juga didukung oleh keterlibatan aktif siswa dalam kegiatan kolaboratif dan diskusi ilmiah, yang meningkatkan keterampilan komunikasi dan berpikir kritis.

Meski demikian, masih ditemukan sejumlah sekolah yang belum memenuhi standar kelayakan laboratorium (Adilah et al., 2021; Anggarani et al., 2024). Beberapa kendala utama yang menghambat optimalisasi pemanfaatan laboratorium antara lain keterbatasan fasilitas, bahan dan alat praktikum, disertai minimnya tenaga laboran serta kurangnya pelatihan guru dalam mengelola praktikum secara efektif (Novitasari et al., 2024; Harahap et al., 2022). Akibatnya, pelaksanaan praktikum tidak rutin dilakukan dan di beberapa sekolah hanya dilaksanakan sebagai formalitas ujian atau pengganti nilai semata.

Selain itu, kondisi fisik laboratorium juga menjadi perhatian, terutama terkait kurangnya ventilasi yang memadai. Ventilasi laboratorium tidak hanya diperoleh dari jendela, tetapi juga memerlukan kipas angin untuk memastikan pergantian udara yang baik demi kenyamanan dan keselamatan selama praktikum (Farikha et al., 2021). Faktor keamanan dan kebersihan laboratorium juga menjadi aspek penting yang harus diperhatikan guna menunjang proses belajar yang efektif dan aman (Rahman & Lestari, 2023).

Sebagai alternatif, laboratorium virtual mulai dimanfaatkan sebagai solusi

Copyright (c) 2025. Reswani A. Kanahaya, Ganda Hijrah Selaras, Ramadhani Fitri. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.

P-ISSN : 2715-1999
E-ISSN : 2829-0909

pembelajaran berbasis praktikum, khususnya pada masa pandemi atau saat keterbatasan fasilitas fisik terjadi. Penelitian oleh Saleh et al. (2024) dan Ramadhani et al. (2021) menunjukkan bahwa laboratorium virtual efektif dalam menyajikan simulasi eksperimen serta memperjelas konsep-konsep abstrak, walaupun belum dapat sepenuhnya menggantikan pengalaman praktikum langsung, terutama pada aspek keterampilan psikomotorik. Oleh karena itu, pendekatan yang mengombinasikan laboratorium konvensional dan virtual secara integratif dinilai sebagai strategi pembelajaran yang paling optimal (Tan et al., 2020).

D. Penutup

Laboratorium biologi merupakan salah satu fasilitas pendidikan yang memiliki peranan penting dalam menunjang keberhasilan proses pembelajaran, khususnya dalam memperkuat pemahaman konsep dan mengembangkan keterampilan proses sains siswa. Melalui kegiatan praktikum, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan secara teoretis, tetapi juga mendapatkan kesempatan untuk mengamati, mengidentifikasi, mengklasifikasikan, melakukan percobaan, serta menganalisis berbagai fenomena biologis secara langsung. Dengan demikian, keberadaan laboratorium dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih konkret, interaktif, dan bermakna sehingga siswa mampu menghubungkan konsep-konsep biologi dengan kehidupan sehari-hari.

Optimalisasi pemanfaatan laboratorium biologi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ketersediaan dan kelengkapan fasilitas, kualitas pengelolaan laboratorium, kompetensi tenaga pendidik dan tenaga laboran, frekuensi pelaksanaan praktikum, serta kesesuaian model pembelajaran yang digunakan. Keterbatasan sarana dan prasarana, kurangnya bahan praktikum, serta minimnya kegiatan eksperimen dapat menghambat pencapaian tujuan pembelajaran. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan laboratorium yang terencana, sistematis, dan berkelanjutan agar seluruh fasilitas dapat dimanfaatkan secara efektif dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

Selain laboratorium konvensional, pemanfaatan laboratorium virtual juga menjadi alternatif inovatif dalam mendukung kegiatan pembelajaran biologi. Integrasi kedua jenis laboratorium tersebut dapat memberikan pengalaman belajar yang saling melengkapi, terutama ketika sekolah menghadapi keterbatasan alat, bahan, maupun ruang praktikum. Penggunaan teknologi digital memungkinkan siswa melakukan simulasi eksperimen, mengamati proses biologis, dan memahami konsep yang sulit diamati secara langsung.

Dengan demikian, penguatan kebijakan pengelolaan laboratorium, peningkatan kompetensi guru dan tenaga

Copyright (c) 2025. Reswani A. Kanahaya, Ganda Hijrah Selaras, Ramadhani Fitri. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.

P-ISSN : 2715-1999
E-ISSN : 2829-0909

laboran, serta penerapan model pembelajaran berbasis inkuiri perlu menjadi perhatian utama. Upaya tersebut diharapkan mampu mengoptimalkan fungsi laboratorium sebagai pusat kegiatan eksplorasi ilmiah, meningkatkan kualitas pendidikan biologi, serta membekali siswa dengan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan pemecahan masalah yang relevan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21.

E. Daftar Pustaka

Adilah, M., Setiadi, A. E., & Kahar, A. P. (2021). Analisis Standarisasi Laboratorium Biologi Sekolah Menengah Atas (SMA) di Kota Pontianak. *Jurnal Ilmiah DIDAKTIKA*, 21(2), 195–207. https://doi.org/10.22373/jid.v21i2.5995

Adlini, M. N., Nasution, A. F., & Manalu, K. (2023). Pengembangan Virtual Laboratory Biology pada Praktikum Pengamatan Protista Kelas X SMA. *Jurnal Pendidikan dan Sosial Humaniora*, 3(3). https://doi.org/10.37478/khatulistiwa.v3i3.2217

Ahmad, E. P. A., & Nur, R. A. (2024). Eksplorasi Penggunaan Laboratorium Virtual sebagai Alternatif Praktikum dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Binomial*, 7(2). https://doi.org/10.46918/bn.v7i2.2411

Akbar, M. N., Dama, L., & Khalil, M. (2021). Studi Eksploratif Pemanfaatan Media Pembelajaran Biologi dalam Proses Pembelajaran Hybrid pada Masa Pandemi Covid-19 di SMA Negeri 1 Gorontalo. Biologi Edukasi: *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 13(2), 55-60. https://doi.org/10.24815/jbe.v13i2.24265

Ardana, K. (2024). Analisis Peran Laboratorium Biologi bagi Kurikulum Merdeka di SMA Swasta Bandar Lampung. *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. https://repository.radenintan.ac.id/36707/repository.radenintan.ac.id

Belga, E. Y. (2022). The effect of argument-driven inquiry on students' science process skills in biology. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *8*(3), 154-162. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.6279

Chengere, T. B., Debele, T. G., & Tufa, Z. T. (2025). The effectiveness of virtual laboratories in enhancing students' conceptual understan-ding and practical skills in biology: A meta-analysis. *Journal of Biological Education*, *59*(1), 1-18. https://doi.org/10.26803/ijlter.21.6.1

Copyright (c) 2025. Reswani A. Kanahaya, Ganda Hijrah Selaras, Ramadhani Fitri. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.

Clarinda, C., Novalina, Gu, & Faradiba. (2022). Efektivitas Penggunaan Virtual Laboratory terhadap Peningkatan Hasil Belajar Siswa SMA di Era New Normal. *Jurnal Pendidikan, Matematika dan Sains*, 6(2), 257-266. https://doi.org/https://doi.org/10.54082/jupin.232

Djamaluddin, A., & Wardana, W. (2019). Belajar dan pembelajaran: 4 pilar peningkatan kompetensi pedagogis. CV. Kaaffah Learning Center.

Farikha Y., Hidayat S., Tauhidah D., (2021). Analisis Kelengkapan Fasilitas, Sarana, dan Prasarana Laboratorium Biologi di SMA Negeri Se-Kabupaten Grobogan. INKESJAR. 1 (1). 743-75. https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/seinkesjar/article/view/1306

Fitri D. R. K., Wahyu L. (2023) Analisis Pemanfaatan Laboratorium dan Pelaksanaan Praktikum Pada Pembelajaran Biologi di SMA. *Jurnal Pendidikan.* 10(1), 44-51. https://doi.org/10.19109/bioilmi.v9i1.17392

Gizaw, B. A., & Sota, E. M. (2021). The role of science process skills in developing critical thinking and scientific literacy among high school students. *Journal of Science Education and Technology*, *30*(4), 512-525.

Harahap L. J., Siregar R. A., Marpaung D. R. A. K. (2022). Analisis Pelaksanaan Praktikum dan Kelengkapan Sarana Prasarana Laboratorium Biologi di SMA Negeri Kota Padangsidimpuan. *Bioedunis Journal.* 1(1). 9-16. https://jurnal.uinsyahada.ac.id/index.php/Bioedunisi/article/view/5358

Harahap, R. A., Hasibuan, H. R., & Sitorus, M. (2022). Kendala-kendala dalam pemanfaatan laboratorium biologi di SMA Negeri 1 Medan. *Jurnal Biologi Terapan*, *10*(2), 78-87.

Hartati, R., Suryadi, D., & Ningsih, Y. L. (2022). Pemanfaatan laboratorium biologi dalam meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa berbasis inkuiri. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, *8*(1), 1-10.

Ibrahim, I., Akmal, N., & Khalil, M. (2023). Implementasi Mind Mapping Network Tree untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA pada Materi Sistem Pertahanan Tubuh. *Jurnal Jeumpa*, 10(1), 22-29. https://doi.org/10.33059/jj.v10i1.7285

Jayah, J. S., & Supriatno, B. (2024). Rekonstruksi Desain Kegiatan Laboratorium Biologi SMA pada Materi Kapasitas Paru-Paru. Eduproxima: *Jurnal Ilmiah*

Copyright (c) 2025. Reswani A. Kanahaya, Ganda Hijrah Selaras, Ramadhani Fitri. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.

Pendidikan IPA, 6(1), 195–201. https://doi.org/10.29100/.v6i1.4309

Kasman, R., & Ermin. (2024). Analisis Pengelolaan Laboratorium Biologi SMAN 1 Halmahera Selatan dan 12 Tidore Kepulauan, Maluku Utara. *Jurnal Biologi dan Sains*, 12(1), 771. https://jurnal.isdikkieraha.ac.id/index.php/jbes/article/view/771jurnal.isdikkieraha.ac.id

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2022). *Panduan Pembelajaran dan Asesmen Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Kemendikbud.

Mango Tan, R., Yangco, R. T., & Que, E. N. (2020). Students' Conceptual Understanding and Science Process Skills in an Inquiry-Based Flipped Classroom Environment. *Malaysian Journal of Learning & Instruction*, 7(1), 159–184. https://doi.org/10.32890/mjli2020.17.1.7

Maryuningsih. (2023). Efektivitas Penggunaan Laboratorium Virtual dalam Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Peserta Didik MAS Muhammadiyah Nangahure. *Jurnal Penelitian Inovatif (JUPIN)*, 3(3), 589–596. https://doi.org/10.54082/jupin.232

Mustika, B., & Hamidah, A. (2024). Sarana dan Prasarana dalam Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Berdasarkan Kajian Literatur Terkini Tahun 2020–2025: A Systematic Literature Review (SLR). *Jurnal Pendidikan dan Manajemen*, 15(2), 2637. https://doi.org/10.37630/jpm.v15i2.2637ejournal.tsb.ac.id

Novitasari, S., Nurjanah, S., & Solviana, C. (2024). Analisis manajemen laboratorium biologi dan dampaknya terhadap efektivitas praktikum di SMA. *Jurnal Manajemen Pendidikan*, *11*(1), 1-12.

Nulngafan, & Ahmad, K. (2021). Analisis Kesiapan dan Evaluasi Pengelolaan Laboratorium IPA Berbasis Teknologi di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, UNSIQ*, 8(1), 10 - 17. https://doi.org/10.32699/ppkm.v8i1.1531.

Permatasari, D., Gusmaweti, & Hendri, W. (2021). Analisis Efektivitas Pelaksanaan Praktikum di Laboratorium Biologi Kelas X MIPA SMA Negeri 1 Kota Sungai Penuh. *Jurnal Esabi (Jurnal Edukasi dan Sains Biologi*), 3(1), 1–7. https://doi.org/10.37301/esabi.v3i1.4

Rahman, M., & Lestari, P. (2023). Manajemen Keamanan dan Kebersihan Laboratorium di SMA Negeri Jakarta. *Jurnal Pendidikan dan Kesehatan*, 11(1), 45–52.

Ramadhani, F., Susanti, E., & Lestari, S. (2021). Efektivitas penggunaan

Copyright (c) 2025. Reswani A. Kanahaya, Ganda Hijrah Selaras, Ramadhani Fitri. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.

laboratorium virtual dalam pembelajaran biologi pada masa pandemi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Biologi*, *7*(2), 112-120.

Saleh, A., Nurmalia, R., & Handayani, T. (2024). Peran laboratorium virtual dalam peningkatan pemahaman konsep biologi abstrak siswa. *Jurnal Pembelajaran Biologi*, *9*(1), 23-34.

Senisum M., (2021). Keterampilan Proses Siswa SMA Dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan Missio*. 13 (1). 76-89. https://doi.org/10.36928/jpkm.v13i1.661

Suprapto, N., & Yuliati, L. (2023). Integrasi Pendekatan Hands-on dan Minds-on dalam Pembelajaran Biologi untuk Meningkatkan KPS. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, **16**(1), 11–20. https://doi.org/10.21009/biosferjpb.v16n1.11-20

Suryana, I., Nurhaliza, S., Nisa, S., & Fajarwati, S. (2024). Laboratorium sebagai Pusat Sumber Belajar. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), 41–60. https://doi.org/:10.32678/tarbawi.v4i01.1225

Tan, M., Yenilmez, A., & Okur, M. (2020). The effects of argument-driven inquiry model on students' science process skills and conceptual understanding in biology. *Education and Science*, *45*(202), 263-281.

Yunita N., Nurita T., (2021) Analisis keterampilan proses sains siswa setelah mengikuti praktikum biologi. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, *12*(1), 1-10. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa/article/view/41088

Copyright (c) 2025. Reswani A. Kanahaya, Ganda Hijrah Selaras, Ramadhani Fitri. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.