

Optimalisasi Pembelajaran IPA di Era Digital melalui Pelatihan Laboratorium Virtual PhET di SMPN 27 Makassar

Shoffan Fatkhulloh ^{1*}, Nurhayani H. Muhiddin ¹, Nur Rahmah Sangkala ¹, Amalia Rahmadani ¹, Banu Kisworo ¹

¹ Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

*Correspondent Email: shoffan.fatkhulloh@unm.ac.id

Article History:

Received: Mei 2026

Revised: Juni 2026

Accepted: Juni 2026

Keywords:

Laboratorium Virtual;
PhET; Pembelajaran
IPA; Pelatihan Guru;
Service Learning

Abstrak: Pembelajaran IPA di SMPN 27 Makassar masih didominasi pendekatan konvensional dengan minimnya praktikum dan pemanfaatan teknologi, sehingga berdampak pada rendahnya motivasi dan literasi sains peserta didik. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan kompetensi guru IPA dalam memanfaatkan laboratorium virtual PhET (Physics Education Technology) Interactive Simulations sebagai media pembelajaran di era digital. Metode yang digunakan adalah service learning melalui lima tahapan: investigasi, persiapan, aksi, refleksi, dan demonstrasi, dengan melibatkan 6 guru IPA sebagai peserta. Evaluasi dilakukan menggunakan instrumen tes pilihan ganda (pre-test dan post-test). Hasil menunjukkan peningkatan rata-rata skor dari 95,00 menjadi 98,33 dengan rata-rata N-Gain sebesar 0,92 (kategori tinggi). Sebanyak 83,3% peserta mencapai kategori N-Gain tinggi dan 16,7% kategori sedang. Peningkatan paling signifikan terjadi pada aspek teknis penggunaan mode offline PhET (+18,8%) dan pemahaman prosedur penggunaan PhET (+25,0%). Pelatihan berbasis service learning terbukti efektif mengoptimalkan kompetensi guru dalam mengintegrasikan laboratorium virtual ke dalam pembelajaran IPA yang lebih interaktif dan berbasis teknologi.

Abstract: Science learning at SMPN 27 Makassar is still dominated by conventional approaches with minimal practicums and technology utilization, resulting in low student motivation and scientific literacy. This community service activity aims to improve the competence of science teachers in utilizing the PhET (Physics Education Technology) Interactive Simulations virtual laboratory as a learning medium in the digital era. The method used is service learning through five stages: investigation, preparation, action, reflection, and demonstration, involving 6 science teachers as participants. Evaluation was conducted using a multiple-choice test instrument (pre-test and post-test). The results showed an increase in the average score from 95.00 to 98.33 with an average N-Gain of 0.92 (high category). A total of 83.3% of participants achieved the high N-Gain category and 16.7% the medium category. The most significant improvement occurred in the technical aspects of using the offline mode of PhET (+18.8%) and understanding the procedures for using PhET (+25.0%). Service learning-based training has proven effective in optimizing teacher competence in integrating virtual laboratories into more interactive and technology-based science learning.

Pendahuluan

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP) menuntut pendekatan yang tidak sekadar bersifat tekstual melainkan mampu menghadirkan pengalaman belajar yang bermakna. Salah satu usaha untuk mencapai hal tersebut melalui kegiatan praktikum. Praktikum merupakan bagian integral dari pembelajaran IPA karena peserta didik membangun pemahaman konsep secara konkret, melatih keterampilan proses sains, serta memupuk sikap ilmiah (Nuai & Nurkamiden, 2021). Namun, kondisi riil di lapangan masih jauh dari harapan tersebut. Rendahnya pelaksanaan praktikum IPA di sekolah disebabkan oleh sejumlah hambatan, di antaranya kurangnya bekal pengetahuan dan keterampilan guru, rendahnya partisipasi guru dalam pelatihan pemanfaatan laboratorium, keterbatasan fasilitas dan peralatan, serta kekurangan tenaga laboran (Riyanto & Susanti, 2023). Kondisi ini tidak hanya terjadi di satu sekolah, melainkan merupakan permasalahan yang tersebar luas di berbagai sekolah di Indonesia.

Hasil observasi awal yang dilakukan di SMPN 27 Makassar menunjukkan gambaran serupa. Guru IPA di sekolah tersebut jarang melaksanakan kegiatan praktikum dan cenderung mengandalkan pembelajaran konvensional klasikal. Dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran, guru masih kurang dalam menggunakan teknologi sebagai media mengajar sehingga peserta didik kurang berminat mengikuti kegiatan pembelajaran IPA karena metode yang digunakan masih konvensional, dan peserta didik hanya fokus mendengarkan penjelasan guru saat mengajar sehingga kurang terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Penggunaan media digital pun terbatas hanya pada tayangan slide presentasi sehingga pembelajaran yang seharusnya bersifat eksploratif dan investigatif justru berlangsung satu arah. Pembelajaran IPA yang masih didominasi pendekatan konvensional dan berpusat pada guru cenderung membatasi keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran (Larasati et al., 2026).

Permasalahan tersebut berdampak langsung pada kualitas hasil belajar dan literasi sains peserta didik. Minimnya keterlibatan peserta didik pada kegiatan praktikum menyebabkan mereka menjadi lemah dalam mengaitkan pengetahuan sains dengan fenomena di kehidupan nyata (Hayatun et al., 2025). Selain itu, kondisi minimnya media pembelajaran yang variatif berdampak langsung pada rendahnya minat dan motivasi belajar IPA (Yusmar & Fadilah, 2023). Fakta ini menegaskan bahwa permasalahan pembelajaran di SMPN 27 Makassar merupakan cerminan dari isu yang lebih luas dan mendesak untuk segera ditangani.

Urgensi penanganan permasalahan ini semakin diperkuat oleh tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang mengharuskan integrasi teknologi dalam proses pendidikan (Nursaya'bani et al., 2025). Integrasi laboratorium virtual ke dalam pembelajaran IPA perlu dikembangkan secara lebih luas melalui pelatihan guru, dukungan teknologi, dan penyusunan modul pembelajaran digital yang kontekstual. Di sisi lain, pembelajaran IPA di berbagai sekolah masih menghadapi keterbatasan sarana laboratorium dan rendahnya frekuensi praktikum sehingga berdampak pada kurang optimalnya penerapan pembelajaran yang mendalam

(Anggesia et al., 2025; Winada et al., 2026). Kondisi ini menjadi prioritas yang harus segera diatasi agar kualitas pendidikan IPA dapat ditingkatkan secara bermakna.

Sebagai respons atas permasalahan tersebut, laboratorium virtual berbasis PhET (Physics Education Technology) Interactive Simulations hadir sebagai solusi yang terbukti efektif dan aksesibel (Fatkhulloh & Jatmiko, 2025; Handayani et al., 2026). Laboratorium virtual berbasis PhET tidak hanya bertujuan memperkenalkan teknologi baru dalam pembelajaran, tetapi juga memberdayakan guru agar mampu menghadirkan pengalaman praktikum yang interaktif dan bermakna bagi siswa, meskipun tanpa laboratorium fisik. Keunggulan PhET telah dibuktikan oleh berbagai penelitian. Hasil penelitian Hari et al. (2025) menunjukkan bahwa penggunaan PhET meningkatkan hasil belajar, pemahaman konsep, motivasi, serta kepuasan belajar siswa, dengan nilai rata-rata N-Gain (0,6–0,78) yang menunjukkan peningkatan kemampuan kognitif dan afektif. Lebih lanjut, penerapan model pembelajaran berbantuan PhET Interactive Simulation terbukti menghasilkan peningkatan signifikan pada seluruh indikator keterampilan proses sains, yang diperkuat oleh hasil analisis N-Gain dengan kategori tinggi (Ningsih et al., 2025).

Upaya peningkatan kompetensi guru melalui pelatihan penggunaan PhET juga telah menunjukkan dampak positif (Bhakti et al., 2019). Program pelatihan PhET Simulation bertujuan meningkatkan kompetensi guru dan dapat dijadikan bahan rujukan bagi guru untuk menerapkan simulasi praktikum yang disebabkan oleh keterbatasan waktu dan belum lengkapnya prasarana dan sarana laboratorium praktikum. Dengan demikian, kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan laboratorium virtual PhET bagi guru IPA di SMPN 27 Makassar merupakan langkah strategis yang tepat sasaran. Kegiatan ini diharapkan mampu mengoptimalkan pembelajaran IPA di era digital dengan mendorong guru beralih dari praktik konvensional menuju pembelajaran yang lebih interaktif, kontekstual, dan berbasis teknologi.

Metode

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di SMPN 27 Makassar dengan melibatkan guru-guru IPA sebagai mitra sasaran utama. Pendekatan yang digunakan adalah service learning, yaitu suatu pendekatan pengabdian yang mengintegrasikan tujuan akademik dengan pelayanan langsung kepada masyarakat secara terstruktur dan reflektif (Nusanti, 2014). Dalam pelaksanaannya, service learning terdiri dari lima tahapan, yaitu investigasi, persiapan, pelaksanaan, dan refleksi. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan tim pengabdian tidak hanya memberikan layanan, tetapi juga belajar bersama mitra dalam konteks nyata yang kontekstual dan bermakna. Desain service learning yang meliputi investigasi, persiapan, pelaksanaan, refleksi, dan demonstrasi terbukti relevan diterapkan dalam kegiatan pengabdian kepada guru-guru IPA guna meningkatkan kemampuan mereka dalam menggunakan teknologi dalam pembelajaran (Wardhani, 2020).

Alur pelaksanaan program diawali dengan melakukan identifikasi permasalahan awal

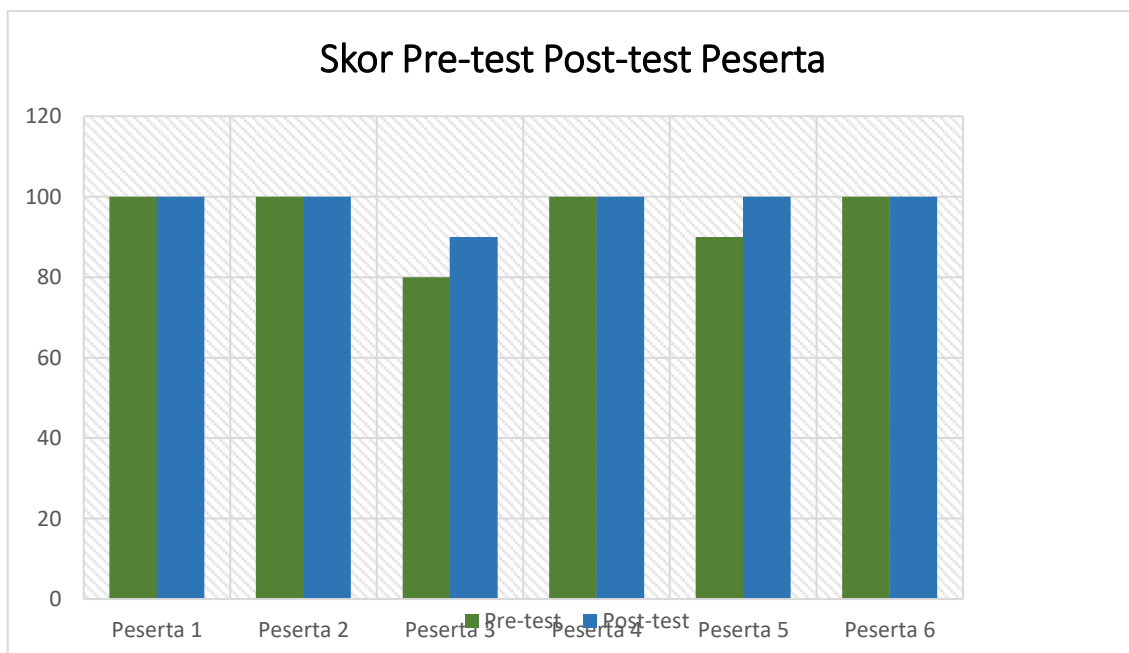
yang terdapat pada komunitas guru IPA di SMP Negeri 27 Makassar. Identifikasi dilakukan dengan mengumpulkan data melalui observasi dan wawancara kepada siswa dan guru IPA (Investigasi). Berikutnya, berdasarkan hasil identifikasi awal dilakukan persiapan yang mencakup seluruh kegiatan perencanaan, seperti merencanakan teknis, metode, dan materi yang akan digunakan (Persiapan). Selanjutnya, dilaksanakan program pelatihan laboratorium virtual PhET sesuai dengan yang direncanakan di mana pelatihan diawali dengan pengenalan PhET dan dilanjutkan praktik langsung pemanfaatan PhET dalam pembelajaran melalui perancangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) (Pelaksanaan/Aksi). Setelah pelaksanaan, dilakukan refleksi terhadap pelaksanaan pelatihan di mana peserta diminta untuk mengerjakan asesmen sebagai bentuk evaluasi terhadap ketercapaian pelatihan dengan menggunakan instrumen tes pilihan ganda (Refleksi).

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan laboratorium virtual PhET di SMPN 27 Makassar diikuti oleh 6 orang guru IPA. Evaluasi kompetensi peserta dilakukan menggunakan instrumen tes pilihan ganda sebanyak 10 butir soal yang mencakup aspek pemahaman konsep tentang PhET Interactive Simulations, meliputi: tujuan penggunaan, kategorisasi media, keunggulan dibandingkan media konvensional, fitur pendukung pembelajaran ilmiah, persiapan guru, kesesuaian model pembelajaran, fasilitasi keterampilan ilmiah, manfaat bagi guru, serta teknis penggunaan secara luring. Skor tertinggi yang dapat dicapai adalah 100 dengan bobot 10 poin per soal.

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan diperoleh rekapitulasi skor pre-test dan post-test peserta yang mengikuti kegiatan pelatihan dapat disajikan seperti Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram skor pre-test dan post-test peserta pelatihan

Berdasarkan Gambar 1, diperoleh rata-rata skor pre-test peserta adalah 95,00 dan meningkat menjadi 98,33 pada post-test. Meskipun rata-rata pre-test sudah tergolong tinggi, peningkatan tetap terjadi secara bermakna pada peserta yang sebelumnya belum mencapai skor sempurna, khususnya pada butir soal yang berkaitan dengan aspek teknis penggunaan PhET.

Apabila ditinjau berdasarkan peningkatan kompetensi masing-masing peserta, 83.3% peserta termasuk dalam ketogri tinggi dan 16.7% berada pada kategori sedang serta 0% berada pada kategori rendah (tidak ada), seperti yang ditunjukkan tabel 1. Peningkatan kompetensi peserta pada kategori rendah disebabkan terdapatnya 1 peserta yang mengalami peningkatan dari 80 (pre-test) menjadi 90 (post-test). Meskipun demikian, hal tersebut mengindikasikan bahwa pelatihan tetap memberikan dampak positif meskipun tidak mencapai skor sempurna.

Tabel 1. Peningkatan kompetensi masing-masing peserta

Kategori	Skor Pre-test	Jumlah Peserta	Persentase
Tinggi	≥ 0.70	5	83.3%
Sedang	0.30 – 0.69	1	16.7%
Rendah	< 0.30	0	0.0%
Total		6	100%

Apabila hasil pelatihan ditinjau berdasarkan peningkatan pada masing-masing aspek kompetensi yang diukur, diketahui bahwa aspek hal yang tidak perlukan pada saat menggunakan PhET dan cara menggunakan PhET dalam mode luring mengalami peningkatan paling signifikan, yaitu 25.0% dan 18.8% seperti pada tabel 2. Sedangkan peningkatan terendah terjadi pada aspek pemahaman tujuan dan persiapan penggunaan PhET, fitur penting PhET, dan model pembelajaran serta keterampilan ilmiah yang dapat dilatihkan menggunakan PhET, yaitu 0%, karena pada saat pre-test telah memperoleh nilai sempurna dan setelah mengikuti kegiatan pelatihan juga nilai sempurna.

Tabel 2. Persentase jawaban benar per-butir soal

No	Aspek yang Diukur	Pre-test (%)	Post-test (%)	Perubahan
1	Tujuan utama PhET	100.0	100.0	0.0
2	Kategori media PhET	93.8	100.0	+6.2
3	Keunggulan PhET	93.8	100.0	+6.2
4	Fitur penting PhET	100.0	100.0	0.0
5	Persiapan guru	100.0	100.0	0.0
6	Model Pembelajaran	100.0	100.0	0.0
7	Keterampilan ilmiah	100.0	100.0	0.0
8	Manfaat bagi guru	93.8	100.0	+6.2
9	Hal yang tidak diperlukan	75.0	100.0	+25.0
10	Mode offline PhET	81.2	100.0	+18.8

2. Pembahasan

Hasil analisis data menunjukkan bahwa pelatihan laboratorium virtual PhET berhasil meningkatkan kompetensi guru IPA SMPN 27 Makassar secara signifikan, dengan rata-rata N-Gain sebesar 0,92 berkategori tinggi. Capaian ini mengonfirmasi bahwa pendekatan pelatihan berbasis service learning yang dirancang secara sistematis melalui tahapan investigasi,

persiapan, aksi, refleksi, dan demonstrasi mampu mengoptimalkan proses peningkatan kompetensi guru secara bermakna.

Tingginya rata-rata skor pre-test mengindikasikan bahwa peserta pelatihan sebenarnya telah memiliki pemahaman konseptual dasar tentang PhET sebelum kegiatan dilaksanakan. Namun demikian, terdapat celah kompetensi yang nyata pada aspek teknis operasional, khususnya terkait penggunaan PhET dalam mode luring dan pemahaman tentang hal-hal yang perlu dipersiapkan sebelum implementasi di kelas. Aspek inilah yang kemudian menjadi fokus utama workshop praktik terbimbing pada tahap aksi, dan terbukti menghasilkan peningkatan akurasi yang paling besar pada post-test (soal nomor 9: +25,0% dan nomor 10: +18,8%).

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Darmaji et al. (2023) yang menyimpulkan bahwa pelatihan PhET Virtual Laboratory secara efektif meningkatkan kompetensi guru IPA, terutama pada aspek teknis pengoperasian simulasi dan integrasi PhET ke dalam perangkat pembelajaran. Lebih lanjut, keberhasilan pelatihan ini turut dikuatkan oleh penelitian Noverma et al. (2024) yang menunjukkan bahwa PhET Interactive Simulations efektif dimanfaatkan sebagai sumber belajar IPA di sekolah menengah pertama ketika guru telah mendapatkan pembekalan yang memadai. Program pelatihan sejenis yang dilaksanakan oleh Muflihah dan NFA (2023) terhadap guru-guru fisika juga menghasilkan peningkatan kompetensi yang signifikan dalam mengenalkan PhET sebagai media praktikum virtual.

Dari sisi distribusi N-Gain, sebanyak 83,3% peserta mencapai kategori tinggi, yang menunjukkan bahwa mayoritas guru berhasil menginternalisasi materi pelatihan secara optimal. Satu peserta dengan kategori N-Gain sedang ($g = 0,50$) tetap menunjukkan peningkatan yang berarti — dari skor 80 menjadi 90 — mengindikasikan bahwa kegiatan pelatihan memberikan dampak positif bagi seluruh peserta tanpa terkecuali, terlepas dari tingkat pemahaman awal mereka.

Kesimpulan (Time New Roman, size 14)

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan laboratorium virtual PhET yang dilaksanakan di SMPN 27 Makassar dengan pendekatan service learning telah berjalan secara efektif dan memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan kompetensi guru IPA. Berdasarkan hasil analisis data pre-test dan post-test, diperoleh tiga simpulan utama sebagai berikut.

Pertama, pelatihan laboratorium virtual PhET terbukti meningkatkan kompetensi guru IPA SMPN 27 Makassar secara bermakna. Rata-rata skor peserta meningkat dari 95,00 pada pre-test menjadi 98,33 pada post-test, dengan rata-rata N-Gain sebesar 0,92 yang termasuk dalam kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa program pelatihan yang dirancang berbasis kebutuhan nyata mitra mampu mengoptimalkan pemahaman dan keterampilan guru dalam memanfaatkan simulasi PhET sebagai media pembelajaran IPA di era digital.

Kedua, distribusi kategori N-Gain memperlihatkan bahwa sebanyak 83,3% peserta mencapai kategori tinggi dan 16,7% berada pada kategori sedang, serta tidak ada peserta yang berada pada kategori rendah. Peningkatan paling signifikan terjadi pada aspek teknis

penggunaan PhET, khususnya pemahaman tentang penggunaan mode offline (+18,8%) dan hal-hal yang tidak perlu dilakukan sebelum menggunakan PhET (+25,0%), yang mengindikasikan bahwa sesi praktik terbimbing pada tahap aksi berhasil menutup celah kompetensi teknis yang ditemukan pada tahap investigasi.

Ketiga, pendekatan *service learning* yang diterapkan melalui lima tahapan — investigasi, persiapan, aksi, refleksi, dan demonstrasi — terbukti efektif sebagai kerangka pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat di bidang pendidikan. Tahapan yang sistematis dan berbasis kebutuhan mitra memastikan relevansi program, sementara tahap demonstrasi mendorong keberlanjutan penerapan PhET dalam pembelajaran IPA sehari-hari di sekolah.

Berdasarkan capaian tersebut, direkomendasikan agar kegiatan serupa dapat diperluas ke sekolah-sekolah lain di Kota Makassar, serta perlu dilakukan pendampingan lanjutan secara berkala untuk memastikan guru dapat mengintegrasikan laboratorium virtual PhET secara mandiri dan berkelanjutan dalam perangkat pembelajaran mereka.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada SMP Negeri 27 Makassar, khususnya kepada Kepala Sekolah dan seluruh guru IPA yang telah bersedia menjadi mitra dan berpartisipasi aktif dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Dukungan, keterbukaan, dan antusiasme yang ditunjukkan oleh seluruh peserta pelatihan menjadi faktor penting keberhasilan program ini. Semoga kerja sama yang telah terjalin dapat terus berlanjut demi peningkatan kualitas pembelajaran IPA yang lebih inovatif dan bermakna bagi peserta didik.

Daftar Pustaka

- Anggesia, L., O'O, E. A. W., & Sari, I. N. (2025). EVALUASI EFEKTIVITAS PENGELOLAAN LABORATORIUM FISIKA DAN IMPLIKASINYA TERHADAP MINAT BELAJAR SISWA DI SMA BINA UTAMA I. *Jurnal Binagogik*, 12(2), 67–74. <https://ejournal.uncm.ac.id/index.php/pgsd/article/view/1518>
- Bhakti, Y. B., Astuti, I. A. D., & Dasmo, D. (2019). Peningkatan Kompetensi Guru melalui Pelatihan PhET Simulation bagi Guru MGMP Fisika Kabupaten Serang. *J-ABDIPAMAS (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 3(2), 55–62. <https://doi.org/10.30734/J-ABDIPAMAS.V3I2.574>
- Fatkhulloh, S., & Jatmiko, B. (2025). Perbandingan Pembelajaran Guided Inquiry Menggunakan Metode Demonstrasi dan Eksperimen Berbantuan PhET Terhadap Penurunan Miskonsepsi. *Kappa Journal*, 9(1), 158–163. <https://doi.org/10.29408/KPJ.V9I1.30063>
- Handayani, A. P., Eka, A., Pendidikan Guru, A., & Dasar, S. (2026). Analisis Media Pembelajaran Berbasis Teknologi terhadap Motivasi Belajar pada Materi Sistem Pencernaan Manusia di Pembelajaran IPA SD. *Bookchapter Pendidikan Universitas Negeri Semarang*, 10, 34–45. <https://doi.org/10.1529/kp.v10i.648>

- Hari, C. R. D., Mufidah, W., & Erlina, N. H. (2025). PENGARUH SIMULASI DIGITAL DALAM PEMBELAJARAN KONSEP GAYA DAN GERAK. *VEKTOR: Jurnal Pendidikan IPA*, 6(2), 37–53. <https://doi.org/10.35719/VEKTOR.V6I2.204>
- Hayatun, S., Abu, N., Rahman, N. A., & Mauraji, I. S. W. (2025). Keterampilan proses sains dalam konteks project praktikum sederhana berbasis etnokimia: Sebuah telaah literatur. *Arfak Chem: Chemistry Education Journal*, 8(1), 725–736. <https://doi.org/10.30862/ACCEJ.V8I1.913>
- Larasati, D., Siburian, J., Arisandy, D., & Putra Sembiring, E. (2026). Peran Model Pembelajaran Inovatif dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa: Literature Review. *Januari*, 4(1), 23–30. <https://doi.org/10.59435/gjmi.v4i1.1985>
- Ningsih, Y., Subekti, H., & Surabaya, U. N. (2025). EFEKTIVITAS GUIDED INQUIRY BERBANTUAN PhET INTERACTIVE SIMULATION UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS MURID SMP PADA MATERI GELOMBANG. *SECONDARY: Jurnal Inovasi Pendidikan Menengah*, 5(4), 742–752. <https://doi.org/10.51878/SECONDARY.V5I4.8576>
- Nuai, A., & Nurkamiden, S. (2021). Urgensi Kegiatan Praktikum Dalam Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di Sekolah Dasar dan Menengah. *Science Education Research Journal*, 1(1). <https://e-jurnal.iainsorong.ac.id/index.php/jaser/article/view/1240>
- Nursaya'bani, K. K., Falasifah, F., & Iskandar, S. (2025). Strategi Pengembangan Pembelajaran Abad Ke-21: Mengintegrasikan Kreativitas, Kolaborasi, dan Teknologi. *JIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(1), 109–116. <https://doi.org/10.54371/JIIP.V8I1.6470>
- Nusanti, I. (2014). Strategi Service Learning Sebuah Kajian untuk Mengembangkan Kegiatan Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 20(2), 251–260. <https://doi.org/10.24832/JPNK.V20I2.142>
- Riyanto, A., & Susanti, R. (2023). Hambatan dan Solusi Pelaksanaan Praktikum IPA (Studi kasus di SMP Negeri 3 Purwantoro Kabupaten Wonogiri). *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains) 2023*, 224.
- Wardhani, M. kusuma. (2020). SERVICE LEARNING MAHASISWA GURU SEBAGAI BENTUK PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT di YAYASAN SOSIAL EDUKATIF TANGERANG. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR)*, 3, 672–679. <https://doi.org/10.37695/PKMCSR.V3I0.754>
- Winada, A., Zulkipli, Z., & Syahputra, A. A. (2026). Pemeliharaan Laboratorium IPA di MTs Negeri 1 Kota Palembang. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 5(1), 6543–6551. <https://doi.org/10.31004/riggs.v5i1.6060>
- Yusmar, F., & Fadilah, R. E. (2023). ANALISIS RENDAHNYA LITERASI SAINS PESERTA DIDIK INDONESIA: HASIL PISA DAN FAKTOR PENYEBAB. *LENZA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 11–19. <https://doi.org/10.24929/LENZA.V13I1.283>