



Pelatihan *Virtual Laboratory* Fisika Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Melatih Literasi Sains Siswa

Roudhoutul Aulia Rochim^{1*}, Noer Af'idah², Andri Wahyu Wijayadi³, Oktaffi Arinna Manasikana⁴, Nur Hayati⁵, Fajrul Falah⁶

Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang

e-mail: roudhoutulrochim@unhasy.ac.id, noerafidah@unhasy.ac.id, andriwahyuwijayadi@unhasy.ac.id, oktaffimanasikana@unhasy.ac.id, nurhayati@unhasy.ac.id, fajrulfalah@unhasy.ac.id

* Corresponding Author: roudhoutulrochim@unhasy.ac.id

Article Info: Submitted: 01/16/2025 | Revised: 06/01/2025 | Accepted: 06/30/2025

Abstrak. Studi ini bertujuan untuk melatih literasi sains siswa melalui pelatihan laboratorium virtual Fisika dengan pendekatan saintifik di Madrasah Aliyah Salafiyah Syafi'iyah Khoiriyah Hasyim Seblak. Simulasi PhET dipilih untuk memvisualisasikan konsep Fisika yang abstrak, seperti gelombang bunyi, yang sulit dipahami tanpa alat praktikum fisik. Kegiatan ini melibatkan 30 siswa dalam serangkaian pelatihan, yang mencakup tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Pada tahap persiapan, survei dan observasi dilakukan untuk mengidentifikasi tantangan dalam pembelajaran Fisika. Tahap pelaksanaan mencakup pemberian materi, praktik simulasi PhET, dan diskusi kelompok untuk memperdalam pemahaman siswa. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan pemahaman siswa sebelum dan setelah pelatihan. Hasilnya menunjukkan bahwa siswa mampu melakukan praktikum virtual secara mandiri, menunjukkan penguasaan penggunaan PhET, serta lebih mudah memahami materi setelah menggunakan simulasi ini. Temuan ini menunjukkan potensi simulasi berbasis teknologi untuk memperdalam pemahaman siswa dalam pembelajaran Fisika, terutama di lingkungan sekolah yang menghadapi tantangan dalam hal fasilitas laboratorium. Hal ini juga membuka peluang bagi pengembangan pendidikan berbasis teknologi di madrasah.

Kata Kunci: *virtual laboratory, pendekatan saintifik, literasi sains, simulasi PhET, Fisika*

PENDAHULUAN

Di era Revolusi Industri 4.0, transformasi teknologi dan informasi semakin pesat, mendorong perlunya pendidikan yang lebih tinggi sebagai fondasi utama dalam mempersiapkan generasi yang siap menghadapi tantangan global. Baik pemerintah, sekolah, maupun pihak eksternal, memiliki peran penting dalam meningkatkan kesadaran masyarakat akan perkembangan teknologi dan informasi, serta memotivasi mereka untuk terus melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi (Budi Utami & Aulia, 2023). Di sisi lain, literasi menjadi kunci utama dalam pengembangan masyarakat yang berpengetahuan (Jufriadi et al., 2024). Selain literasi umum, literasi sains juga sangat penting untuk mempersiapkan siswa menghadapi era sains dan teknologi yang semakin dominan, di mana literasi sains menjadi fondasi dalam pembelajaran fisika dan IPA, membantu siswa menyelesaikan masalah kompleks dalam kehidupan sehari-hari (Sartika et al., 2018). Penelitian di Indonesia tentang literasi sains terus meningkat, berfokus pada pengembangan media dan bahan ajar untuk memperkuat literasi di kalangan siswa (Nurhasanah et al., 2020). Salah satu pendekatan yang diakui efektif dalam

meningkatkan literasi sains adalah pendekatan inkuiri ilmiah dan pembelajaran berbasis praktikum, yang memungkinkan siswa secara langsung mengaplikasikan teori ilmiah dalam eksperimen nyata, sehingga meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi (Daniah, 2020).

Berdasarkan pertemuan dan diskusi dengan kepala sekolah MASS Khoiriyah Hasyim Seblak, teridentifikasi permasalahan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi Fisika yang bersifat abstrak, seperti gelombang bunyi, disebabkan oleh keterbatasan alat praktikum. Kurangnya akses terhadap praktikum yang memadai serta rendahnya kreativitas siswa dalam menggunakan teknologi praktikum virtual menjadi kendala utama. Melalui survei dan wawancara, diketahui bahwa siswa merasa sulit membayangkan konsep-konsep yang tidak dapat mereka amati secara langsung. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan solusi yang tepat, yaitu melalui pengenalan dan pelatihan laboratorium virtual menggunakan simulasi PhET. Laboratorium virtual adalah platform simulasi interaktif yang memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen Fisika secara virtual, terutama pada konsep-konsep yang sulit dijelaskan dengan alat fisik di sekolah.

Simulasi PhET adalah alat virtual interaktif yang dikembangkan oleh Universitas Colorado untuk membantu siswa memvisualisasikan fenomena fisika, seperti gelombang dan optik, dengan cara yang menarik dan mudah dipahami (Riantoni et al., 2019). Alat ini memungkinkan siswa mengamati perubahan parameter, seperti frekuensi dan amplitudo gelombang, serta memahami interaksi gelombang tanpa memerlukan peralatan laboratorium yang kompleks atau mahal. Dalam pendekatan saintifik, siswa akan diajarkan untuk mengembangkan pertanyaan, merumuskan hipotesis, dan melakukan eksperimen yang diolah melalui laboratorium virtual ini. Tujuan dari program pengabdian ini adalah untuk memberikan pelatihan penggunaan laboratorium virtual berbasis *PhET Simulation* kepada siswa MASS Khoiriyah Hasyim Seblak dengan pendekatan saintifik. Harapannya, program ini dapat meningkatkan literasi sains siswa, khususnya dalam memahami materi-materi Fisika yang abstrak, serta mengembangkan kreativitas mereka dalam memanfaatkan teknologi praktikum virtual. Dengan demikian, siswa tidak hanya mampu memahami konsep ilmiah tetapi juga mengembangkan keterampilan eksploratif yang bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari.

METODE PENGABDIAN

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini dilakukan secara luring di Madrasah Aliyah Salafiyah Syafi'iyah (MASS) Khoiriyah Hasyim Seblak. Kegiatan ini dilaksanakan secara sistematis melalui tiga tahapan utama, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi.

Persiapan

Pada tahap persiapan ini, tim pengabdian bekerja sama dengan Kepala Sekolah untuk mendapatkan dukungan penuh dalam kegiatan ini. Kegiatan persiapan meliputi survei dan observasi awal guna mengidentifikasi tantangan yang dihadapi oleh siswa dalam mempelajari Fisika, terutama terkait dengan keterbatasan alat praktikum dan sulitnya memahami materi abstrak seperti gelombang bunyi. Survei dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang diberikan kepada siswa untuk mengukur pemahaman awal mereka tentang konsep-konsep Fisika serta kesulitan yang dihadapi dalam proses pembelajaran. Selain itu, observasi dilakukan untuk melihat langsung situasi pembelajaran di kelas dan potensi penggunaan laboratorium virtual sebagai solusi.

Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan merupakan inti dari kegiatan PKM, yang melibatkan sesi pelatihan laboratorium virtual berbasis *PhET Simulation* kepada para siswa sebagai subjek pengabdian. Kegiatan ini berlangsung selama 120 menit, dengan pembagian waktu 60 menit untuk penyampaian materi terkait konsep gelombang bunyi dan penggunaan *PhET Simulation*, 30 menit untuk sesi tanya jawab, dan 30 menit untuk diskusi kelompok. Dalam sesi ini, siswa diperkenalkan pada cara kerja *PhET Simulation* untuk memahami konsep-konsep Fisika secara lebih mendalam melalui eksperimen virtual. Tim pengabdian juga memberikan tutorial tentang cara menjalankan simulasi dan membantu siswa dalam mengerjakan tugas-tugas praktikum virtual. Subjek pengabdian adalah siswa yang berjumlah 30 orang.

Table 1. Rangkaian kegiatan pelatihan virtual laboratory

Sesi	Kegiatan	Output
1. Presentasi	Pemaparan materi tentang media pembelajaran PhET	Pemahaman peserta tentang konsep dan fungsi PhET
	Penggunaan metode inkuiri terbimbing	Peserta memahami tata cara praktikum virtual
2. Praktik	Penyelesaian lembar kerja peserta didik dengan bimbingan tim pelatihan	Lembar kerja peserta yang terisi dengan baik
	Praktik langsung penggunaan media PhET	Pengalaman langsung dalam menggunakan media
3. Diskusi	Sesi tanya jawab untuk menyelaraskan pemahaman peserta	Klarifikasi pemahaman peserta tentang penggunaan PhET
	Diskusi kelompok mengenai materi dan pengalaman praktik	Umpan balik dan saran dari peserta

Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai keberhasilan kegiatan PKM dan memberikan umpan balik kepada para siswa. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil kuesioner yang diisi siswa sebelum dan sesudah pelaksanaan kegiatan untuk mengukur peningkatan pemahaman mereka terhadap konsep Fisika, khususnya gelombang bunyi. Selain itu, hasil observasi selama kegiatan pelatihan juga dianalisis untuk menilai partisipasi siswa dalam diskusi kelompok dan kreativitas mereka dalam menggunakan simulasi PhET. Siswa yang menunjukkan pemahaman yang baik dan keterampilan eksploratif selama sesi praktikum virtual akan diberikan apresiasi berupa reward khusus. Di sisi lain, siswa yang masih mengalami kesulitan akan diberikan catatan khusus dan tindak lanjut berupa bimbingan tambahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) yang dilakukan di MASS Khoiriyah Hasyim Seblak merupakan sebuah program yang dirancang untuk memberikan pelatihan penggunaan *PhET Simulation* sebagai alat bantu pembelajaran fisika, terutama untuk melatih literasi sains. Simulasi PhET adalah alat interaktif berbasis virtual yang diciptakan oleh Universitas Colorado, memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan fenomena fisika, seperti gelombang dan optik, dengan cara yang menarik dan mudah diakses (Riantoni et al., 2019; Rochim et al., 2024). Simulasi ini memungkinkan siswa untuk mengamati perubahan parameter dan interaksi gelombang tanpa harus menggunakan peralatan laboratorium yang rumit atau mahal (Alam et al., 2021). Penelitian menunjukkan bahwa penerapan Simulasi PhET dapat meningkatkan keterlibatan siswa serta hasil belajar di berbagai mata pelajaran, termasuk

matematika dan fisika (Fitriyati & Prastowo, 2022; Mufliah et al., 2023). Selain itu, simulasi ini juga membantu siswa mengaitkan fenomena kehidupan sehari-hari dengan prinsip ilmiah yang mendasarinya, sehingga meningkatkan pemahaman dan minat mereka terhadap materi. PhET berisi praktikum pembelajaran Fisika, Matematika, Biologi dan Kimia yang bermanfaat untuk kegiatan belajar mengajar di kelas dan juga berfungsi sebagai alternatif yang efektif untuk eksperimen laboratorium konvensional, terutama ketika sumber daya fisik terbatas (Bhakti et al., 2019; Fitriyati & Prastowo, 2022; Mufliah et al., 2023). Penelitian mengindikasikan bahwa Simulasi PhET dapat secara signifikan meningkatkan pemahaman konseptual siswa, kemampuan pemecahan masalah, dan kualitas pembelajaran dalam pendidikan fisika secara keseluruhan (Alam et al., 2021; Riantoni et al., 2019).

Kegiatan ini dilaksanakan secara luring dari 20 Mei hingga 20 Juni 2024, sebagai kolaborasi antara Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang dan sekolah. Program ini bertujuan mendukung visi universitas, yaitu mengembangkan ilmu pengetahuan berbasis nilai-nilai Islam untuk membentuk generasi unggul. Diharapkan, siswa dapat memahami fisika lebih baik dan melatih keterampilan saintifik melalui praktikum berbasis teknologi. Survei pendahuluan dilakukan untuk memahami kebutuhan siswa dan tantangan pembelajaran fisika di sekolah. Tim juga mengurus perizinan, berkoordinasi dengan sekolah, dan mempersiapkan perangkat serta jaringan internet stabil untuk akses PhET Simulation.

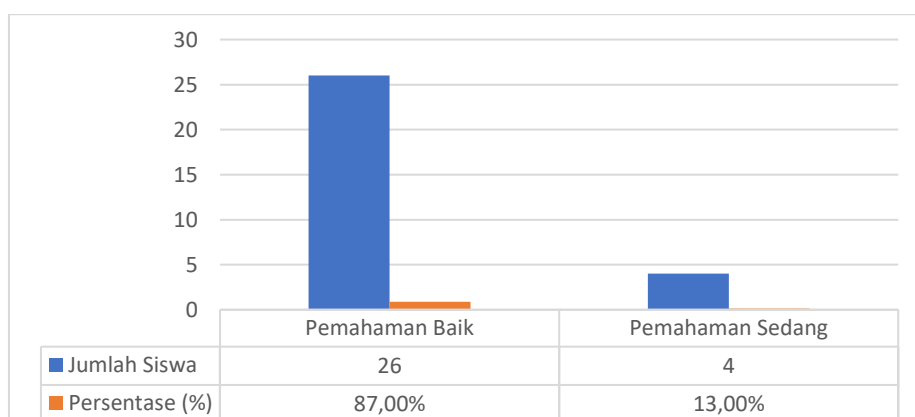
Pada tahap pelaksanaan yang berlangsung pada 23 Mei 2024, sebanyak 30 peserta didik dari MASS Khoiriyah Hasyim Seblak mengikuti pelatihan penggunaan *PhET Simulation*. Pada hari pelatihan, sesi dimulai dengan pemaparan materi mengenai media PhET. Tim pelatih menggunakan metode inkuiri terbimbing, di mana siswa diajak untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang mendorong mereka berpikir kritis tentang fenomena fisika yang mereka amati melalui simulasi. Dengan menggunakan simulasi ini, siswa dapat melakukan praktikum secara virtual, yang memberikan pengalaman belajar yang mirip dengan praktikum di laboratorium fisika nyata, namun dengan lebih mudah diakses dan lebih aman. Selama pelatihan siswa juga secara aktif terlibat dalam praktik penggunaan *PhET Simulation*. Dengan arahan dari tim pelatih, siswa diajak untuk menyelesaikan lembar kerja yang telah disediakan. Lembar kerja ini dirancang untuk mengarahkan siswa dalam mengamati fenomena fisika yang ditampilkan dalam simulasi dan mencatat hasil pengamatan mereka. Misalnya, dalam salah satu simulasi mengenai gerak lurus, siswa dapat mengubah variabel seperti kecepatan dan massa objek, lalu mengamati bagaimana perubahan ini mempengaruhi gerak objek tersebut. Praktikum virtual ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk memahami konsep-konsep fisika secara lebih mendalam melalui eksperimen langsung, meskipun dilakukan secara virtual.

Setelah melakukan praktikum, sesi dilanjutkan dengan diskusi interaktif antara peserta didik dan tim pelatih. Diskusi ini bertujuan untuk menyelaraskan pemahaman siswa mengenai penggunaan media PhET dan konsep-konsep fisika yang dipelajari selama praktikum. Dalam sesi ini, siswa diajak untuk bertanya dan mendiskusikan hal-hal yang masih belum mereka pahami, serta berbagi pengalaman mereka selama melakukan eksperimen virtual. Diskusi ini juga berfungsi sebagai sarana bagi tim pelatih untuk menilai sejauh mana siswa mampu mengikuti materi pelatihan dan menggunakan *PhET Simulation* dengan efektif. Selain itu, tim pelatih juga memberikan *feedback* terhadap hasil kerja siswa, sehingga mereka dapat memperbaiki pemahaman dan keterampilan mereka dalam menggunakan laboratorium virtual.



Gambar 1. Pelaksanaan praktikum virtual laboratory (a, b)

Evaluasi kegiatan dilakukan setelah pelatihan untuk menilai efektivitas program dan memberikan refleksi bagi peserta dan tim pelaksana. Dalam evaluasi ini, tim mengidentifikasi beberapa hal penting yang menjadi indikator keberhasilan program. Salah satu aspek yang dievaluasi adalah partisipasi aktif siswa selama pelatihan, terutama dalam sesi diskusi. Siswa yang aktif bertanya dan berkontribusi dalam diskusi mendapatkan penghargaan berupa *reward* sebagai bentuk apresiasi terhadap antusiasme mereka dalam belajar. Selain itu, evaluasi juga dilakukan terhadap hasil kerja siswa yang tercatat dalam lembar kerja. Berdasarkan hasil observasi dan kuesioner, dari 30 siswa sebanyak 26 (87%) siswa menunjukkan pemahaman yang baik dalam menggunakan media PhET dan memahami materi yang diajarkan, sementara 4 (13%) siswa memiliki tingkat pemahaman yang sedang. Tim pelatih menilai sejauh mana siswa mampu mengikuti instruksi dan menggunakan *PhET Simulation* untuk memahami konsep-konsep fisika yang diajarkan. Sebagai bagian dari evaluasi, tim juga membagikan buku catatan khusus kepada peserta didik. Buku catatan ini dirancang agar siswa dapat mencatat poin-poin penting selama pelatihan dan menggunakannya sebagai referensi di kemudian hari. Selain itu, buku ini juga berfungsi sebagai sarana bagi siswa untuk merefleksikan pengalaman mereka dalam melakukan praktikum dan memahami materi. Untuk melihat hasil keterpahaman siswa lebih jelas, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Keterpahaman siswa terhadap materi dan penggunaan PhET

Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelatihan ini berhasil mencapai tujuan utamanya, yaitu melatih literasi sains siswa di MASS Khoiriyah Hasyim Seblak melalui penggunaan laboratorium virtual berbasis *PhET Simulation*. Siswa tidak hanya lebih memahami konsep-konsep fisika yang diajarkan, tetapi juga menunjukkan keterpahaman dalam keterampilan mereka menggunakan teknologi sebagai alat bantu pembelajaran. Program ini juga mendapat apresiasi dari pihak sekolah dan siswa, yang menyatakan bahwa metode praktikum

virtual ini sangat membantu mereka dalam belajar fisika, terutama dalam situasi di mana akses ke laboratorium fisika nyata terbatas. Program ini juga berpotensi untuk diadopsi oleh sekolah-sekolah lain yang menghadapi tantangan serupa, serta dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mencakup topik-topik lain di bidang sains dan teknologi. Tim pelaksana berharap bahwa kegiatan serupa dapat terus dilakukan secara berkelanjutan untuk mendukung pengembangan pendidikan sains di Indonesia.



Gambar 3. Evaluasi Kegiatan

PENUTUP

Pelaksanaan program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) di MASS Khoiriyah Hasyim Seblak berhasil mencapai tujuan utama, yaitu melatih literasi sains siswa melalui penggunaan *PhET Simulation* sebagai alat bantu pembelajaran fisika. Kegiatan ini melibatkan siswa secara aktif dalam proses belajar melalui metode inkuiri terbimbing, yang mendorong mereka untuk berpikir kritis dan berpartisipasi dalam praktikum virtual. Dari hasil evaluasi, terlihat bahwa siswa tidak hanya memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang konsep-konsep fisika, tetapi juga menunjukkan peningkatan keterampilan dalam menggunakan teknologi pendidikan. Selain itu, partisipasi aktif siswa selama pelatihan dan umpan balik yang diberikan oleh tim pelatih menjadi indikator keberhasilan program ini. Program ini juga mendapatkan apresiasi dari pihak sekolah, yang menilai bahwa pelatihan ini sangat bermanfaat, terutama dalam konteks keterbatasan fasilitas laboratorium fisika di sekolah. Dengan demikian, pelatihan ini tidak hanya memberikan dampak positif bagi siswa, tetapi juga memberikan contoh yang baik tentang penerapan teknologi dalam pendidikan. Keberhasilan program ini menunjukkan potensi besar untuk mengadopsi metode serupa di sekolah-sekolah lain yang menghadapi tantangan dalam pengajaran sains. Tim pelaksana berharap kegiatan serupa dapat dilakukan secara berkelanjutan, sehingga dapat berkontribusi dalam pengembangan pendidikan sains yang lebih baik di Indonesia. Keterbatasan dalam kegiatan ini meliputi ketergantungan pada akses internet yang stabil untuk menjalankan *PhET Simulation* secara optimal serta terbatasnya waktu pelatihan, yang perlu diperpanjang agar siswa memiliki kesempatan lebih banyak untuk berlatih dan mendalami materi. Sebagai saran, pelatihan sebaiknya dilakukan lebih sering dengan durasi yang lebih panjang, sehingga siswa dapat lebih mendalam memahami konsep fisika dan menguasai penggunaan *PhET Simulation* secara lebih efektif dalam pembelajaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) di MASS Khoiriyah Hasyim

Seblak. Terima kasih kepada Kepala Sekolah dan staf pengajar atas dukungan dan fasilitas yang diberikan. Kami juga menghargai partisipasi aktif para siswa yang berkontribusi pada keberhasilan kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada tim pelatih dari Universitas Hasyim Asy'ari atas dedikasi dan kerja kerasnya. Semoga kerjasama ini dapat berlanjut demi peningkatan pendidikan dan literasi sains di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, Y., Nonggala Putra, F., & Sholichin, R. (2021). Pengaruh Simulasi PhET (Physic Education and Tecnology) Terhadap Kualitas dan Hasil Belajar. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 6(1), 225. <https://doi.org/10.28926/briliant.v6i1.599>
- 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. <https://doi.org/10.30734/j-abdipamas.v3i2.574>
- Budi Utami, W., & Aulia, F. (2023). Sosialisasi Pendidikan di Era 4.0 Untuk Generasi Yang Berkualitas. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 2023.
- Daniah, D. (2020). Pentingnya Inkuiri Ilmiah Pada Praktikum Dalam Pembelajaran Ipa Untuk Peningkatan Literasi Sains Mahasiswa. *Pionir: Jurnal Pendidikan*, 9(1), 144–153. <https://doi.org/10.22373/pjp.v9i1.7178>
- Fitriyati, I., & Prastowo, A. (2022). Pembelajaran Daring Menggunakan Phet Simulations Untuk Meningkatkan Keaktifan Dan Hasil Belajar Siswa Madrasah Ibtidaiyah. *Al-Madrasah: Jurnal Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 6(4), 1041. <https://doi.org/10.35931/am.v6i4.1120>
- Jufriadi, A., Ayu, H. D., & Ain, N. (2024). Revitalisasi Taman Baca untuk Meningkatkan Literasi Masyarakat. *Masyarakat, Jurnal Pengabdian*, 2(1).
- Muflihah, N., Ayu NFA, F., Hasyim Asy, U., & Tebuireng Jombang, ari. (2023). Pengenalan PhET Simulation sebagai Media Praktikum Virtual Pelajaran Fisika. *Abidumasy: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 17–23.
- Nurhasanah, N., Jumadi, J., Herliandry, L. D., Zahra, M., & Suban, M. E. (2020). Perkembangan Penelitian Literasi Sains Dalam Pembelajaran Fisika Di Indonesia. *Edusains*, 12(1), 38–46. <https://doi.org/10.15408/es.v12i1.14148>
- Riantoni, C., Astalini, A., & Darmaji, D. (2019). Studi penggunaan PhET Interactive Simulations dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 6(2), 71. <https://doi.org/10.12928/jrkpf.v6i2.14202>
- Rochim, R. A., Af'idah, N., & Wulandari, D. (2024). Description of Students' Critical Thinking Skills After Implementing the Problem Posing Model Assisted by PheT in Distance Learning. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 5(3), 690–701. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v5i3.601>
- Sartika, D., Kalsum, U., & Arsyad, A. A. (2018). Analisis Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sulawesi Barat. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 3(2), 8. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v3i2.13722>