



# Pelatihan Pemanfaatan *Virtual Laboratory* Berbasis *PhET Simulation* dalam Pembelajaran IPA bagi Guru di SMPN 27 Makassar

Musawwir Usman<sup>1\*</sup>, Banu Kisworo<sup>1</sup>, Zulqifli Alqadri<sup>1</sup>, Syarful Annam<sup>1</sup>, Yulianti Yusal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan IPA, Jurusan Pendidikan IPA, FMIPA UNM, Makassar, Indonesia

\*Corresponding author e-mail: [musawwir.usman@unm.ac.id](mailto:musawwir.usman@unm.ac.id)

## Article Info

### Article history:

Accepted: May 1<sup>st</sup> 2026,  
Approved: May 20<sup>th</sup> 2026,  
Published: May 31<sup>th</sup> 2026

### Keywords:

teacher training;  
interactive media; virtual  
laboratory; PhET  
Simulation; science  
learning

## ABSTRACT

Limited laboratory facilities and the low utilization of technology in science learning are among the main challenges in improving students' conceptual understanding, particularly for abstract topics. One possible solution is the use of a virtual laboratory based on PhET Interactive Simulations. This Community Service Program (PKM) aims to enhance teachers' understanding and skills in utilizing virtual laboratory-based learning media. The activity was conducted in the form of training for 22 teachers at UPT SPF SMPN 27 Makassar using the Participatory Rural Appraisal (PRA) method. The implementation consisted of three stages: preparation, implementation, and evaluation. Data were collected through observation, questionnaires, and participant feedback. The results indicate that the training was successfully implemented and positively perceived by the participants. The evaluation results showed that 81.8%–95.5% of participants selected the "strongly agree" category across all evaluation indicators, including interest in further professional development, increased competence, quality of training implementation, and the usefulness and satisfaction of using PhET Simulation in learning. Furthermore, teachers demonstrated improved understanding and skills in using PhET Simulation as a learning medium, particularly in explaining abstract science concepts. Therefore, this training can serve as an alternative solution to overcome laboratory limitations and support more interactive, visual, and meaningful learning.

**How to cite** Usman, M., et al. (2026). Pelatihan Pemanfaatan Virtual Laboratory Berbasis PhET Simulation dalam Pembelajaran IPA bagi Guru di SMPN 27 Makassar. *Jurnal Pengabdian Pendidikan IPA Kontekstual*, 4(2), 44-51. <https://doi.org/10.29303/jppik.v4i2.1611>

© 2026 Science Education Doctoral Study Program, Postgraduate, University of Mataram, Indonesia.

## Pendahuluan

Pendidikan abad ke-21 menuntut adanya transformasi dalam proses pembelajaran, terutama dalam pemanfaatan teknologi digital untuk meningkatkan kualitas pembelajaran yang lebih interaktif, kontekstual, dan bermakna (Haq & Rijal, 2026; Rohmah, 2025). Perkembangan teknologi informasi telah membuka peluang besar bagi guru

untuk mengintegrasikan berbagai media pembelajaran inovatif yang mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik (Febridirani dkk., 2026; Siringoringo & Alfaridzi, 2024). Namun, pada praktiknya, masih banyak guru yang belum optimal dalam memanfaatkan teknologi sebagai media pembelajaran, khususnya dalam pembelajaran sains yang memerlukan visualisasi konsep abstrak.

© 2026 The Author(s).

This article is published by Jurnal Pengabdian Pendidikan IPA Kontekstual (JPPIK) and licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).



Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) seringkali menghadapi kendala dalam penyampaian materi yang bersifat abstrak dan membutuhkan eksperimen (Rusli dkk., 2022). Keterbatasan fasilitas laboratorium fisik, keterbatasan alat dan bahan, serta waktu pembelajaran yang terbatas menjadi hambatan utama dalam pelaksanaan praktikum secara langsung. Hal ini berdampak pada rendahnya pemahaman konsep peserta didik, karena pembelajaran cenderung bersifat teoritis dan kurang memberikan pengalaman belajar yang nyata (Fadillah dkk., 2025).

Salah satu solusi inovatif yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pemanfaatan virtual laboratory berbasis PhET Interactive Simulations (Fitriani & Cahyaningsih, 2023; Romadoni dkk., 2025). Media ini menyediakan berbagai simulasi interaktif yang memungkinkan peserta didik melakukan eksperimen secara virtual dengan tampilan visual yang menarik dan mudah dipahami. PhET Simulation telah terbukti mampu meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis, serta motivasi belajar siswa melalui pendekatan pembelajaran berbasis eksplorasi dan penemuan (Albis dkk., 2023).

Meskipun efektivitas PhET Simulation dalam meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis, dan motivasi belajar peserta didik telah banyak dilaporkan dalam berbagai penelitian, pemanfaatannya di lingkungan sekolah masih belum optimal. Sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada dampak penggunaan PhET terhadap hasil belajar peserta didik, sedangkan kegiatan yang berorientasi pada peningkatan kompetensi guru dalam mengintegrasikan PhET Simulation ke dalam pembelajaran IPA masih relatif terbatas. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara ketersediaan media pembelajaran digital yang inovatif dengan kesiapan guru untuk memanfaatkan media tersebut secara efektif dalam proses pembelajaran.

Kesenjangan tersebut juga ditemukan di UPT SPF SMPN 27 Makassar berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan guru. Hasil kegiatan tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran digital interaktif dalam pembelajaran IPA masih belum optimal. Sebagian besar guru masih mengandalkan metode pembelajaran konvensional dan media presentasi sederhana dalam proses pembelajaran. Selain itu,

sebanyak 63,6% guru belum pernah menggunakan PhET Simulation dalam pembelajaran dan 81,8% guru menyatakan belum pernah mengikuti pelatihan terkait pemanfaatan virtual laboratory. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa teknologi pembelajaran berbasis simulasi virtual belum terintegrasi secara optimal dalam praktik pembelajaran IPA. Oleh karena itu, diperlukan program pelatihan yang dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru dalam memanfaatkan PhET Simulation sebagai media pembelajaran yang interaktif, inovatif, dan sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21.

Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini dilaksanakan dalam bentuk pelatihan dengan fokus pada pemanfaatan virtual laboratory berbasis PhET Simulation bagi guru. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru dalam mengintegrasikan media pembelajaran digital yang interaktif, visual, dan bermakna ke dalam proses pembelajaran IPA di sekolah.

Melalui kegiatan pelatihan ini, diharapkan guru mampu memahami konsep dasar penggunaan PhET Simulation, mengoperasikan simulasi secara efektif, serta mengimplementasikannya dalam skenario pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Dengan demikian, pembelajaran IPA dapat menjadi lebih menarik, interaktif, dan mampu meningkatkan kualitas pemahaman konsep siswa secara optimal.

### Metode

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berupa pemberian pelatihan kepada guru dalam pemanfaatan media pembelajaran berbasis virtual laboratory menggunakan PhET Interactive Simulations. Metode yang digunakan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian ini adalah metode *Participatory Rural Appraisal* (PRA), dimana dalam kegiatan ini peserta berpartisipasi secara aktif dalam keseluruhan proses yang dilaksanakan, mulai dari tahap awal berupa identifikasi kebutuhan hingga tahap akhir berupa evaluasi dan pemanfaatan hasil kegiatan (Sulaeman dkk., 2023; Zahara dkk., 2024). Adapun masyarakat yang dimaksud dalam kegiatan pengabdian ini adalah guru di UPT SPF SMPN 27 Makassar. Kegiatan ini diikuti oleh 22 orang guru dan dilaksanakan pada hari Jum'at, 21 November 2025, dalam bentuk pelatihan yang bersifat partisipatif dan deskriptif naratif, dengan fokus pada peningkatan



pemahaman serta keterampilan guru dalam memanfaatkan media pembelajaran interaktif berbasis *virtual laboratory*.

Metode pelaksanaan kegiatan ini terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Adapun penjelasan ketiga tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

#### 1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan diawali dengan koordinasi antara tim pengabdian dengan pihak sekolah untuk mengidentifikasi kebutuhan dan permasalahan yang dihadapi guru, khususnya dalam penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi. Selanjutnya, tim pengabdian menyusun perangkat pelatihan yang meliputi materi sosialisasi, modul penggunaan PhET Simulation, serta menyiapkan sarana dan prasarana pendukung seperti laptop, LCD proyektor, dan akses internet guna menunjang kelancaran kegiatan.

#### 2. Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan kegiatan pelatihan dilakukan melalui beberapa langkah, yaitu:

##### a. Sosialisasi dan Pemberian Materi

Kegiatan diawali dengan pemaparan materi mengenai konsep virtual laboratory, pentingnya penggunaan media pembelajaran interaktif, serta pengenalan fitur-fitur utama dalam PhET Simulation. Penyampaian materi dilakukan secara interaktif agar peserta dapat memahami manfaat penggunaan simulasi dalam pembelajaran IPA.

##### b. Demonstrasi Penggunaan PhET Simulation

Pemateri memberikan contoh langsung penggunaan PhET Simulation dalam pembelajaran, mulai dari cara mengakses, memilih simulasi yang sesuai dengan materi, hingga penerapannya dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

##### c. Praktik Mandiri

Peserta diberikan kesempatan untuk mencoba secara langsung penggunaan PhET Simulation dengan bimbingan tim pengabdian. Pada tahap ini, peserta mengeksplorasi berbagai simulasi serta mengembangkan ide penerapannya dalam pembelajaran sesuai dengan mata pelajaran yang diampu.

##### d. Diskusi dan Tanya Jawab

Kegiatan dilanjutkan dengan sesi diskusi dan tanya jawab untuk mengakomodasi pertanyaan, kendala, serta pengalaman peserta selama praktik. Sesi ini juga menjadi wadah berbagi pengalaman antar guru terkait strategi pembelajaran yang efektif.

#### 3. Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengetahui ketercapaian kegiatan pelatihan yang telah dilaksanakan. Evaluasi dilakukan secara deskriptif melalui observasi terhadap partisipasi dan antusiasme peserta selama kegiatan berlangsung, serta melalui umpan balik (feedback) yang disampaikan oleh peserta secara langsung. Selain itu, evaluasi juga dilakukan melalui penyebaran angket kepada peserta untuk memperoleh data mengenai tingkat kepuasan, pemahaman, serta respon peserta terhadap pelaksanaan kegiatan pengabdian. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui pemahaman peserta serta respon terhadap pelaksanaan kegiatan pengabdian. Angket evaluasi menggunakan skala Likert lima tingkat yang terdiri atas pilihan Sangat Setuju, Setuju, Kurang Setuju, Tidak Setuju, dan Sangat Tidak Setuju. Instrumen angket terdiri atas delapan butir pernyataan yang dikelompokkan ke dalam empat indikator sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Indikator Angket Evaluasi Kegiatan Pelatihan

Indikator	Nomor Pernyataan	Jumlah Butir Pernyataan
Minat peserta terhadap pengembangan kompetensi digital	1, 2	2
Peningkatan kompetensi peserta	3	1
Kualitas pelaksanaan pelatihan	4, 5, 7	3
Kebermanfaatan dan kepuasan peserta	6, 8	2
<b>Total</b>		<b>8</b>

### Hasil dan Pembahasan

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) yang dilaksanakan di UPT SPF SMPN 27 Makassar berjalan dengan lancar sesuai dengan tahapan yang telah direncanakan. Kegiatan ini diikuti oleh guru-guru yang menunjukkan antusiasme tinggi selama seluruh rangkaian pelatihan berlangsung, mulai dari sesi sosialisasi hingga praktik penggunaan PhET Interactive Simulations.



Pada tahap awal kegiatan, yaitu sosialisasi dan pemberian materi, peserta memperoleh pemahaman mengenai pentingnya pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi dalam mendukung pembelajaran yang interaktif dan bermakna. Guru

mulai menyadari bahwa keterbatasan laboratorium fisik dapat diatasi melalui penggunaan virtual laboratory, sehingga pembelajaran IPA tetap dapat memberikan pengalaman eksploratif kepada siswa.



**Gambar 1.** Penyampaian Materi Pengenalan PhET Simulation oleh Narasumber.

Selanjutnya, pada tahap demonstrasi, peserta diperkenalkan secara langsung dengan fitur-fitur dalam PhET Simulation serta contoh penerapannya dalam pembelajaran. Kegiatan ini memberikan gambaran konkret kepada guru tentang bagaimana simulasi dapat digunakan untuk menjelaskan

konsep-konsep abstrak, seperti gaya, energi, listrik, dan fenomena ilmiah lainnya. Demonstrasi yang dilakukan secara langsung membantu peserta memahami alur penggunaan media secara sistematis.



**Gambar 2.** Demonstrasi Penggunaan PhET Simulation oleh Narasumber.

Hasil yang paling menonjol terlihat pada tahap praktik mandiri. Pada tahap ini, guru secara aktif mencoba berbagai simulasi sesuai dengan mata pelajaran yang diampu. Peserta tampak lebih percaya diri dalam mengoperasikan PhET Simulation setelah mendapatkan pendampingan

dari tim pengabdian. Selain itu, beberapa guru mulai mampu merancang skenario sederhana pembelajaran dengan memanfaatkan simulasi sebagai media utama. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan keterampilan praktis guru dalam penggunaan media pembelajaran digital.



**Gambar 3.** Praktik Mandiri Penggunaan PhET Simulation oleh Peserta.



Pada sesi diskusi dan tanya jawab, peserta aktif mengemukakan pertanyaan dan berbagi pengalaman terkait kendala yang dihadapi dalam pembelajaran di kelas. Diskusi ini memperlihatkan bahwa guru memiliki kebutuhan nyata terhadap



media pembelajaran yang dapat membantu menjelaskan konsep abstrak serta meningkatkan keterlibatan siswa. Selain itu, terjadi pertukaran ide antar peserta mengenai strategi implementasi PhET Simulation dalam berbagai topik pembelajaran



**Gambar 4.** Kegiatan Tanya Jawab Terkait Penggunaan PhET Simulation.

Berdasarkan hasil observasi selama kegiatan berlangsung, dapat diketahui bahwa pendekatan pelatihan yang digunakan mampu menciptakan suasana belajar yang interaktif dan partisipatif. Keterlibatan aktif peserta menjadi indikator bahwa metode yang digunakan sesuai dengan kebutuhan

guru. Selain itu, umpan balik yang diberikan oleh peserta menunjukkan respon positif terhadap kegiatan pelatihan, terutama terkait kemudahan penggunaan PhET Simulation serta manfaatnya dalam mendukung pembelajaran IPA. Beberapa umpan balik dari peserta dapat dilihat pada tabel 2.

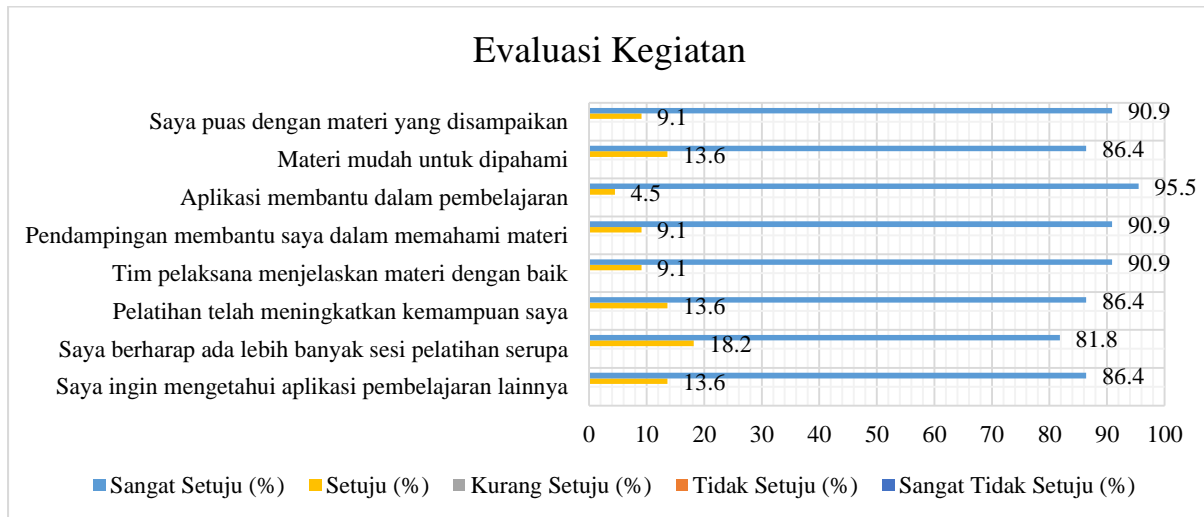
**Tabel 2.** Umpan Balik Peserta Pelatihan Penggunaan *PhET Simulation*

No.	Peserta	Umpan Balik
1.	Guru 1	Ternyata PhET ini sangat membantu, apalagi untuk materi IPA yang abstrak seperti gaya, energi, dan listrik, yang biasanya susah dijelaskan kalau cuma pakai teori di papan tulis.
2.	Guru 2	Sebenarnya saya sudah sering dengar tentang PhET, tapi belum pernah coba pakai langsung di kelas. Jadi pelatihan ini benar-benar membantu dan membuka wawasan saya dalam mengajar.
3.	Guru 3	kalau pakai media PhET ini, sepertinya siswa akan lebih tertarik karena bisa lihat langsung dan tidak hanya membayangkan.

Secara umum, kegiatan ini memberikan dampak positif terhadap peningkatan pemahaman dan keterampilan guru dalam memanfaatkan virtual laboratory sebagai media pembelajaran. Guru tidak hanya memperoleh pengetahuan baru, tetapi juga pengalaman langsung dalam menggunakan media tersebut, sehingga lebih siap untuk

mengimplementasikannya dalam proses pembelajaran di kelas.

Selain observasi langsung dan pemberian umpan balik oleh peserta, kegiatan pengabdian ini juga dilengkapi dengan pemberian evaluasi terkait kegiatan pelatihan oleh peserta. Hasil evaluasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Evaluasi Kegiatan.

Berdasarkan Gambar 5, hasil evaluasi menunjukkan bahwa peserta memberikan respon yang sangat positif terhadap pelaksanaan kegiatan pelatihan. Persentase tertinggi terdapat pada pernyataan bahwa aplikasi PhET Simulation membantu dalam pembelajaran, dengan persentase sangat setuju sebesar 95,5%. Temuan ini menunjukkan bahwa peserta menilai PhET Simulation memiliki potensi yang besar untuk membantu menjelaskan konsep-konsep IPA yang bersifat abstrak melalui visualisasi dan simulasi interaktif.

Selain itu, aspek pendampingan dalam memahami materi, kemampuan tim pelaksana dalam menjelaskan materi, dan kepuasan terhadap materi yang disampaikan masing-masing memperoleh persentase sangat setuju sebesar 90,9%. Hasil ini menunjukkan bahwa strategi pelatihan yang memadukan penyampaian materi, demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan mampu mendukung proses belajar peserta secara efektif. Pendampingan yang diberikan selama praktik memungkinkan peserta memperoleh bantuan secara langsung ketika mengalami kesulitan dalam mengoperasikan simulasi.

Pada aspek peningkatan kompetensi, sebanyak 86,4% peserta menyatakan sangat setuju bahwa pelatihan telah meningkatkan kemampuan mereka dalam memanfaatkan media pembelajaran digital. Persentase yang sama juga diperoleh pada pernyataan bahwa materi mudah dipahami serta keinginan peserta untuk mengetahui aplikasi pembelajaran lainnya. Temuan ini menunjukkan

bahwa pelatihan tidak hanya meningkatkan keterampilan peserta dalam menggunakan PhET Simulation, tetapi juga mendorong motivasi guru untuk terus mengembangkan kompetensi digital dalam pembelajaran.

Sementara itu, pernyataan mengenai harapan agar terdapat lebih banyak sesi pelatihan serupa memperoleh persentase sangat setuju sebesar 81,8%, yang merupakan nilai terendah dibandingkan indikator lainnya. Meskipun demikian, nilai tersebut tetap menunjukkan respon yang sangat positif dan mengindikasikan bahwa sebagian besar peserta mengharapkan adanya program pelatihan lanjutan guna memperluas wawasan serta keterampilan mereka dalam pemanfaatan teknologi pembelajaran.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelatihan pemanfaatan PhET Simulation diterima dengan sangat baik oleh peserta. Tingginya persentase respon positif pada seluruh indikator mengindikasikan bahwa kegiatan ini berhasil meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan motivasi guru dalam memanfaatkan media pembelajaran berbasis virtual laboratory. Peserta juga menilai bahwa penggunaan PhET Simulation dapat membantu menjelaskan konsep-konsep IPA yang abstrak sehingga berpotensi meningkatkan kualitas proses pembelajaran di kelas.

Selain memberikan respon positif terhadap pelatihan, peserta menilai bahwa pendampingan yang dilakukan oleh tim pengabdian efektif dalam membantu mereka memahami dan mengoperasikan



PhET Simulation secara mandiri. Meskipun demikian, selama pelaksanaan kegiatan masih ditemukan beberapa kendala, seperti perbedaan tingkat penguasaan teknologi di antara peserta serta keterbatasan kualitas jaringan internet pada beberapa perangkat yang digunakan. Selain itu, kegiatan pelatihan yang dilaksanakan dalam satu kali pertemuan menyebabkan proses pendampingan implementasi PhET Simulation dalam pembelajaran di kelas belum dapat dilakukan secara optimal.

Dengan demikian, pelatihan pemanfaatan PhET Simulation ini dapat menjadi salah satu alternatif solusi dalam mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium serta meningkatkan kualitas pembelajaran yang lebih interaktif, visual, dan bermakna. Keberhasilan kegiatan ini juga menunjukkan bahwa pelatihan serupa perlu dilakukan secara berkelanjutan agar kompetensi guru dalam pemanfaatan teknologi pembelajaran terus berkembang sesuai dengan tuntutan pendidikan abad ke-21.

### Kesimpulan

Kegiatan pelatihan pemanfaatan PhET Interactive Simulations bagi guru di UPT SPF SMPN 27 Makassar telah terlaksana dengan baik dan memperoleh respon positif dari peserta. Pelatihan ini mampu meningkatkan pemahaman dan keterampilan guru dalam memanfaatkan media pembelajaran berbasis virtual laboratory untuk menjelaskan konsep-konsep IPA yang bersifat abstrak. Secara praktis, kegiatan ini memberikan pengalaman langsung kepada guru dalam mengoperasikan serta mengintegrasikan PhET Simulation ke dalam proses pembelajaran sehingga dapat mendukung terciptanya pembelajaran yang lebih interaktif, visual, dan bermakna. Selain menjadi alternatif solusi terhadap keterbatasan fasilitas laboratorium di sekolah, hasil kegiatan ini juga menunjukkan bahwa pelatihan serupa berpotensi diterapkan secara lebih luas pada sekolah lain sebagai upaya penguatan kompetensi guru dalam pemanfaatan teknologi pembelajaran yang relevan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21.

### Saran

Kegiatan selanjutnya disarankan untuk mengembangkan pelatihan lanjutan yang berfokus pada penyusunan perangkat pembelajaran berbasis

PhET Simulation. Selain itu, diperlukan pendampingan berkelanjutan agar implementasi media virtual laboratory dalam pembelajaran dapat berjalan secara optimal dan berkesinambungan.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kepala sekolah dan seluruh guru di UPT SPF SMPN 27 Makassar atas partisipasi dan kerja samanya dalam pelaksanaan kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh tim pengabdian yang telah berkontribusi dalam menyukseskan kegiatan ini.

### Daftar Pustaka

- Albis, K. M. M., Adilah, B., & Ni'mah, S. (2023). Pengenalan PhET Simulations Sebagai Laboratorium Virtual Untuk Membantu Pemahaman Konsep Fisika Materi Kesetimbangan Pada Peserta Didik Kelas 8 SMP 06 Diponegoro. *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi (JPST)*, 02(4), 1054–1059.  
<http://jurnal.minartis.com/index.php/jpst/>
- Fadillah, A., Sihombing, V. M., Panggabean, S. K. F., Arwita, W., & Nasution, A. (2025). Studi Kasus: Minimnya Pembelajaran Berbasis Eksperimen pada Mata Pelajaran Biologi di SMA Nahdlatul Ulama Padangsidimpuan. *Jurnal Pendidikan Kimia, Fisika dan Biologi*, 1(3), 12–20.  
<https://doi.org/10.61132/jupenkifb.v1i3.238>
- Febdirirani, Z. Z., Monika, S., Sukamto, Z. C., Al Ghelifira, S., Hakim, W., Ellengie, V., Kurnia, S., & Maryati, S. (2026). Peran Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Pengembangan Media Pendidikan pada Proses Pembelajaran. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 4(4), 23583–23591.  
<https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i4.6035>
- Fitriani, A. P., & Cahyaningsih, U. (2023). Penggunaan Media Physics Education Technology (Phet) Pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Journal of Innovation in Primary Education*, 2(1), 30–37.
- Haq, A. I., & Rijal, A. (2026). Transformasi Kondisi Belajar Dan Pembelajaran Abad Ke-21: Dari Tantangan Ke Inovasi Pendidik Masa Depan. *PESHUM: Jurnal Pendidikan, Sosial Dan Humaniora*, 5(2).



- Rohmah, S. (2025). Pembelajaran Deep Learning sebagai Strategi Transformasi Pendidikan di Era Abad ke-21. *Jurnal PAUD Agapedia*, 9(2), 149–156.  
<https://ejournal.upi.edu/index.php/agapedia>
- Romadoni, R. B., Yasminia, A., Widari, A. T., & Fauziah, M. A. N. (2025). Pengaruh Penggunaan Media Virtual Lab PhET Simulation pada Materi Gerak dan Gaya terhadap Peningkatan Hasil Belajar Siswa SMP. *Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia*, 3(1), 214–223.
- Rusli, M. A., Arsyad, A. A., & Miranda S. (2022). Penerapan E-Learning Berbasis Google Sites untuk Meningkatkan Higher Order Thinking Skills Peserta Didik Kelas VIII SMPN 27 Makassar. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 12(4), 1203–1209.  
<https://doi.org/10.37630/jpm.v12i4.781>
- Siringoringo, R. G., & Alfaridzi, M. Y. (2024). Pengaruh Integrasi Teknologi Pembelajaran terhadap Efektivitas dan Transformasi Paradigma Pendidikan Era Digital. *Jurnal Yudistira: Publikasi Riset Ilmu Pendidikan dan Bahasa*, 2(3), 66–76.  
<https://doi.org/10.61132/yudistira.v2i3.854>
- Sulaeman, A., Bramasta, D., & Makhrus. (2023). Pemberdayaan Masyarakat dengan Pendekatan Participatory Rural Appraisal (PRA). *Jurnal Literasi Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 2(2), 87–96.
- Zahara, Y., Sinaga, N. A., Suhaila, R., & Aufa, Z. Y. (2024). Pelatihan Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif sebagai Upaya Peningkatan Literasi Digital Guru. *PUSAKA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 15–21.  
<https://journal.mgedukasia.or.id/index.php/pusaka>