



The Effect of PhET Simulation in the Discovery Learning Model on Junior High School Science Learning Outcomes Compared to the Use of Laboratory Equipment

Windy Safitri¹, Khairil Arif²

^{1,2} Universitas Negeri Padang, Prodi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam

Alamat Korespondensi: khairilarif@fmipa.unp.ac.id

Artikel info

Accepted : June 30th 2026
Approved : July 15th 2026
Published : July 16th 2026

Keywords:

PhET
simulation,
discovery
learning,
laboratory
equipment

ABSTRACT

Interactive learning media can provide different learning experiences, particularly in science topics that require experimentation. This study compares the effectiveness of PhET simulation and laboratory equipment within the Discovery Learning model on students' learning outcomes in Work and Energy. A quasi-experimental design with a Non-Equivalent Control Group Design was used, involving two eighth-grade classes of 32 students each. The experimental class learned using PhET simulation, while the control class used laboratory equipment. Learning outcomes were measured through pretest and posttest and analyzed using an Independent Sample t-Test. The results showed that the experimental class achieved a higher posttest mean score of 84.25 than the control class at 74.44. The t-test result indicated a significant difference between the two groups ($t_{\text{count}}=4.70 > t_{\text{table}}=2.00$). These findings suggest that PhET simulation within Discovery Learning can support higher science learning outcomes than the use of laboratory equipment.

<https://jurnal.uinambon.ac.id/index.php/JTI/index>

How to Cite: Safitri, W., & Arif, K. (2026). The effect of PhET simulation in the discovery learning model on junior high school science learning outcomes compared to the use of laboratory equipment. *Al-Alam: Islamic Natural Science Education Journal*, 5(2) 669-678. DOI: <https://doi.org/10.33477/al-alam.v5i2.16233>

© 2026 Windy Safitri & Khairil arif

PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) menuntut peserta didik untuk memahami konsep melalui proses yang aktif, tidak hanya menerima informasi secara verbal. Kegiatan pembelajaran IPA melibatkan proses pengamatan, eksplorasi, percobaan, serta analisis hubungan antarvariabel yang berperan dalam membantu peserta didik memahami dan membangun konsep berdasarkan pengalaman belajar yang diperoleh. Penelitian Arif et al. (2024) memperlihatkan bahwa kompetensi belajar peserta didik dapat dipengaruhi oleh penerapan pembelajaran yang mengaitkan permasalahan dengan konteks kehidupan nyata. Temuan tersebut memberikan gambaran bahwa rancangan pembelajaran yang mendorong peserta didik memahami permasalahan dan mengembangkan pengetahuannya memiliki peran dalam pencapaian kompetensi belajar, termasuk pada ranah kognitif.

Pembelajaran IPA di sekolah masih menghadapi sejumlah kendala, terutama dalam mendorong keaktifan peserta didik dan mengoptimalkan pemanfaatan media pembelajaran. Kegiatan belajar yang cenderung berpusat pada penyampaian materi membuat peserta didik lebih banyak menerima informasi secara pasif, sehingga kesempatan untuk mengembangkan pemahaman melalui pengalaman belajar secara langsung menjadi terbatas. Syafi'ah & Setiani (2024) menemukan bahwa pembelajaran IPA di tingkat SMP masih cenderung mengarahkan peserta didik pada kegiatan menghafal sehingga keterampilan proses sains kurang terlatih. Aulia et al. (2024) juga menemukan bahwa penggunaan media pembelajaran IPA kelas VIII SMP di Kota Padang masih didominasi LKS dan *PowerPoint* dengan visualisasi terbatas. Kondisi tersebut menjadikan proses pembelajaran kurang mampu menarik minat peserta didik serta menghambat mereka dalam memahami konsep yang disampaikan.

Hasil Penilaian Harian peserta didik kelas VIII SMP Negeri 7 Padang memperlihatkan bahwa capaian pembelajaran IPA masih perlu ditingkatkan. Dari 253 peserta didik, hanya 102 orang (40,32%) yang berhasil memenuhi Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) sebesar 80, sementara 151 peserta didik lainnya belum mencapai batas tersebut. Rata-rata nilai yang diperoleh sebesar 67,27, masih berada di bawah standar yang ditetapkan sekolah. Rendahnya tingkat ketuntasan ini menjadi dasar perlunya penerapan pembelajaran yang tidak hanya memudahkan peserta didik dalam memahami konsep IPA, tetapi juga memberikan ruang bagi mereka untuk berpartisipasi secara aktif selama proses pembelajaran.

Simulasi *Physics Education Technology* (PhET) dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran interaktif yang menunjang proses belajar IPA. PhET memungkinkan peserta didik melakukan eksplorasi konsep melalui lingkungan virtual dengan mengubah variabel, mengamati perubahan, mencoba berbagai kondisi, dan mengulang percobaan sesuai kebutuhan. Keunggulan tersebut memungkinkan peserta didik memperdalam pemahaman melalui pengalaman mengeksplorasi konsep secara mandiri. Fitria et al. (2023) menemukan bahwa penggunaan simulasi PhET pada materi usaha dan energi menghasilkan peningkatan keaktifan dan capaian hasil belajar peserta didik dibandingkan dengan pembelajaran yang menggunakan metode konvensional. Sumarno et al. (2024) juga menunjukkan bahwa penggunaan simulasi PhET pada materi energi

kelas VIII dapat memberikan kontribusi positif terhadap pencapaian hasil belajar peserta didik. Subiki et al. (2022) juga meneliti penggunaan simulasi PhET terhadap hasil belajar peserta didik pada materi Usaha dan Energi. Penelitian tersebut memperlihatkan bahwa penggunaan media simulasi PhET relevan untuk dikaji dalam pembelajaran yang melibatkan pemahaman konsep dan kegiatan eksperimen.

Model *Discovery Learning* mendorong peserta didik untuk mengeksplorasi materi secara terarah melalui kegiatan penemuan konsep. Dalam penerapannya, peserta didik berperan aktif dalam mengembangkan pemahaman dan menyusun pengetahuan berdasarkan pengalaman belajar yang diperoleh. Proses pembelajaran dalam model ini berlangsung melalui enam tahapan, meliputi *stimulation, problem statement, data collection, data processing, verification, dan generalization* (Sekarsari et al., 2021). Tahapan tersebut sesuai dengan karakteristik simulasi PhET karena peserta didik dapat melakukan pengamatan, memanipulasi variabel, memperoleh data, mengolah hasil pengamatan, dan menarik kesimpulan berdasarkan kegiatan yang dilakukan. Sumarno et al. (2024) dan Widyastuti et al. (2024) membuktikan bahwa simulasi PhET dapat diintegrasikan dalam *Discovery Learning* pada pembelajaran energi serta usaha, energi, dan pesawat sederhana di tingkat SMP. Penelitian Sinaga et al. (2023) turut mengkaji penggunaan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET terhadap hasil belajar pada materi tekanan. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi simulasi PhET dalam model pembelajaran berbasis penemuan dapat diterapkan pada berbagai materi IPA.

Penggunaan alat laboratorium juga dapat mendukung proses penemuan konsep dalam *Discovery Learning*, terutama pada tahap *data collection*. Melalui kegiatan praktikum, peserta didik dapat memperoleh pengalaman belajar secara langsung dengan menggunakan peralatan dan mengamati objek yang menjadi bahan pembelajaran. Melakukan pengukuran, mencatat hasil pengamatan, serta memperoleh data berdasarkan percobaan yang dilakukan. Khaerunnisah et al. (2022) menjelaskan bahwa kegiatan praktikum memiliki peranan dalam pembelajaran IPA karena dapat memberikan pengalaman belajar melalui kegiatan ilmiah dan mendukung penguasaan konsep yang disampaikan selama proses pembelajaran. Dengan demikian, penggunaan alat laboratorium memberikan pengalaman eksperimen secara nyata yang dapat digunakan dalam proses pengolahan data, pembuktian, dan penarikan kesimpulan.

Perbandingan antara simulasi PhET dan alat laboratorium menjadi penting karena keduanya sama-sama dapat digunakan dalam *Discovery Learning*, tetapi memberikan pengalaman belajar yang berbeda. Simulasi PhET memungkinkan peserta didik dapat melaksanakan percobaan secara digital dengan mengubah berbagai variabel serta mengamati dampak perubahan tersebut melalui tampilan visual, sedangkan alat laboratorium memberikan pengalaman langsung melalui interaksi dengan alat dan objek nyata. Perbedaan karakteristik tersebut menunjukkan bahwa efektivitas kedua media tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan sifat medianya, tetapi perlu diuji dalam kondisi pembelajaran yang setara. Penelitian Safitri et al. (2026) menunjukkan bahwa pembelajaran materi unsur, senyawa, dan campuran melalui simulasi PhET dan praktikum dengan alat laboratorium nyata memberikan hasil belajar yang berbeda. Perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa capaian belajar peserta didik dapat

bervariasi bergantung pada karakteristik media eksperimen, materi, serta proses pembelajaran yang diterapkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan capaian hasil belajar IPA pada materi Usaha dan Energi antara peserta didik kelas VIII SMP Negeri 7 Padang yang mengikuti pembelajaran berbantuan simulasi PhET dan peserta didik yang melakukan praktikum menggunakan alat laboratorium. Kedua kelompok menerapkan model *Discovery Learning* dengan perlakuan yang dibedakan berdasarkan media pembelajaran, yakni simulasi PhET pada kelas eksperimen dan peralatan laboratorium pada kelas kontrol. Melalui perbandingan tersebut, penelitian ini mengkaji apakah penggunaan kedua media menghasilkan perbedaan yang signifikan terhadap hasil belajar peserta didik.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif melalui metode eksperimen semu (*quasi experiment*) dengan rancangan *Non-Equivalent Control Group Design*. Penelitian melibatkan dua kelas yang memperoleh perlakuan berbeda, yaitu kelas eksperimen yang memanfaatkan simulasi PhET dan kelas kontrol yang menggunakan peralatan laboratorium. Kedua kelas tetap mengikuti pembelajaran dengan model *Discovery Learning*. Pengukuran hasil belajar dilakukan melalui pemberian *pretest* sebelum perlakuan dan *posttest* setelah proses pembelajaran berakhir, sehingga capaian hasil belajar kedua kelompok dapat dibandingkan.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung di SMP Negeri 7 Padang dengan melibatkan peserta didik kelas VIII pada pembelajaran IPA materi Usaha dan Energi. Proses penelitian mencakup delapan pertemuan yang diawali dengan pengukuran kemampuan awal melalui *pretest*. Selanjutnya, masing-masing kelas mengikuti kegiatan pembelajaran sesuai perlakuan yang telah ditetapkan. Pada pertemuan terakhir, *posttest* diberikan untuk mengukur capaian hasil belajar peserta didik setelah mengikuti seluruh rangkaian pembelajaran.

Populasi dan Sampel

Penelitian ini melibatkan 253 peserta didik kelas VIII SMP Negeri 7 Padang sebagai populasi. Penentuan sampel dilakukan melalui teknik *purposive sampling* dengan memperhatikan kesamaan guru pengampu mata pelajaran IPA serta kemampuan akademik awal yang relatif setara berdasarkan nilai penilaian sumatif. Melalui kriteria tersebut, kelas VIII.5 ditetapkan sebagai kelompok eksperimen, sementara kelas VIII.6 menjadi kelompok kontrol. Setiap kelas beranggotakan 32 peserta didik, sehingga keseluruhan sampel yang digunakan berjumlah 64 peserta didik.

Prosedur Penelitian

Proses penelitian dilaksanakan melalui tiga tahapan, yakni persiapan, pelaksanaan, dan penyelesaian. Pada tahap awal, kegiatan difokuskan pada pemilihan kelas sampel, pengembangan perangkat pembelajaran dan instrumen tes, serta pelaksanaan validasi dan uji coba instrumen. Tahap berikutnya diawali dengan pemberian *pretest* kepada kedua kelompok untuk mengukur kemampuan awal peserta didik. Selanjutnya, kelas eksperimen melaksanakan pembelajaran dengan bantuan simulasi PhET, sementara kelas kontrol memanfaatkan peralatan laboratorium. Kedua kelompok tetap menerapkan model *Discovery Learning*, dengan perbedaan media pada tahap *data collection*. Setelah rangkaian pembelajaran berakhir, peserta didik pada kedua kelas mengikuti *posttest* untuk mengukur hasil belajar. Tahap akhir mencakup pengolahan data yang diperoleh serta analisis hasil penelitian.

Instrumen Penelitian

Pengukuran hasil belajar pada ranah kognitif dilakukan menggunakan instrumen tes yang diberikan sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) pembelajaran. Penyusunan soal mengacu pada tujuan pembelajaran serta indikator ketercapaian yang telah ditetapkan untuk materi Usaha dan Energi. Sebanyak 28 butir soal terlebih dahulu diuji cobakan kepada peserta didik yang tidak termasuk dalam sampel penelitian. Kualitas soal kemudian dievaluasi melalui pengujian validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, sebanyak 26 butir soal memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan dalam pengukuran hasil belajar peserta didik.

Teknik Analisis Data

Pengolahan data hasil belajar dilakukan menggunakan analisis statistik deskriptif dan inferensial. Statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Selanjutnya, analisis inferensial mencakup pengujian normalitas dengan metode *Liliefors* dan pengujian homogenitas untuk memastikan terpenuhinya asumsi statistik. Apabila data memenuhi kedua persyaratan tersebut, perbedaan hasil belajar antarkelas diuji menggunakan *Independent Sample t-Test* dengan taraf signifikansi 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil belajar peserta didik diukur melalui pemberian *pretest* dan *posttest* kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pengukuran awal dilakukan untuk menggambarkan kemampuan peserta didik sebelum mengikuti pembelajaran, sedangkan pengukuran akhir bertujuan untuk mengetahui capaian belajar setelah perlakuan diberikan. Hasil pengujian statistik terhadap nilai *pretest* menunjukkan bahwa t_{hitung} sebesar 1,86 berada di bawah t_{tabel} sebesar 2,00. Temuan ini mengindikasikan bahwa kemampuan awal kedua kelompok tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Setelah mengikuti pembelajaran, kelas eksperimen memperoleh rata-rata nilai *posttest* sebesar 84,25, sementara kelas kontrol mencapai 74,44.

Selisih capaian akhir kedua kelompok kemudian diuji untuk menentukan signifikansi perbedaannya. Proses analisis mencakup pemeriksaan distribusi data melalui uji normalitas dan kesamaan varians melalui uji homogenitas, baik pada nilai *pretest* maupun *posttest*. Setelah persyaratan statistik terpenuhi, pengujian hipotesis utama dilakukan terhadap nilai *posttest* menggunakan *Independent Sample t-Test*.

Uji Normalitas

Sebaran nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol dianalisis menggunakan metode *Liliefors* untuk menilai apakah data berdistribusi normal. Pengujian dilakukan pada taraf signifikansi 0,05, sedangkan hasil perhitungannya disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas

Data	Kelas	n	α	L_{maks}	L_{tabel}	Keterangan
<i>Pretest</i>	Eksperimen	32	0,05	0,14	0,159	Normal
<i>Pretest</i>	Kontrol	32	0,05	0,14	0,159	Normal
<i>Posttest</i>	Eksperimen	32	0,05	0,11	0,159	Normal
<i>Posttest</i>	Kontrol	32	0,05	0,10	0,159	Normal

Hasil analisis pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa nilai L_{maks} untuk *pretest* kedua kelas sama, yaitu 0,14. Sementara itu, pada *posttest* diperoleh nilai L_{maks} sebesar 0,11 untuk kelas eksperimen dan 0,10 untuk kelas kontrol. Seluruh hasil perhitungan berada di bawah nilai L_{tabel} sebesar 0,159. Dengan demikian, baik data pengukuran awal maupun akhir dari kedua kelas memenuhi kriteria distribusi normal, sehingga asumsi normalitas yang diperlukan dalam analisis statistik parametrik telah terpenuhi.

Uji Homogenitas

Keseragaman varians nilai *pretest* dan *posttest* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dianalisis melalui uji homogenitas. Analisis ini menggunakan uji F dengan tingkat signifikansi 0,05. Ringkasan hasil perhitungannya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Homogenitas

Data	α	F_{hitung}	F_{tabel}	Kesimpulan
<i>Pretest</i>	0,05	1,04	1,82	Homogen
<i>Posttest</i>	0,05	1,17	1,82	Homogen

Hasil pengujian pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa nilai F_{hitung} untuk *pretest* adalah 1,04, sedangkan pada *posttest* diperoleh 1,17. Kedua hasil perhitungan tersebut berada di bawah nilai F_{tabel} sebesar 1,82. Hal ini menunjukkan bahwa data dari kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki varians yang homogen pada pengukuran awal maupun akhir. Dengan terpenuhinya persyaratan normalitas dan kesamaan varians, analisis perbedaan hasil belajar kedua kelompok dapat dilanjutkan menggunakan *Independent Sample t-Test*.

Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis menggunakan nilai *posttest* sebagai dasar untuk membandingkan capaian hasil belajar kedua kelompok setelah perlakuan. Analisis dilakukan dengan *Independent Sample t-Test* pada tingkat signifikansi 0,05 untuk menentukan apakah penggunaan simulasi PhET dan alat laboratorium dalam model *Discovery Learning* menghasilkan perbedaan yang bermakna secara statistik. Ringkasan hasil analisis disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Hipotesis

Data	t_{hitung}	t_{tabel}	Keterangan	Kesimpulan
<i>Posttest</i>	4,70	2,00	$t_{hitung} > t_{tabel}$, H ₀ ditolak dan H ₁ diterima	Terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan

Hasil analisis pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai t_{hitung} mencapai 4,70, melampaui nilai t_{tabel} sebesar 2,00 pada taraf signifikansi 0,05. Berdasarkan hasil tersebut, H₀ ditolak dan H₁ diterima. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan simulasi PhET dan peralatan laboratorium dalam model *Discovery Learning* pada materi Usaha dan Energi menghasilkan capaian belajar yang berbeda secara signifikan.

Perbedaan capaian belajar kedua kelompok tercermin pada hasil *posttest*, dengan nilai rata-rata kelas eksperimen mencapai 84,25, sementara kelas kontrol memperoleh 74,44. Sebanyak 24 dari 32 peserta didik atau 75% pada kelas eksperimen mencapai KKTP 80, sementara pada kelas kontrol sebanyak 10 dari 32 peserta didik atau 31,25% mencapai KKTP. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peserta didik yang belajar menggunakan simulasi PhET dalam model *Discovery Learning* memperoleh hasil belajar yang lebih baik daripada kelompok yang melakukan praktikum dengan alat laboratorium dalam penelitian ini.

Hasil belajar kelas eksperimen yang lebih tinggi berkaitan dengan kemampuan simulasi PhET dalam menyajikan perubahan variabel secara interaktif dan mudah diamati. Pada pembelajaran Usaha dan Energi, peserta didik dapat memvariasikan besarnya gaya serta melihat pengaruhnya terhadap usaha yang dihasilkan melalui percobaan virtual. Percobaan juga dapat dilakukan kembali dengan kondisi yang berbeda tanpa harus menyiapkan ulang perangkat eksperimen. Kemampuan simulasi tersebut membantu peserta didik menjalani tahapan *data collection*, *data processing*, dan *verification* dalam model *Discovery Learning* melalui kegiatan pengumpulan, pengolahan, dan pembuktian data berdasarkan hubungan antarvariabel yang diamati. Pemanfaatan simulasi PhET dalam pembelajaran fisika juga dibahas oleh Najib et al. (2022) yang mengkaji keterkaitan kegiatan simulasi interaktif dengan pencapaian belajar peserta didik sekolah menengah. Khofifah et al. (2024) melalui penelitian meta-analisis turut membahas pengaruh penggunaan simulasi PhET terhadap pemahaman konsep fisika. Kedua penelitian tersebut memperkuat relevansi media simulasi interaktif dalam mendukung pembelajaran yang membutuhkan pengamatan dan visualisasi konsep.

Penggunaan alat laboratorium pada kelas kontrol tetap memberikan pengalaman eksperimen secara nyata karena peserta didik berinteraksi langsung dengan alat, melakukan pengukuran, dan mengamati fenomena yang terjadi. Pelaksanaan eksperimen

dengan alat nyata memerlukan proses penyiapan alat dan ketelitian dalam pengukuran sehingga proses pengulangan percobaan dapat membutuhkan waktu lebih banyak. Penjelasan tersebut merupakan interpretasi terhadap hasil penelitian karena penelitian ini tidak secara khusus mengukur jumlah percobaan maupun waktu eksperimen pada masing-masing kelas.

Temuan penelitian ini memiliki kesesuaian dengan hasil kajian Sunni & Nurlaeli (2022), yang menemukan bahwa peserta didik memperoleh hasil belajar lebih baik ketika model *Discovery Learning* dipadukan dengan simulasi PhET dibandingkan tanpa bantuan simulasi tersebut. Hasil serupa dilaporkan oleh Tolas et al. (2024), dengan perolehan *N-Gain* sebesar 0,78 pada kelompok pengguna PhET dan 0,51 pada kelompok kontrol. Fitria et al. (2023) serta Sumarno et al. (2024) juga mengemukakan bahwa pemanfaatan PhET berpotensi meningkatkan pencapaian belajar dalam pembelajaran IPA. Sementara itu, Arif et al. (2024) menemukan adanya pengaruh signifikan dari penerapan *Problem Based Learning* berpendekatan kontekstual terhadap kompetensi peserta didik, termasuk kemampuan kognitifnya. Walaupun pendekatan yang diterapkan tidak sama, penelitian tersebut memberikan gambaran bahwa perancangan kegiatan pembelajaran yang sesuai dapat berkontribusi terhadap pencapaian hasil belajar peserta didik.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu terletak pada penggunaan alat laboratorium sebagai pembanding simulasi PhET, bukan pembelajaran konvensional. Kedua kelompok menerapkan model *Discovery Learning* yang sama, sehingga perbedaan perlakuan hanya terdapat pada media eksperimen yang digunakan. Hasil penelitian ini selaras dengan temuan Safitri et al. (2026), yang mengungkapkan bahwa pembelajaran melalui laboratorium virtual berbantuan PhET dan praktikum menggunakan peralatan nyata dapat memberikan hasil belajar yang berbeda, bergantung pada karakteristik materi serta kondisi pembelajaran.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET memberikan capaian belajar IPA yang secara signifikan lebih baik daripada pembelajaran menggunakan peralatan laboratorium pada materi Usaha dan Energi. Temuan ini mengindikasikan bahwa pemilihan media eksperimen dapat memengaruhi hasil belajar peserta didik meskipun proses pembelajaran berlangsung dengan model yang sama. Melalui simulasi PhET, peserta didik dapat mendalami konsep dengan melakukan eksperimen secara virtual, mengamati keterkaitan antarvariabel, dan mencoba kembali berbagai kondisi percobaan. Oleh karena itu, PhET dapat dipertimbangkan sebagai media alternatif untuk menunjang pembelajaran IPA yang menekankan proses penemuan konsep.

Saran

Guru IPA disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan simulasi PhET sebagai media pendukung dalam penerapan model *Discovery Learning*, khususnya pada materi yang membutuhkan visualisasi konsep dan pengamatan hubungan antarvariabel. Penggunaan simulasi PhET juga dapat dipadukan dengan kegiatan praktikum menggunakan alat laboratorium agar peserta didik memperoleh pengalaman belajar secara virtual maupun langsung. Bagi peneliti selanjutnya, penelitian serupa dapat dikembangkan pada materi IPA yang berbeda dengan cakupan sampel lebih luas serta mempertimbangkan aspek keterampilan proses sains untuk memperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai penggunaan kedua media pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, K., Rusma, O. R., Efna, H. N., Sari, D. N., & Jafreli, S. (2024). Impact of Problem-Based Learning Models with a Contextual Approach on the Learning Competence of Students in Junior High School. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(1), 124–132. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i1.5686>
- Aulia, V., Rahmayanti, E., & Hendri, N. (2024). Pengaruh Penggunaan Media Video Pembelajaran terhadap Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran IPA Kelas VIII di SMP. *Jurnal Penelitian, Pendidikan Dan Pengajaran: JPPP*, 5(1), 9–17. <https://doi.org/10.30596/jppp.v5i1.16335>
- Fitria, N., Aziizi, M. K. R., Hardoyo, T., Supriadi, B., Harijanto, A., & Junaidi, M. R. (2023). Penggunaan Phet Simulation untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa SMP Islam Panggul. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 428–438.
- Khaerunnisah, K., Vitasari, M., & Suryani, D. I. (2022). Analisis Pembelajaran IPA Berbasis Praktikum di SMP Negeri se-Kecamatan Pontang Kabupaten Serang. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(2), 346–352. <https://doi.org/10.33369/pendipa.6.2.346-352>
- Khofifah, K., Yuliani, H., & Santiani, S. (2024). Meta-Analysis: The Effect of PhET Simulation Media on Enhancing Conceptual Understanding in Physics Learning. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(3), 532. <https://doi.org/10.20527/jipf.v7i3.9046>
- Najib, M. N. M., Md-Ali, R., & Yaacob, A. (2022). Effects of Phet Interactive Simulation Activities on Secondary School Students' Physics Achievement. *South Asian Journal of Social Science and Humanities*, 3(2), 73–78. <https://doi.org/10.48165/sajssh.2022.3204>
- Safitri, P. A., Ardiansyah, A., & Rahmawaty, R. (2026). Perbedaan Hasil Belajar IPA Siswadengan LaboratoriumVirtual Menggunakan Aplikasi PhET dan Laboratorium Real SMP Negeri 1 Sigi. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 16(1), 723–731.
- Sekarsari, F. D. F. P., Wicaksono, A. G., & Sarafuddin, S. (2021). Analisis Model Pembelajaran Discovery Learning Pada Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar. *Educational Learning and Innovation*, 3(1), 98–116. <https://doi.org/10.46229/elia.v3i1>
- Sinaga, G. H. D., Sitorus, P., & Ndruru, A. J. A. (2023). Pengaruh Discovery Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Tekanan dengan Bantuan Phet Interactive Simulation. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 13(3).
- Subiki, Hamidy, A. N., Istighfarini, E. T., Suharsono, F. Y. H., & Putri, S. F. D. (2022). *Pengaruh Media Pembelajaran PhET Simulation Terhadap Hasil Belajar Siswa SMA Negeri Plus*

Sukowono Materi Usaha dan Energi Tahun Pelajaran 2021/2022. 8(November), 200–204.

- Sumarno, S. M., Hartanto, T. J., & Dinata, P. A. C. (2024). Model Pembelajaran Discovery Learning Berbantuan Phet Simulation untuk Meningkatkan Hasil Belajar Materi Energi. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 15(2), 122–132. <https://doi.org/10.61116/jiim.v1i4.275>
- Sunni, M. A., & Nurlaeli, N. (2022). Penerapan Model Discovery Learning Berbantuan Simulasi PhET terhadap Hasil Belajar Siswa MTs NW Kilang. *Masaliq Jurnal Pendidikan Dan Sains*, 2(3), 454–464. <https://doi.org/10.58578/masaliq.v2i3.545>
- Syafi'ah, R., & Setiani, R. (2024). Efektivitas Perangkat Pembelajaran IPA SMP Berbasis Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(3), 652–659.
- Tolas, M. R., Yusuf, M., & Katili, N. (2024). Pengaruh Media Phet Menggunakan Model Pembelajaran Discovery Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Perubahan Energi dalam Kehidupan. *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 6(2). <https://doi.org/10.59024/bhinneka.v3i1.1133>
- Widyastuti, I., Winarno, N., Emiliannur, E., & Wahyuningsih, Y. (2024). Meningkatkan Minat Belajar Siswa Menggunakan Model Discovery Learning Berbantuan Simulasi PhET pada Topik Usaha, Energi dan Pesawat Sederhana. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 04(01), 65–85. <https://journals.ums.ac.id/index.php/bppp/article/viewFile/19385/7810>