

Penerapan Media Simulasi PheT terhadap Hasil Belajar Kimia Peserta Didik Kelas XI SMAN 5 Bantaeng

Nur Ulfa Dila¹, Army Auliah², Sugiarti²

^{1,2,3}Magister Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Makassar

E-mail: nurulfadila063@gmail.com¹, army.auliah@unm.ac.id², atisittimar@gmail.com³

Article History:

Received: 29 Juni 2026

Revised: 08 Juli 2026

Accepted: 23 Juli 2026

Keywords: Media Simulasi PhET, Virtual Lab, Hasil Belajar, Pembelajaran Kimia, Peserta Didik

Abstract: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan media virtual lab PhET Interactive Simulations terhadap hasil belajar kimia peserta didik kelas XI di SMAN 5 Bantaeng. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan jenis penelitian pre-eksperimen dan desain one group pretest-posttest design. Subjek penelitian terdiri atas 20 peserta didik kelas XI. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui tes, observasi, dan dokumentasi. Data dianalisis menggunakan uji validitas, uji reliabilitas, uji normalitas, uji N-Gain, dan uji hipotesis menggunakan paired sample t-test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata posttest lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata pretest. Hasil uji hipotesis menunjukkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,000 < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Selain itu, hasil uji N-Gain sebesar 0,3645 berada pada kategori sedang. Dengan demikian, penerapan media simulasi PhET berpengaruh terhadap hasil belajar kimia peserta didik dan dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran yang efektif untuk membantu peserta didik memahami konsep-konsep kimia yang abstrak.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi memberikan pengaruh yang besar dalam dunia pendidikan, khususnya dalam proses pembelajaran di sekolah. Teknologi tidak hanya digunakan sebagai sarana komunikasi, tetapi juga dimanfaatkan sebagai media pembelajaran untuk membantu peserta didik memahami materi secara lebih mudah dan menarik. Penggunaan teknologi dalam pembelajaran memungkinkan guru menyajikan materi secara visual, interaktif, dan inovatif sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran perlu diterapkan agar kegiatan belajar mampu meningkatkan pemahaman dan keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung.

Namun, pada kenyataannya pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran kimia masih belum optimal. Pembelajaran kimia sering kali menghadapkan peserta didik pada konsep-konsep abstrak seperti struktur atom, reaksi kimia, dan pergerakan partikel yang sulit dipahami tanpa bantuan visualisasi. Kurangnya penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi secara mendalam. Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya minat belajar dan hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran kimia.

Kimia merupakan salah satu mata pelajaran yang memerlukan pemahaman konsep secara menyeluruh karena materi yang dipelajari saling berkaitan antara satu dengan yang lain. Dalam

proses pembelajaran, peserta didik tidak hanya dituntut memahami teori, tetapi juga mampu menghubungkan konsep dengan fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu membantu peserta didik memvisualisasikan konsep-konsep kimia agar pembelajaran menjadi lebih konkret, menarik, dan mudah dipahami.

Berdasarkan hasil observasi awal di SMAN 5 Bantaeng, karakteristik peserta didik kelas XI cenderung lebih tertarik pada pembelajaran yang melibatkan teknologi, tampilan visual, dan aktivitas interaktif. Peserta didik lebih mudah memahami materi ketika pembelajaran disajikan melalui gambar, animasi, maupun simulasi dibandingkan hanya melalui penjelasan teoritis. Selain itu, peserta didik menunjukkan rasa ingin tahu yang tinggi ketika diberikan kesempatan untuk melakukan eksplorasi secara langsung. Namun, dalam pembelajaran kimia, penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi masih terbatas sehingga peserta didik mengalami kesulitan memahami konsep-konsep abstrak. Kondisi tersebut menyebabkan sebagian peserta didik kurang aktif dalam proses pembelajaran dan hasil belajar kimia yang diperoleh masih belum optimal.

Salah satu media pembelajaran berbasis teknologi yang dapat digunakan dalam pembelajaran kimia adalah media simulasi PhET Interactive Simulations yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder. PhET merupakan media simulasi virtual yang menyediakan berbagai simulasi interaktif dalam bidang sains, termasuk kimia. Melalui simulasi tersebut, peserta didik dapat melakukan percobaan virtual, mengamati proses reaksi, serta memahami konsep-konsep abstrak melalui tampilan animasi dan visualisasi yang menarik. Penggunaan simulasi PhET juga memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar secara mandiri melalui kegiatan eksplorasi dan pengamatan langsung.

Media simulasi PhET memiliki beberapa kelebihan, di antaranya dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran, membantu memvisualisasikan konsep abstrak, dan menciptakan suasana belajar yang lebih menarik. Dengan adanya simulasi virtual, peserta didik dapat melakukan pengamatan dan percobaan secara langsung melalui media digital sehingga pembelajaran menjadi lebih interaktif. Hal tersebut diharapkan dapat membantu peserta didik memahami materi kimia dengan lebih baik sehingga hasil belajar dapat meningkat.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan media simulasi PhET memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar peserta didik. Penelitian yang dilakukan oleh Satriawan (2025) menunjukkan bahwa penggunaan media interaktif berbasis PhET mampu meningkatkan keaktifan dan hasil belajar peserta didik pada materi larutan asam basa. Peserta didik lebih mudah memahami konsep karena pembelajaran disajikan secara visual dan interaktif. Penelitian oleh Warsiki (2023) juga menunjukkan bahwa penerapan PhET berbasis inquiry terbimbing dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar peserta didik pada materi asam basa.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Pardosi & Situmorang (2024) menunjukkan bahwa media laboratorium virtual berbasis PhET efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi asam basa. Penelitian lain oleh Leaongso *et al.* (2022) menyatakan bahwa penggunaan media PhET pada model pembelajaran POE mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi ikatan kimia. Peserta didik lebih mudah memahami konsep yang abstrak karena adanya simulasi dan visualisasi yang interaktif.

Penelitian Fakhriyana *et al.* (2025) juga menunjukkan bahwa peserta didik memberikan respon positif terhadap penggunaan simulasi virtual PhET dalam pembelajaran kimia. Peserta didik merasa pembelajaran menjadi lebih menarik, menyenangkan, dan membantu memahami konsep-konsep kimia yang sulit dipahami. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa media simulasi PhET dapat menjadi salah satu alternatif media pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran kimia dan hasil belajar peserta didik.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat diketahui bahwa penggunaan media simulasi PhET

.....

berpotensi membantu mengatasi permasalahan rendahnya hasil belajar kimia peserta didik. Oleh karena itu, penelitian mengenai penerapan media simulasi PhET terhadap hasil belajar kimia peserta didik kelas XI di SMAN 5 Bantaeng perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan media tersebut dalam proses pembelajaran kimia.

LANDASAN TEORI

1. Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan salah satu komponen penting dalam proses pembelajaran yang digunakan sebagai sarana untuk membantu guru menyampaikan materi kepada peserta didik. Menurut Hasan *et al.* (2021), media pembelajaran adalah segala sesuatu yang digunakan sebagai perantara atau penghubung dari pemberi informasi yaitu guru kepada penerima informasi atau siswa yang bertujuan untuk menstimulus para siswa agar termotivasi serta bisa mengikuti proses pembelajaran secara utuh dan bermakna. Penggunaan media pembelajaran dapat membantu menciptakan suasana belajar yang lebih menarik dan efektif sehingga peserta didik lebih mudah memahami materi yang diajarkan. Selain itu, Pagarra *et al* (2022) menyatakan bahwa Media pembelajaran adalah segala peralatan yang digunakan pendidik sebagai perantara untuk menyampaikan materi pembelajaran sehingga sampai kepada orang yang sedang belajar dengan benar dan efektif.

2. Media Simulasi PhET Interactive Simulations

PhET Interactive Simulations merupakan media simulasi virtual yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder untuk membantu proses pembelajaran sains, termasuk kimia. Media ini menyediakan simulasi interaktif yang memungkinkan peserta didik melakukan percobaan virtual dan mengamati konsep-konsep abstrak secara visual. Qothrunnada *et al.* (2025) menyatakan bahwa PhET Simulation tidak hanya mempermudah pemahaman konsep abstrak, tetapi juga meningkatkan keterlibatan aktif, motivasi, dan kemampuan berpikir kritis siswa.. Selain itu, Adams Sormin *et al.* (2024) menjelaskan bahwa media pembelajaran PhET Simulation sudah terbukti kepraktisannya baik dalam penggunaan media maupun proses pembelajaran.

3. Hasil Belajar

Hasil belajar merupakan perubahan kemampuan yang diperoleh peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran. Menurut Sudjana (2017), hasil belajar adalah kemampuan yang dimiliki peserta didik setelah menerima pengalaman belajar. Hasil belajar tidak hanya mencakup aspek pengetahuan, tetapi juga keterampilan dan sikap peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Dalam penelitian ini, hasil belajar difokuskan pada aspek kognitif yang berkaitan dengan pemahaman peserta didik terhadap materi kimia. Penggunaan media pembelajaran yang tepat dapat membantu meningkatkan pemahaman peserta didik sehingga hasil belajar yang diperoleh menjadi lebih baik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan jenis penelitian pre-eksperimen designs. Desain penelitian yang digunakan adalah *one group pretest-posttest design*. Desain tersebut digunakan karena penelitian bertujuan untuk mengetahui perubahan hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah diberikan perlakuan berupa penggunaan media simulasi PhET Interactive Simulations dalam pembelajaran kimia. Pada desain ini, peserta didik diberikan tes awal (*pretest*) sebelum pembelajaran dan tes akhir (*posttest*) setelah pembelajaran untuk melihat peningkatan hasil belajar yang diperoleh.

Penelitian dilaksanakan di SMAN 5 Bantaeng dengan subjek penelitian yaitu peserta didik

kelas XI. Pemilihan desain *one group pretest-posttest* dilakukan karena penelitian hanya menggunakan satu kelas eksperimen tanpa kelas pembandingan. Melalui penerapan media simulasi PhET, peserta didik dapat melakukan eksplorasi dan pengamatan terhadap konsep-konsep kimia secara virtual sehingga pembelajaran menjadi lebih interaktif dan membantu peserta didik memahami materi yang bersifat abstrak.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi, tes, dan dokumentasi. Observasi dilakukan untuk mengetahui aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Tes digunakan untuk mengukur hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah penerapan media simulasi PhET, sedangkan dokumentasi digunakan untuk memperoleh data pendukung yang berkaitan dengan pelaksanaan penelitian. Data hasil penelitian kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh penggunaan media simulasi PhET terhadap hasil belajar kimia peserta didik.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu uji validitas, uji reliabilitas, uji normalitas, dan uji hipotesis. Analisis data dilakukan menggunakan statistik deskriptif dan statistik inferensial. Statistik deskriptif digunakan untuk mengetahui nilai rata-rata, nilai tertinggi, nilai terendah, dan persentase ketuntasan hasil belajar peserta didik. Selanjutnya, statistik inferensial digunakan untuk menguji hipotesis penelitian melalui uji *paired sample t-test* karena penelitian menggunakan desain *one group pretest-posttest design*. Pengolahan data dilakukan menggunakan bantuan aplikasi SPSS untuk mengetahui pengaruh penerapan media simulasi PhET Interactive Simulations terhadap hasil belajar kimia peserta didik kelas XI di SMAN 5 Bantaeng.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 5 Bantaeng pada peserta didik kelas XI yang berjumlah 20 peserta didik. Penelitian ini merupakan penelitian pra-eksperimental (*Pre-Experimental Design*) dengan menggunakan desain *One-Group Pretest-Posttest Design*. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penerapan media simulasi PhET Interactive Simulations terhadap hasil belajar kimia peserta didik. Pengambilan data dilakukan melalui pemberian *pretest* sebelum perlakuan dan *posttest* setelah pembelajaran menggunakan media simulasi PhET.

Hasil Penggunaan media simulasi PheT dalam meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI SMAN 5 Bantaeng mengungkapkan bahwa media tersebut dapat meningkatkan hasil belajarr siswa. Hal ini ditunjukkan dari perbedaan perolehan nilai pretest dan posttest.

Tabel. 1 Nilai Hasil Belajar Pretest dan Posttest

Data	Pretest	Posttest
Nilai Minimal	25	35
Nilaii Maksimal	90	100
Rata-rata	64	73,75

Berdasarkan Tabel 1, adanya perbedaan rata-rata nilai pretest dan posttest peserta didik kelas XI di SMAN 5 Bantaeng. Rata-rata nilai pretest peserta didik sebesar 64, sedangkan rata-rata nilai posttest sebesar 73,75. Selisih nilai rata-rata antara pretest dan posttest sebesar 9,75. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai posttest peserta didik setelah diberikan perlakuan menggunakan media simulasi PhET Interactive Simulations lebih baik dibandingkan nilai pretest sebelum penggunaan media simulasi PhET dalam pembelajaran kimia.

Selain itu, nilai minimal peserta didik mengalami peningkatan dari 25 pada saat pretest menjadi 35 pada saat posttest. Nilai maksimal peserta didik juga meningkat dari 90 menjadi 100 setelah penerapan media simulasi PhET. Peningkatan hasil belajar tersebut menunjukkan bahwa penggunaan media simulasi PhET membantu peserta didik memahami konsep-konsep kimia yang abstrak melalui tampilan visual dan simulasi interaktif sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan mudah dipahami.

Berdasarkan hasil analisis data, dapat diketahui bahwa media simulasi PhET memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik. Penggunaan simulasi virtual dalam pembelajaran membantu peserta didik lebih aktif dalam proses belajar serta mempermudah guru dalam menyampaikan materi pembelajaran kimia. Dengan demikian, penerapan media simulasi PhET dapat menjadi salah satu alternatif media pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan hasil belajar kimia peserta didik.

Tabel. 2 Hasil Uji Normalitas

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.
Pretest	,917	20	,087
Posttest	,956	20	,469

Berdasarkan Tabel 2, hasil uji normalitas menunjukkan bahwa nilai signifikansi pada data *pretest* sebesar 0,087 dan nilai signifikansi pada data *posttest* sebesar 0,469. Karena kedua nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa data hasil *pretest* dan *posttest* berdistribusi normal. Dengan demikian, data penelitian memenuhi syarat untuk dilakukan pengujian hipotesis menggunakan uji *paired sample t-test*.

Tabel. 3 Hasil Uji N Gain

	N	Minimal	Maksimal	Mean	Std. Deviation
Ngain_Score	20	,08	1,00	,03645	,29076
Ngain_Persen	20	8,33	100,00	36,4519	29,07639

Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis menunjukkan rata-rata nilai N-Gain mencapai 0,3645. Hal ini menandakan terdapat peningkatan hasil belajar siswa setelah menerapkan media virtual lab PhET Simulation yang tergolong dalam kategori sedang. Selain itu, dalam presentase nilai N-Gain mencapai 37% yang memperlihatkan bahwa hasil belajar siswa melalui media virtual lab phet simulation dapat dikategorikan cukup efektif.

Tabel. 4 Uji Hipotesis

		Paired Samples Test					
		Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t df Sig. (2-tailed)
Pair 1	Pretest - Posttest	-9.75000	6.38151	1.42695	-12.73664	-6.76336	-6.833 19 .000

Nilai signifikansi (*Sig. 2-tailed*) yang diperoleh pada uji hipotesis sebesar 0,000 dengan taraf signifikansi 0,05. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 atau $0,000 < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar peserta didik secara signifikan antara sebelum dan sesudah menggunakan media virtual lab PhET Interactive Simulations dalam pembelajaran kimia.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan, hasil belajar peserta didik mengalami peningkatan setelah penerapan media simulasi PhET. Hal tersebut terlihat dari nilai rata-rata *posttest* yang lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata *pretest*. Penggunaan media simulasi PhET dalam proses pembelajaran membantu peserta didik memahami konsep-konsep kimia yang abstrak melalui visualisasi dan simulasi interaktif sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan mudah dipahami. Selain itu, peserta didik menjadi lebih aktif dalam mengikuti pembelajaran karena dapat melakukan eksplorasi dan percobaan virtual secara langsung.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Abdi *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa penggunaan simulasi interaktif dalam pembelajaran sains mampu meningkatkan pemahaman konsep peserta didik secara lebih efektif dibandingkan pembelajaran biasa. Penelitian oleh Rahmadhea (2026) juga menunjukkan bahwa media simulasi virtual membantu peserta didik membangun pemahaman konsep melalui eksplorasi dan interaksi langsung selama proses pembelajaran. Selain itu, penelitian Fitria *et al.* (2023) menjelaskan bahwa Penggunaan media interaktif seperti PHET Simulation mampu memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih menarik dan aplikatif, memotivasi siswa untuk terlibat aktif dalam pembelajaran, dan akhirnya meningkatkan hasil belajar mereka.

Media pembelajaran merupakan salah satu faktor penting dalam menunjang keberhasilan proses pembelajaran di kelas. Penggunaan media pembelajaran yang inovatif dan sesuai dengan karakteristik materi dapat membantu peserta didik lebih mudah memahami materi yang diajarkan. Dalam penelitian ini, media simulasi PhET memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar melalui simulasi virtual yang interaktif sehingga peserta didik tidak hanya menerima materi secara teoritis, tetapi juga dapat mengamati proses kimia secara langsung melalui tampilan animasi dan percobaan virtual. Hal tersebut membuat peserta didik lebih tertarik, aktif, dan tidak mudah merasa bosan selama proses pembelajaran berlangsung.

Keberhasilan penerapan media simulasi PhET terhadap hasil belajar peserta didik dapat dilihat dari peningkatan nilai hasil belajar yang diperoleh setelah perlakuan diberikan. Selain itu, adanya visualisasi dan simulasi interaktif pada PhET membantu peserta didik memahami konsep-konsep kimia yang sulit dipahami melalui pembelajaran biasa. Oleh karena itu, media simulasi PhET dapat menjadi salah satu alternatif media pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan hasil belajar kimia peserta didik di SMAN 5 Bantaeng.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan media virtual lab PhET Interactive Simulations berpengaruh terhadap hasil belajar kimia peserta didik kelas XI di SMAN 5 Bantaeng. Hal tersebut ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata hasil belajar peserta didik setelah penggunaan media simulasi PhET, dimana nilai rata-rata *posttest* lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata *pretest*. Selain itu, hasil uji hipotesis menggunakan *paired sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi (*Sig. 2-tailed*) sebesar $0,000 < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Hasil uji N-Gain juga menunjukkan nilai sebesar 0,3645 dengan kategori sedang, sehingga media simulasi PhET tergolong cukup efektif dalam meningkatkan hasil belajar kimia peserta didik melalui simulasi interaktif yang membuat pembelajaran lebih menarik dan

mudah dipahami.

DAFTAR REFERENSI

- Abdi, M. U., Mustafa, M., & Pada, A. U. T. (2021). Penerapan pendekatan STEM berbasis simulasi PhET untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 5(3), 209-218. <https://doi.org/10.24815/jipi.v5i3.21774>.
- Fakhriyana, A. R., Azzahra, N. F., & Yayuk, E. (2025). Persepsi siswa terhadap pemanfaatan simulasi virtual PhET dalam pembelajaran kimia di SMA Muhammadiyah Sampit. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(4), 88–97. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i04.39324>.
- Fitria, N., Aziizi, M. K. R., Hardoyo, T., Supriadi, B., Harjianto, 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. <https://doi.org/10.37478/optika.v7i2.3394>.
- Hasan, M., Milawati, M., Darodjat, D., Harahap, T. K., Tahrim, T., Anwari, A. M., ... & Indra, I. (2021). *Media Pembelajaran*. Klaten: Tahta Media Group
- Leaongso, S. A., Utubira, Y., & Karepesina, N. G. (2022). Penerapan Model Pembelajaran POE (Predict, Observe, Explain) Berbantuan Media PHET Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Ikatan Kimia Kelas X MAN 1 Ambon. *Molluca Journal of Chemistry Education (MJoCE)*, 12(2), 136-145. <https://doi.org/10.30598/MJoCEvol12iss2pp136-145>.
- Pagarra, H., Syawaluddin, A., & Krismanto, W. (2022). *Media Pembelajaran*. Makassar: Badan Penerbit UNM
- Pardosi, I., & Situmorang, M. (2024). Implementation PhET virtual laboratory-based learning media to increase learning outcomes on teaching of acid-base. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia*, 6(1), 45–53. <https://doi.org/10.24114/jipk.v6i1.57330>.
- Qothrunnada, Q., Pratiwi, H., Suryani, A., & Rochana, F. (2025). The Effectiveness of the Problem-Based Learning Model Assisted by the PhET Simulation in Improving Students' Learning Outcomes. *Indonesian Journal of Educational Innovation*, 1(2), 13-18. <https://doi.org/10.58540/jipsi.v4i3.1087>.
- Rahmadhea, S. (2026). Implementasi Laboratorium Virtual dalam Pembelajaran Sains untuk Meningkatkan Pemahaman Konseptual Peserta Didik. *Journal Sains and Education*, 4(01). <https://doi.org/10.59561/jse.v4i01>.
- Satriawan, J. R. (2025). Pengaruh penggunaan media interaktif berbasis PhET terhadap keaktifan dan hasil belajar kimia pada materi larutan asam basa siswa kelas XI SMA Negeri 1 Nganjuk. *Dharma Pendidikan*, 20(2), 131-145. <https://doi.org/10.69866/dp.v20i2.603>.
- Sormin, E., Sinaga, G. H., & Marbun, J. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Dengan Pendekatanproblem-Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa Dalam Pembelajaran Fisika Sma Melalui Phet Simulation. *Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan (JKIP)*, 5(2), 309-321. <https://doi.org/10.55583/jkip.v5i2.1037>.
- Sudjana, N. (2017). *Penilaian hasil proses belajar mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Warsiki, A. A. P. (2023). PhET interactive simulations berbasis inquiry terbimbing untuk meningkatkan aktifitas dan hasil belajar kimia pada materi asam basa. *Indonesian Journal of Instruction*, 4(2), 133-140. <https://doi.org/10.23887/iji.v4i2.60456>.