

PENGUNAAN LABORATORIUM VIRTUAL PHET DALAM PENGAJARAN MATERI IPA BAGI GURU DI SEKOLAH SMP SWASTA SURYA PEMATANGSIANTAR

Ady Frenly Simanullang¹, Eva Pratiwi Pane²

¹ Prodi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar; adyfrenly@gmail.com

² Prodi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar; evapратиwi2607@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received 2026-04-14

Revised 2026-04-25

Accepted 2026-05-30

ABSTRAK

Perkembangan teknologi digital telah memberikan peluang baru dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di sekolah. Salah satu media pembelajaran yang dapat dimanfaatkan adalah Laboratorium Virtual PhET yang menyediakan simulasi interaktif untuk membantu pemahaman konsep-konsep sains secara visual dan eksperiensial. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru dalam memanfaatkan Laboratorium Virtual PhET sebagai media pembelajaran IPA di SMP Swasta Surya Pematangsiantar. Metode yang digunakan meliputi sosialisasi, pelatihan, demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan penggunaan simulasi PhET dalam proses pembelajaran. Kegiatan diikuti oleh guru-guru IPA yang diberikan materi mengenai pengenalan PhET, cara mengakses dan mengoperasikan simulasi, serta penerapannya dalam penyusunan perangkat pembelajaran. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa peserta memiliki peningkatan pemahaman dan keterampilan dalam menggunakan Laboratorium Virtual PhET. Guru mampu mengintegrasikan simulasi virtual ke dalam kegiatan pembelajaran sehingga dapat meningkatkan interaktivitas, efektivitas, dan pemahaman konsep IPA oleh siswa. Selain itu, penggunaan PhET menjadi alternatif solusi dalam pelaksanaan praktikum ketika keterbatasan sarana laboratorium fisik menjadi kendala. Dengan demikian, kegiatan ini memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kualitas pembelajaran IPA berbasis teknologi di SMP Swasta Surya Pematangsiantar.

Kata Kunci: Laboratorium Virtual PhET; pembelajaran IPA; Guru SMP, Teknologi Pendidikan, Pengabdian Kepada Masyarakat

ABSTRACT

The development of digital technology has created new opportunities to enhance the quality of science education in schools. One of the learning media that can be utilized is the PhET Virtual Laboratory, which provides interactive simulations to support the understanding of scientific concepts through visual and experiential learning. This community service activity aimed to improve teachers' competencies in utilizing the PhET Virtual Laboratory as a science learning medium at

SMP Swasta Surya Pematangsiantar. The methods employed included socialization, training, demonstrations, hands-on practice, and mentoring in the use of PhET simulations for classroom instruction. The participants were science teachers who received training on the introduction to PhET, accessing and operating simulations, and integrating them into lesson planning and instructional activities. The results indicated that the participants experienced significant improvements in their understanding and skills in using the PhET Virtual Laboratory. Teachers were able to integrate virtual simulations into learning activities, thereby enhancing interactivity, instructional effectiveness, and students' understanding of science concepts. Furthermore, the use of PhET provided an alternative solution for conducting practical activities when physical laboratory facilities were limited. Therefore, this program made a positive contribution to improving technology-based science learning at SMP Swasta Surya Pematangsiantar.

Keyword: PhET Virtual Laboratory; Science Learning; Junior High School Teachers; Educational Technology; Community Service

This is an open access article under the [CC BY](#) license.



Corresponding Author:

Ady Frenly Simanullang

Affiliation 1; adyfrenly@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan salah satu mata pelajaran yang berperan penting dalam membentuk kemampuan berpikir kritis, logis, dan ilmiah peserta didik. Pembelajaran IPA tidak hanya menekankan penguasaan konsep dan teori, tetapi juga menuntut adanya kegiatan praktikum dan eksperimen yang memungkinkan siswa memperoleh pengalaman belajar secara langsung. Melalui kegiatan praktikum, siswa dapat mengamati fenomena alam, menguji hipotesis, serta memahami konsep-konsep ilmiah secara lebih mendalam. Namun, pelaksanaan praktikum di sekolah sering menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan sarana laboratorium, kurangnya alat dan bahan praktikum, keterbatasan waktu pembelajaran, serta rendahnya keterampilan guru dalam memanfaatkan teknologi pembelajaran berbasis digital. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah menghadirkan berbagai inovasi dalam dunia pendidikan, salah satunya adalah penggunaan laboratorium virtual.

Laboratorium virtual merupakan media pembelajaran berbasis komputer yang memungkinkan pengguna melakukan simulasi eksperimen secara interaktif tanpa memerlukan peralatan laboratorium fisik. Penggunaan laboratorium virtual dapat membantu

siswa memahami konsep-konsep abstrak yang sulit diamati secara langsung serta memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan efektif. Menurut Tatli dan Ayas (2013), laboratorium virtual mampu meningkatkan pemahaman konsep, motivasi belajar, serta keterampilan proses sains peserta didik karena memberikan kesempatan untuk melakukan eksperimen secara berulang tanpa risiko dan biaya yang tinggi. Salah satu platform laboratorium virtual yang banyak digunakan dalam pembelajaran sains adalah PhET Interactive Simulations yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder. PhET menyediakan berbagai simulasi interaktif dalam bidang fisika, kimia, biologi, matematika, dan ilmu kebumiharian yang dirancang berdasarkan hasil penelitian pendidikan. Simulasi PhET memungkinkan siswa melakukan eksplorasi konsep-konsep ilmiah melalui pendekatan visual, interaktif, dan berbasis inkuiri. Menurut Wieman, Adams, dan Perkins (2008), simulasi PhET dapat membantu peserta didik membangun pemahaman konseptual yang lebih baik melalui visualisasi fenomena yang sulit diamati secara langsung dalam pembelajaran konvensional. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PhET dalam pembelajaran IPA memberikan dampak positif terhadap hasil belajar siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Finkelstein et al. (2005) menunjukkan bahwa siswa yang menggunakan simulasi PhET memperoleh pemahaman konsep yang lebih baik dibandingkan siswa yang hanya menggunakan metode praktikum tradisional.

Selain itu, penelitian Herga, Čagan, dan Dinevski (2016) menyatakan bahwa laboratorium virtual dapat meningkatkan motivasi belajar, keterlibatan siswa, dan kemampuan berpikir ilmiah dalam pembelajaran sains. Di era transformasi digital dan implementasi pembelajaran berbasis teknologi, guru dituntut untuk mampu memanfaatkan berbagai media pembelajaran inovatif guna meningkatkan kualitas proses belajar mengajar. Kompetensi guru dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran menjadi salah satu faktor penting dalam keberhasilan pendidikan abad ke-21. Namun demikian, masih banyak guru yang belum optimal dalam memanfaatkan media pembelajaran digital, termasuk laboratorium virtual PhET. Kondisi ini juga ditemukan pada sebagian guru di SMP Swasta Surya Pematangsiantar yang masih mengandalkan metode pembelajaran konvensional dan belum memanfaatkan simulasi virtual secara maksimal dalam pengajaran materi IPA. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan dan pendampingan penggunaan Laboratorium Virtual PhET bagi guru-guru SMP Swasta Surya Pematangsiantar. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru dalam mengoperasikan simulasi PhET serta mengintegrasikannya ke dalam proses pembelajaran IPA. Melalui pemanfaatan laboratorium virtual, diharapkan guru mampu menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif, menarik, dan efektif sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep IPA peserta didik serta mendukung terciptanya pembelajaran yang sesuai dengan tuntutan era digital.

2. METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan *Participatory Training and Mentoring*, yaitu pendekatan yang menggabungkan pelatihan, praktik langsung, diskusi, dan pendampingan kepada peserta. Pendekatan ini dipilih agar guru tidak hanya memperoleh pemahaman teoritis mengenai *Laboratorium Virtual PhET*, tetapi juga mampu mengimplementasikannya secara mandiri dalam proses pembelajaran IPA di kelas. Subjek pengabdian adalah guru-guru IPA di SMP Swasta Surya Pematangsiantar yang berjumlah 15–20 orang.

Peserta dipilih karena memiliki peran penting dalam pelaksanaan pembelajaran IPA serta membutuhkan penguatan kompetensi dalam pemanfaatan teknologi pembelajaran berbasis digital. Kegiatan dilaksanakan di lingkungan sekolah dengan melibatkan tim dosen dan mahasiswa sebagai fasilitator. Prosedur pelaksanaan pengabdian dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah analisis kebutuhan, yang dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan pihak sekolah untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi guru dalam pelaksanaan praktikum IPA dan penggunaan media pembelajaran digital. Tahap kedua adalah persiapan, yang meliputi penyusunan materi pelatihan, modul penggunaan *PhET*, perangkat evaluasi, serta penyiapan sarana pendukung berupa laptop, proyektor, dan jaringan internet. Tahap ketiga adalah pelaksanaan pelatihan, yang mencakup pemberian materi mengenai konsep laboratorium virtual, pengenalan platform *PhET*, cara mengakses dan mengoperasikan simulasi, serta contoh penerapan simulasi pada materi IPA SMP seperti gaya dan gerak, listrik dinamis, kalor, dan sistem tata surya. Tahap keempat adalah praktik dan pendampingan, di mana peserta secara langsung menggunakan simulasi *PhET* untuk menyusun skenario pembelajaran dan lembar kerja peserta didik (LKPD). Tahap terakhir adalah evaluasi dan refleksi, yang bertujuan untuk mengetahui tingkat pemahaman dan keterampilan peserta setelah mengikuti kegiatan. Bahan yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi modul pelatihan, perangkat komputer atau laptop, LCD proyektor, akses internet, serta aplikasi *PhET Interactive Simulations*. Instrumen yang digunakan terdiri atas lembar observasi aktivitas peserta, angket respon peserta, lembar evaluasi pelatihan, serta tes awal (*pre-test*) dan tes akhir (*post-test*) untuk mengukur peningkatan pemahaman guru terhadap penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran IPA.

Pengumpulan data dilakukan menggunakan beberapa teknik, yaitu observasi, dokumentasi, angket, dan tes. Observasi digunakan untuk mengamati keterlibatan peserta selama kegiatan berlangsung. Angket digunakan untuk memperoleh data mengenai persepsi, kepuasan, dan manfaat pelatihan yang dirasakan peserta. Tes diberikan sebelum dan sesudah pelatihan untuk mengetahui peningkatan kompetensi guru dalam memanfaatkan *Laboratorium Virtual PhET*. Dokumentasi berupa foto dan catatan kegiatan digunakan sebagai data pendukung pelaksanaan pengabdian. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Data hasil *pre-test* dan *post-test* dianalisis menggunakan persentase peningkatan nilai untuk mengetahui efektivitas pelatihan. Data angket dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa persentase dan rata-rata skor

setiap indikator. Sementara itu, data hasil observasi dan dokumentasi dianalisis secara kualitatif melalui reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan program pengabdian dalam meningkatkan kompetensi guru IPA dalam memanfaatkan Laboratorium Virtual PhET sebagai media pembelajaran yang inovatif dan interaktif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

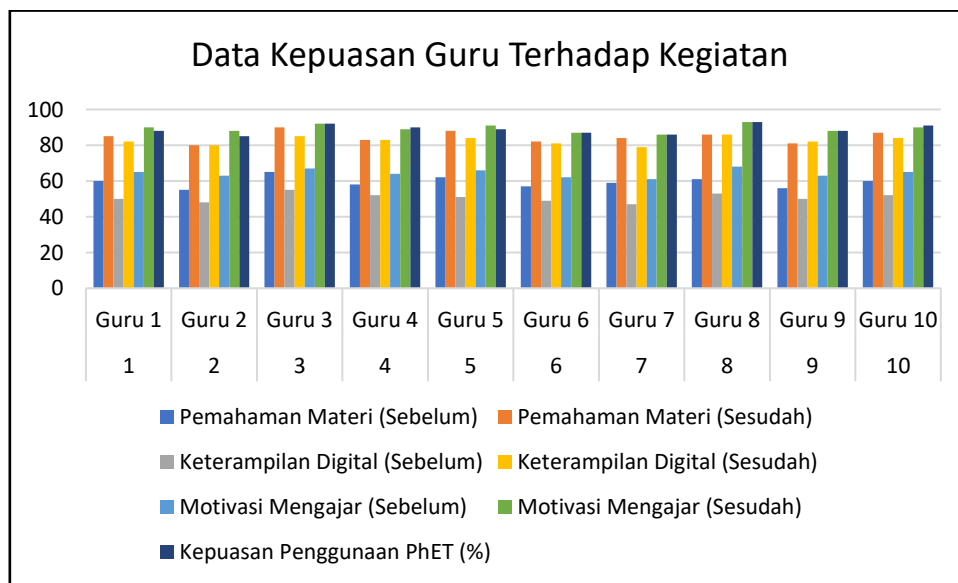
Kegiatan pengabdian kepada masyarakat mengenai Penggunaan Laboratorium Virtual PhET dalam Pengajaran Materi IPA bagi Guru di SMP Swasta Surya Pematangsiantar telah dilaksanakan dengan melibatkan guru-guru IPA sebagai peserta utama. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru dalam memanfaatkan teknologi pembelajaran berbasis laboratorium virtual guna mendukung proses pembelajaran IPA yang lebih interaktif dan efektif. Pelaksanaan kegiatan diawali dengan penyampaian materi mengenai pentingnya integrasi teknologi dalam pembelajaran IPA abad ke-21. Pada sesi ini, peserta diberikan pemahaman tentang konsep laboratorium virtual, manfaat penggunaan simulasi dalam pembelajaran, serta pengenalan platform PhET Interactive Simulations sebagai media pembelajaran yang dapat digunakan secara gratis dan mudah diakses. Selanjutnya, peserta mengikuti sesi demonstrasi penggunaan simulasi PhET pada berbagai materi IPA SMP, seperti gerak dan gaya, energi, listrik, kalor, dan tata surya. Pada tahap ini, guru diperlihatkan cara mengakses simulasi, mengubah parameter percobaan, mengamati fenomena yang terjadi, serta menginterpretasikan hasil simulasi. Peserta kemudian melakukan praktik secara mandiri dengan didampingi oleh tim pengabdian.

Hasil observasi selama pelatihan menunjukkan bahwa sebagian besar peserta mampu mengikuti setiap tahapan penggunaan simulasi dengan baik. Guru terlihat aktif dalam mencoba berbagai fitur yang tersedia pada simulasi dan melakukan diskusi terkait penerapannya dalam pembelajaran di kelas. Antusiasme peserta terlihat dari banyaknya pertanyaan yang diajukan mengenai cara mengintegrasikan simulasi ke dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Evaluasi kegiatan dilakukan melalui pemberian pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta terkait penggunaan Laboratorium Virtual PhET. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan kompetensi guru setelah mengikuti pelatihan.

Tabel 1. Hasil Pre-test dan Post-test Peserta

Indikator	Nilai Rata-rata	Nilai Rata-rata
	Pre-test	Post-test
Pemahaman konsep laboratorium virtual	58,4	87,6
Kemampuan mengoperasikan PhET	54,8	89,2
Kemampuan mengintegrasikan PhET dalam pembelajaran	52,3	85,7
Rata-rata keseluruhan	55,2	87,5

Berdasarkan Tabel 1, terjadi peningkatan rata-rata kompetensi peserta dari 55,2 menjadi 87,5. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pelatihan yang diberikan mampu meningkatkan pemahaman dan keterampilan guru dalam menggunakan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran IPA. Selain itu, hasil angket menunjukkan bahwa 92% peserta menyatakan pelatihan sangat bermanfaat, 88% peserta merasa lebih percaya diri menggunakan teknologi dalam pembelajaran, dan 95% peserta berencana menerapkan simulasi PhET dalam kegiatan belajar mengajar di kelas. Berikut data kepuasan Guru terhadap kegiatan yang dilakukan serta kegiatan Pengabdian bersama Guru di sekolah.



Gambar 1. Data Kepuasan Guru Terhadap Kegiatan



Gambar 2. Kegiatan Pengabdian Masyarakat

PEMBAHASAN

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penggunaan Laboratorium Virtual PhET dapat menjadi solusi efektif dalam meningkatkan kompetensi guru IPA, khususnya dalam pemanfaatan

teknologi pembelajaran. Sebelum pelatihan, sebagian besar peserta hanya mengenal laboratorium virtual secara umum dan belum pernah menggunakan simulasi PhET dalam pembelajaran. Setelah mengikuti pelatihan dan praktik langsung, guru mampu mengoperasikan simulasi secara mandiri serta memahami cara mengintegrasikannya ke dalam proses pembelajaran. Peningkatan kompetensi peserta dapat terjadi karena pendekatan pelatihan yang digunakan menekankan pada praktik langsung (*hands-on training*). Melalui pengalaman langsung menggunakan simulasi, guru dapat memahami fungsi setiap fitur serta melihat hubungan antara konsep teori dengan fenomena yang divisualisasikan dalam simulasi. Pendekatan ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan akan lebih mudah dipahami ketika peserta didik terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran.

Laboratorium Virtual PhET memberikan berbagai keunggulan dibandingkan metode pembelajaran konvensional. Simulasi yang interaktif memungkinkan pengguna melakukan eksperimen berulang kali tanpa risiko kerusakan alat maupun kebutuhan bahan praktikum yang mahal. Guru dapat menampilkan fenomena yang sulit diamati secara langsung, seperti perpindahan energi, interaksi partikel, medan listrik, dan gerak benda dalam berbagai kondisi. Visualisasi tersebut membantu meningkatkan pemahaman konsep serta mengurangi miskonsepsi yang sering terjadi dalam pembelajaran IPA. Temuan ini sejalan dengan penelitian Finkelstein et al. (2005) yang menyatakan bahwa penggunaan simulasi komputer dapat meningkatkan pemahaman konsep sains secara lebih efektif dibandingkan penggunaan alat laboratorium konvensional dalam kondisi tertentu. Demikian pula, penelitian Wieman et al. (2008) menunjukkan bahwa simulasi PhET dirancang untuk mendorong eksplorasi ilmiah dan membantu siswa membangun pemahaman konseptual melalui pengalaman belajar yang interaktif. Dari aspek pedagogis, penggunaan PhET juga mendukung implementasi pembelajaran berbasis inkuiri (*inquiry learning*). Guru dapat merancang aktivitas pembelajaran yang mendorong siswa untuk mengamati, memprediksi, menguji, dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil simulasi. Dengan demikian, pembelajaran tidak lagi berpusat pada guru (*teacher-centered*), tetapi beralih menjadi pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered*).

Selain manfaat tersebut, peserta juga mengidentifikasi beberapa tantangan dalam implementasi laboratorium virtual di sekolah, antara lain keterbatasan perangkat komputer, akses internet yang belum stabil, dan perbedaan kemampuan teknologi antar guru. Namun demikian, kendala tersebut dapat diatasi melalui penyediaan perangkat secara bertahap, penggunaan versi offline PhET, serta pelaksanaan pelatihan lanjutan yang berkelanjutan. Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian ini berhasil meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kepercayaan diri guru dalam memanfaatkan Laboratorium Virtual PhET untuk pembelajaran IPA. Peningkatan kompetensi tersebut diharapkan dapat berdampak pada kualitas pembelajaran di kelas, meningkatkan partisipasi siswa, serta membantu siswa memahami konsep-konsep IPA yang bersifat abstrak melalui pengalaman belajar yang lebih menarik, interaktif, dan kontekstual. Hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa Laboratorium

Virtual PhET merupakan alternatif media pembelajaran yang efektif untuk mendukung transformasi digital pendidikan, terutama pada sekolah yang memiliki keterbatasan sarana laboratorium fisik. Oleh karena itu, penggunaan PhET perlu terus didorong melalui pelatihan berkelanjutan dan integrasi yang lebih luas dalam proses pembelajaran IPA di tingkat SMP.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat tentang Penggunaan Laboratorium Virtual PhET dalam Pengajaran Materi IPA bagi Guru di SMP Swasta Surya Pematangsiantar telah terlaksana dengan baik dan memberikan dampak positif terhadap peningkatan kompetensi guru dalam pemanfaatan teknologi pembelajaran. Melalui kegiatan pelatihan, demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan, guru memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai konsep laboratorium virtual serta keterampilan dalam mengoperasikan dan mengintegrasikan simulasi PhET ke dalam proses pembelajaran IPA. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta dalam menggunakan Laboratorium Virtual PhET sebagai media pembelajaran yang interaktif dan inovatif. Guru mampu memanfaatkan berbagai simulasi untuk menjelaskan konsep-konsep IPA yang bersifat abstrak, menyusun kegiatan praktikum virtual, serta mengembangkan perangkat pembelajaran yang mendukung pembelajaran berbasis teknologi. Selain itu, respons peserta terhadap kegiatan ini sangat positif, yang ditunjukkan oleh tingginya tingkat partisipasi, antusiasme, dan keinginan untuk menerapkan PhET dalam kegiatan belajar mengajar di kelas.

Penggunaan Laboratorium Virtual PhET terbukti menjadi alternatif yang efektif dalam mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium fisik di sekolah. Simulasi yang interaktif dan mudah diakses mampu meningkatkan kualitas pembelajaran IPA, memperkuat pemahaman konsep, serta mendorong penerapan pembelajaran yang lebih berpusat pada siswa. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini berhasil mencapai tujuan yang telah ditetapkan dan memberikan kontribusi nyata dalam mendukung transformasi digital pembelajaran IPA di SMP Swasta Surya Pematangsiantar. Sebagai tindak lanjut, disarankan agar sekolah terus mendorong pemanfaatan Laboratorium Virtual PhET melalui program pelatihan berkelanjutan, pengembangan perangkat pembelajaran berbasis simulasi, serta peningkatan sarana dan prasarana teknologi informasi. Upaya tersebut diharapkan dapat memperluas penerapan pembelajaran digital dan meningkatkan mutu pendidikan IPA secara berkelanjutan.

REFERENSI

- C. Wieman, W. Adams, dan K. Perkins, "PhET: Simulations that enhance learning," *Science*, vol. 322, no. 5902, pp. 682–683, 2008.
- N. D. Finkelstein, W. K. Adams, C. J. Keller, P. B. Kohl, K. K. Perkins, N. S. Podolefsky, dan N. R. Herga, B. Čagan, dan D. Dinevski, "Virtual laboratory in the role of dynamic

- visualisation for better understanding of chemistry in primary school," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, vol. 12, no. 3, pp. 593–608, 2016.
- N. S. Podolefsky, E. B. Moore, and K. K. Perkins, "Implicit Scaffolding in Interactive Simulations: Design Strategies to Support Multiple Educational Goals," *Physical Review Physics Education Research*, vol. 9, no. 2, pp. 1–16, 2013.
- S. B. McKagan, K. K. Perkins, M. Dubson, C. Malley, S. Reid, R. LeMaster, and C. E. Wieman, "Developing and Researching PhET Simulations for Teaching Quantum Mechanics," *American Journal of Physics*, vol. 76, no. 4–5, pp. 406–417, 2008.
- Z. Tatli and A. Ayas, "Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement," *Educational Technology & Society*, vol. 16, no. 1, pp. 159–170, 2013.
- R. LeMaster, "When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment," *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2005.
- Z. Tatli dan A. Ayas, "Effect of a virtual chemistry laboratory on students' achievement," *Educational Technology & Society*, vol. 16, no. 1, pp. 159–170, 2013.