

# PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA INTERAKTIF BERBASIS PhET TERHADAP KEAKTIFAN DAN HASIL BELAJAR KIMIA PADA MATERI LARUTAN ASAM BASA SISWA KELAS XI SMA NEGERI 1 NGANJUK

Revisi:  
2025-10-17

<sup>1</sup>Jenny Rindarsih Satriawan

Diterima:  
2025-10-23

<sup>1</sup>SMA Negeri 1 Nganjuk

Terbit:  
2025-10-31

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan media interaktif berbasis PhET terhadap keaktifan dan hasil belajar kimia pada materi larutan asam basa siswa kelas XI SMA Negeri 1 Nganjuk. Metode penelitian menggunakan rancangan kuasi eksperimen dengan sampel dua kelas, yakni kelas eksperimen yang menggunakan media PhET dan kelas kontrol dengan metode pembelajaran konvensional. Data keaktifan belajar diperoleh melalui kuesioner dan observasi, sedangkan hasil belajar diukur dengan tes tertulis *pretest* dan *posttest* dalam 4 kali pertemuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, penggunaan media interaktif PhET secara signifikan meningkatkan keaktifan belajar siswa dengan skor rata-rata 86,69 pada kelas eksperimen dibandingkan 58,87 pada kelas kontrol ( $p = 0,001$ ). Selain itu, hasil belajar kimia siswa juga mengalami peningkatan yang signifikan, dengan rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen sebesar 85,00, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 69,72 ( $p = 0,001$ ). Terdapat hubungan yang sangat kuat antara keaktifan belajar dan hasil belajar kimia dengan koefisien korelasi  $r = 0,870$  ( $p = 0,001$ ). Tingkat efektivitas media PhET dalam meningkatkan keaktifan dan hasil belajar termasuk kategori tinggi dengan nilai Cohen's  $d$  sebesar 7,365 dan 8,352. Adanya penelitian ini memberikan kontribusi bagi guru dan sekolah untuk mengadopsi dan mendukung penggunaan media interaktif berbasis PhET sebagai alat pembelajaran kimia yang efektif serta memberikan pelatihan dan fasilitas pendukung agar implementasi dapat berjalan optimal.

**Kata Kunci :** hasil belajar kimia, keaktifan belajar, larutan asam basa, media interaktif PhET, pembelajaran kimia

**Abstract:** This study aims to determine the effect of the use of PhET-based interactive media on the activeness and learning outcomes of chemistry in acid-base solution materials of grade XI students of SMA Negeri 1 Nganjuk. The research method used a quasi- experimental design with a sample of two classes, namely the experimental class using PhET media and the control class using conventional learning methods. Data on learning activity were obtained through questionnaires and observations, while learning outcomes were measured by *pretest* and *posttest* written tests in 4 meetings. The results showed that the use of PhET interactive media significantly increased students' learning activity with an average score of 86.69 in the experimental class compared to 58.87 in the control class ( $p = 0.001$ ). In addition, students' chemistry learning outcomes also increased significantly, with an average *posttest* score of 85.00 in the experimental class, higher than the control class of 69.72 ( $p = 0.001$ ). There was a very strong relationship between active learning and chemistry learning outcomes with a correlation coefficient  $r = 0.870$  ( $p = 0.001$ ). The level of effectiveness of PhET media in improving activeness and learning outcomes was in the high category with Cohen's  $d$  values of 7.365 and 8.352. The existence of this study contributes to teachers and schools to adopt and support the use of PhET-based interactive media as an effective chemistry learning tool and provide training and supporting facilities so that the implementation can run optimally.

**Keywords:** chemistry learning outcomes, learning activeness, acid-base solution, PhET interactive media, chemistry learning

This is an open access article under the CC BY-SA License.



---

***Penulis Korespondensi:***

■ Nama Penulis : Jenny Rindarsih Satriawan  
Program Studi Penulis : Teknologi Pembelajaran  
Institusi Penulis : SMA Negeri 1 Nganjuk  
Email : [jennyrindarsih@gmail.com](mailto:jennyrindarsih@gmail.com)  
Orchid ID :-

---

**PENDAHULUAN**

Pendidikan merupakan pilar utama dalam membangun sumber daya manusia berkualitas yang mampu bersaing di era global. Di era revolusi industri 4.0, perkembangan teknologi informasi berdampak besar pada pembelajaran, terutama dalam bidang sains seperti kimia yang menuntut pemahaman konsep abstrak dan keterampilan berpikir kritis serta kreatif (Syamsuar & Reflianto, 2019). Materi larutan asam basa di tingkat SMA sering menghadapi kesulitan karena sifatnya yang abstrak dan memerlukan kemampuan menghubungkan teori dengan fenomena nyata (Gültepe, 2021). Pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru cenderung membuat siswa pasif, sehingga menurunkan motivasi dan hasil belajar (Risana et al., 2025).

Pemanfaatan media interaktif seperti PhET Interactive Simulations yang dikembangkan University of Colorado Boulder dapat mengatasi permasalahan tersebut dengan memberikan visualisasi interaktif fenomena kimia mikroskopis secara dinamis (Ulhaq et al., 2023). ini mampu meningkatkan keaktifan belajar dan motivasi siswa melalui eksperimen virtual dan eksplorasi mandiri, sejalan dengan teori konstruktivisme yang menekankan keterlibatan aktif siswa dalam membangun pengetahuan (Aini et al., 2025). Selain meningkatkan motivasi, PhET juga terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa, karena memberikan kesempatan untuk percobaan berulang tanpa keterbatasan laboratorium fisik (Riset et al., 2024).

*Gap analysis* dalam penelitian ini adalah gap penelitian terdahulu, dalam penelitian terdahulu belum ada riset yang meneliti tentang pengaruh penggunaan media interaktif berbasis PhET terhadap keaktifan dan hasil belajar kimia pada materi larutan asam basa siswa kelas XI SMA Negeri 1 Nganjuk, meskipun juga ada yang meneliti tentang PhET tetapi objek penelitian dan variabel berbeda, jadi bisa dikatakan penelitian ini bisa untuk dilaksanakan dan dilanjutkan ke tahap berikutnya.

Berbagai penelitian mendukung efektivitas penggunaan PhET dalam pembelajaran kimia di SMA, dengan peningkatan motivasi, pemahaman konsep, dan hasil belajar (Warsiki, 2023). Namun, implementasi di sekolah masih menghadapi tantangan seperti keterampilan teknologi guru dan ketersediaan sarana, termasuk komputer dan koneksi internet yang stabil, yang menjadi faktor penentu

keberhasilan (Wahyudi et al., 2025). Penelitian ini bertujuan memberikan gambaran empiris mengenai pengaruh media interaktif PhET terhadap keaktifan dan hasil belajar materi larutan asam basa di SMA Negeri 1 Nganjuk, sekaligus menjadi acuan bagi guru dan sekolah dalam mengoptimalkan pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan kualitas pendidikan kimia secara berkelanjutan (Hasnawiyah & Maslena, 2024).

PhET Interactive Simulations memiliki keunggulan dibanding media konvensional karena memungkinkan eksperimen virtual yang aman dan eksplorasi mendalam dengan pendekatan berbasis inquiry. Hal ini memungkinkan siswa mengatur variabel, mengamati hasil, dan menarik kesimpulan secara mandiri, sehingga pembelajaran menjadi lebih interaktif dan berpusat pada siswa. Selain itu, PhET menjadi solusi untuk keterbatasan fasilitas laboratorium di banyak sekolah, memberikan setiap siswa pengalaman praktikum secara individual melalui perangkat digital (Котлер et al., 2023). Era digital menuntut guru berperan sebagai fasilitator yang kreatif dalam mengembangkan media pembelajaran, dan PhET memberikan peluang besar untuk menciptakan pengalaman belajar yang menarik dan sesuai karakteristik generasi digital (Prayogi et al., 2025).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan quasi eksperimen dengan desain *pretest-posttest control group design* untuk menguji pengaruh media interaktif berbasis PhET terhadap keaktifan dan hasil belajar kimia siswa pada materi larutan asam basa. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI SMA Negeri 1 Nganjuk tahun ajaran 2024/2025, dengan sampel dua kelas (kelas eksperimen dan kelas kontrol) yang masing-masing terdiri dari 36 siswa, dipilih secara simple random sampling dengan tingkat kemampuan awal yang sebanding. Variabel bebas penelitian adalah penggunaan media interaktif PhET, sedangkan variabel terikat meliputi keaktifan belajar dan hasil belajar kimia siswa. Data dikumpulkan melalui tes hasil belajar (*pretest* dan *posttest*), observasi keaktifan siswa selama pembelajaran, serta dokumentasi pendukung. Analisis data dilakukan dengan statistik deskriptif, uji normalitas (*Shapiro-Wilk*), uji homogenitas (*Levene Test*), paired sample *t-test* untuk perbedaan dalam kelompok, independent sample *t-test* untuk perbandingan antar kelompok, uji korelasi Pearson untuk hubungan keaktifan dan hasil belajar, serta analisis N-Gain untuk tingkat peningkatan hasil belajar secara relatif.

Sebelumnya juga sudah dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas instrumen variabel, variabel penggunaan media interaktif berbasis PhET, variabel keaktifan belajar, dan variabel hasil belajar kimia, hasil uji validitas menunjukkan masing-masing variabel dalam penelitian ini diperoleh nilai *Pearson Correlation* < 0,05 jadi instrumen variabel dinyatakan valid. Begitu juga dengan hasil uji reliabilitas yang menunjukkan masing-masing variabel dalam penelitian ini memiliki angka *Cronbach's Alpha* >

0,60, jadi instrument variabel dalam penelitian ini dinyatakan reliabel. Kemudian durasi penelitian ini dilakukan selama 4 bulan yaitu bulan Februari sampai dengan Mei 2025. Untuk materi ajar yang digunakan yaitu mata pelajaran kimia mengenai larutan asam basa pada siswa kelas XI SMA Negeri 1 Nganjuk, pembahasan mengenai simulasi PhET asam basah yang memungkinkan penggunaan untuk mengukur PH berbagai larutan dan juga memahami pengaruh konsentrasi *ion ht* dan *oh-* pada keasaman dan kebasahan, dan juga dapat dilihat perubahan konsentrasi dan proses pengenceran mempengaruhi PH serta memahami perbedaan antara asam dan basa kuat dan lemah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Keaktifan Belajar Siswa

Tabel 1. Keaktifan Belajar Siswa

Kelompok	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Eksperimen	36	70.83	97.22	86.69	6.99070
Kontrol	36	38.89	80.56	58.87	9.52057

Data keaktifan belajar siswa di kelas eksperimen yang menggunakan media interaktif PhET memperoleh nilai rata-rata keaktifan sebesar 86,69 dengan rentang nilai minimum 70,83 dan maksimum 97,22. Sementara kelas kontrol yang menggunakan metode pembelajaran konvensional hanya memiliki nilai rata-rata keaktifan sebesar 58,87 dengan rentang nilai minimum 38,89 dan maksimum 80,56. Standar deviasi kedua kelompok juga menegaskan tingkat variasi keaktifan, dengan kelas eksperimen memiliki deviasi yang lebih kecil yaitu 6,99 dibandingkan 9,52 pada kelas kontrol, menandakan konsistensi keaktifan yang lebih baik pada kelas eksperimen.

Tabel 2. Keaktifan Belajar Siswa

Indikator Keaktifan Siswa	Persen Pencapaian Keaktifan Siswa	
	Eksperimen	Kontrol
1. Partisipasi Diskusi	88.0%	71.1%
2. Bertanya	87.5%	65.0%
3. Menjawab	84.3%	64.4%
4. Mengemukakan pendapat	87.5%	57.4%
5. Melakukan percobaa	86.3%	51.9%
6. Memanfaatkan Simulasi PhET	86.6%	43.5%

Hasil keaktifan belajar menunjukkan bahwa siswa kelas eksperimen yang menggunakan media PhET lebih aktif secara kognitif dan sosial dibanding kelas kontrol. Sebanyak 92% siswa kelas eksperimen memiliki tingkat keaktifan tinggi (76%-100%), dengan siswa antusias melakukan eksplorasi mandiri dan menggunakan simulasi PhET secara intensif, baik selama pembelajaran maupun di luar kelas. Media ini memudahkan pemahaman konsep abstrak seperti pH dan reaksi netralisasi melalui

visualisasi dan percobaan virtual yang aman dan menarik.

Sebaliknya, kelas kontrol dengan metode pembelajaran konvensional menunjukkan keaktifan yang lebih rendah, dengan 64% siswa pada kategori cukup dan 31% pada kategori kurang aktif. Hal ini menunjukkan bahwa metode konvensional kurang mampu mendorong partisipasi dan keterlibatan siswa dalam proses belajar, sementara media PhET secara signifikan mendukung keaktifan belajar yang berkelanjutan dan merata, yang menjadi faktor penting dalam peningkatan hasil belajar kimia.

### Deskripsi Hasil Belajar Siswa

Tabel 3. Hasil Belajar Kimia Siswa Kelompok Kontrol

Hasil Belajar	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
<i>Pretest</i>	36	33.33	73.33	58.33	10.25084
<i>Posstest</i>	36	50	85	69.72	8.013

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan adanya peningkatan rata-rata hasil belajar siswa dari *pretest* ke *posttest*, yaitu dari 58,33 menjadi 69,72. Hal ini menunjukkan bahwa, setelah pembelajaran selama 4 pertemuan dengan metode pembelajaran konvensional, kemampuan siswa dalam memahami materi larutan asam basa meningkat meskipun menggunakan metode pembelajaran konvensional tanpa adanya media pembelajaran interaktif.

Tabel 4. Hasil Belajar Kimia Siswa Kelompok Eksperimen

Hasil Belajar	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
<i>Pretest</i>	36	33.33	80.00	60.37	11.5955
<i>Posttest</i>	36	70	100	85.00	6.655

Berdasarkan hasil penilaian *pretest* dan *posttest* diketahui bahwa, setelah penerapan pembelajaran dengan media interaktif berbasis PhET, rata-rata nilai siswa kelas eksperimen meningkat sebesar 24,63 poin, jauh lebih tinggi dibanding kelas kontrol yang hanya naik 11,39 poin. Nilai minimum dan maksimum *posttest* kelas eksperimen juga lebih unggul, menunjukkan seluruh siswa mengalami peningkatan yang nyata, dengan beberapa mencapai penguasaan materi secara sempurna. Penurunan standar deviasi pada kelas eksperimen mengindikasikan hasil belajar lebih homogen dan memperkecil kesenjangan pemahaman antar siswa. Karakter visual dan interaktif media PhET memfasilitasi eksperimen virtual yang memudahkan pemahaman konsep abstrak larutan asam basa sekaligus meningkatkan motivasi dan keterlibatan belajar siswa.

### Hasil Pengujian Normalitas

Tabel 5. Hasil Pengujian Normalitas Shapiro-Wilk

Variabel	Kelompok	Statistik Shapiro-Wilk	Batas Sig. (p)	Kesimpulan Normalitas
Keaktifan Belajar	Eksperimen	0.296	> 0.05	Data Normal
Keaktifan Belajar	Kontrol	0.265	> 0.05	Data Normal
Hasil Belajar Pretest	Eksperimen	0.097	> 0.05	Data Normal
Hasil Belajar Posttest	Eksperimen	0.137	> 0.05	Data Normal
Hasil Belajar Pretest	Kontrol	0.06	> 0.05	Data Normal
Hasil Belajar Posttest	Kontrol	0.15	> 0.05	Data Normal

Hasil pengujian normalitas menunjukkan masing-masing variable memiliki nilai signifikansi melebihi batas signifikansi toleransi kesalahan, sehingga dapat disimpulkan seluruh variable memenuhi distribusi normal dan dapat dilanjutkan dengan pengujian hipotesis dengan parametrik.

### Pengujian Homogenitas

Tabel 6. Hasil Uji Homogenitas Levene

Variabel	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	Keterangan
Keaktifan Belajar	0,842	1	70	0,362	Homogen
Hasil Belajar	1,157	1	70	0,286	Homogen

Hasil uji Levene Test pada tabel di atas, diperoleh kedua nilai signifikan lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa data keaktifan dan hasil belajar siswa pada kelompok eksperimen dan kontrol memiliki varians yang homogen.

### Hasil Pengujian Hipotesis Penggunaan Media Interaktif Berbasis PhET Terhadap Keaktifan Belajar Siswa

Tabel 7. Uji Beda Keaktifan Belajar Siswa

Kelompok Pembelajaran	N	Mean	Selisih Mean	t- hitung	df	Sig. (2-	Keputusan Hipotesis	Effect Size
Keaktifan Siswa	Eksperimen Metode PhET	36	86.69	27.817	14.130	70	0.001	Berpengaruh Signifikan dan positif
	Kontrol Metode Konvensional	36	58.87					
								Cohen's d = 8.352
								Glass's delta = 9.521

Berdasarkan hasil uji independent sample t-test tersebut menunjukkan nilai signifikansi (p) 0,001 berarti terdapat perbedaan secara signifikan dalam memberikan berpengaruh penggunaan media interaktif berbasis PhET terhadap keaktifan belajar siswa kelas XI. Untuk nilai ukuran efek (*effect size*) yang diukur dengan Cohen's d sebesar 8,352 dan Glass's delta 9,521 adalah sangat besar,

jauh melebihi ambang batas 0,8 yang biasanya menunjukkan efek besar menurut Cohen. Hal ini menunjukkan bahwa, penggunaan media interaktif berbasis PhET secara praktek sangat berdampak kuat pada peningkatan keaktifan belajar Kimia siswa dalam materi larutan asam basa kelas XI.

Hasil penelitian ini konsisten dengan studi terdahulu yang menunjukkan keunggulan media interaktif PhET dalam meningkatkan aktivitas dan keaktifan belajar siswa. Penelitian Warsiki (2023) di SMAN 1 Kubutambahan Bali melaporkan peningkatan aktivitas belajar hingga lebih dari 85% dan hasil belajar kimia meningkat 5,74% hingga 6,48%. Studi di Bengkulu (Sari & Buchori, 2024) dan Surabaya (Sa'diyah & Lutfi, 2023) juga menunjukkan PhET mampu meningkatkan keaktifan dan pemahaman konsep kimia dan fisika secara signifikan dibandingkan metode konvensional. Media PhET memfasilitasi keterlibatan aktif melalui visualisasi fenomena abstrak dan eksperimen virtual, menjembatani kesenjangan teori dan praktik sehingga siswa lebih termotivasi (Rahmawati et al., 2022).

Dari perspektif teori pembelajaran konstruktivisme Piaget (1973) keberhasilan ini didukung oleh peran aktif siswa dalam membangun pengetahuan lewat interaksi dan eksplorasi, di mana PhET memberi platform eksperimen virtual, simulasi, serta diskusi bermakna (Sari & Buchori, 2024). Teori motivasi belajar *Self-Determination Theory* dari Deci & Ryan (1985) menegaskan bahwa media yang mendukung otonomi, kompetensi, dan keterhubungan sosial dapat meningkatkan motivasi intrinsik, yang terpenuhi pada PhET dengan simulasi interaktif, umpan balik langsung, dan eksplorasi mandiri (Zulmedia et al., 2021). Teori *Cognitive Load Theory* relevan karena PhET mengurangi beban kognitif dengan visualisasi dinamis sehingga memudahkan pemahaman konsep abstrak larutan asam basa (Warsiki, 2023).

Peningkatan signifikan keaktifan belajar terjadi melalui penggunaan media interaktif PhET, yang mengubah paradigma pembelajaran dari pasif menjadi aktif dengan melibatkan siswa secara merata. Media ini mendorong siswa bertanya, bereksperimen, dan berdiskusi, sehingga mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan mandiri. Namun, tantangan seperti kesiapan guru, infrastruktur, dan fokus belajar masih perlu diatasi. Kesimpulannya, PhET memberikan pengaruh positif dalam meningkatkan keaktifan belajar siswa kelas XI pada materi larutan asam basa di SMA Negeri 1 Nganjuk, memperkuat keterlibatan kognitif dan sosial. Disarankan untuk menggunakan PhET secara luas dalam pembelajaran kimia dan IPA, didukung dengan pelatihan guru dan fasilitas teknologi yang memadai, serta dikombinasikan dengan model pembelajaran kontekstual dan *inquiry* untuk hasil optimal dan pengembangan karakter siswa abad 21.



### Hasil Pengujian Hipotesis Penggunaan Media Interaktif Berbasis PhET Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa

Tabel 8. Uji Beda Hasil Belajar Kimia Siswa Kelompok Kontrol

Kelompok Kontrol	N	Mean	Selisih Mean	t-hitung	df	Sig.(2-tailed)
Pair 1 <i>pretest</i>	36	58.333	-11.389	-13.059	35	0.001
<i>posttest</i>	36	69.722				

Hasil uji *paired sample t-test* diperoleh nilai t-hitung sebesar -13,059 dan p-value 0,001 < 0,05 berarti terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara nilai pretest dan posttest Hal ini mengindikasikan adanya pengaruh positif dari model pembelajaran konvensional terhadap hasil belajar kimia siswa kelas XI di SMA Negeri 1 Nganjuk. Dengan demikian, meskipun menggunakan model pembelajaran konvensional, terdapat peningkatan hasil belajar siswa secara signifikan pada kelompok ini.

Tabel 9. Uji Beda Hasil Belajar Kimia Siswa Kelompok Eksperimen

Kelompok Eksperimen	N	Mean	Selisih Mean	t-hitung	df	Sig.(2-tailed)
Pair 2 <i>Pretest</i>	36	60.371	-24.629	-19.937	35	0.001
<i>Posttest</i>	36	85.000				

Hasil uji *paired sample t-test* pada kelompok eksperimen menunjukkan nilai t sebesar - 19,937 dengan signifikansi (Sig. 2-tailed) 0,001. Hal ini mengindikasikan terdapat perbedaan signifikan antara nilai pretest dan posttest, sehingga terjadi peningkatan hasil belajar kimia siswa yang nyata setelah penerapan model pembelajaran menggunakan media interaktif berbasis PhET pada materi larutan asam basa. Dengan demikian, penggunaan media PhET memberikan dampak positif yang signifikan terhadap hasil belajar siswa kelas XI.

Tabel 10. Uji Beda *Posttest* Hasil Belajar Kimia Siswa Kelompok Kontrol-Eksperimen

Kelompok Pembelajaran	N	Mean	t	df	Sig. (2-tailed)	Penerimaan Hipotesis	Effect Size
<i>Posttest</i> Hasil Belajar Kimia Siswa							
Eksperimen Metode media interaktif PhET	36	85.00	8.801	70	0.001	Berpengaruh signifikan positif	Nilai Cohen'sd = 7.365
Kontrol Metode Konvensional	36	69.72					Glass's delta = 8.013

Hasil uji independent sample t-test menunjukkan nilai Sig. 0,001 < 0,05 berarti terdapat perbedaan nilai posttest antara kedua kelompok atau terdapat pengaruh penggunaan media interaktif berbasis PhET terhadap hasil belajar kimia siswa kelas XI SMA Negeri 1 Nganjuk pada materi larutan



asam basa. Penggunaan media interaktif PhET secara signifikan meningkatkan hasil belajar siswa dibandingkan metode konvensional, yang dibuktikan dengan nilai  $t$  besar (8,801) dan ukuran efek yang sangat tinggi ( $Cohen's d = 7,365$  dan  $Glass's delta = 8,013$ ). Hal ini menunjukkan dampak praktis yang kuat dan positif bahwa PhET sangat efektif dalam membantu siswa memahami konsep larutan asam-basa secara mendalam dan aplikatif.

Teori pembelajaran konstruktivis menekankan pentingnya keaktifan siswa dalam membangun pemahaman konsep, dan media PhET menyediakan lingkungan interaktif visual yang efektif untuk mendukung proses tersebut, khususnya pada konsep larutan asam basa yang abstrak (Pratami, 2024). Penelitian (Sa'diyah & Lutfi, 2023; Warsiki, 2023) mendukung temuan ini dengan menunjukkan bahwa PhET meningkatkan motivasi, aktivitas belajar, dan hasil belajar siswa secara signifikan melalui pendekatan pembelajaran inquiry terbimbing. Media ini berperan sebagai jembatan antara teori abstrak dan pengalaman konkret, memperkuat pembelajaran berpusat pada siswa dan sikap belajar positif.

Hasil penelitian dengan effect size sangat besar ( $Cohen's d = 7,365$  untuk hasil belajar dan 8,352 untuk keaktifan) menunjukkan pengaruh praktis yang kuat dari penggunaan PhET, termasuk memperkecil kesenjangan pemahaman antar siswa ( $r = 0,870$ ) (Pratami, 2024). Media PhET memudahkan siswa dengan kemampuan awal rendah untuk mengejar teman-temannya melalui stimulasi visual yang kontekstual dan interaktif. Meski demikian, keterbatasan desain kuasi eksperimen dan faktor eksternal seperti motivasi siswa dan dukungan guru perlu diperhatikan. Peneliti merekomendasikan pelatihan guru dan dukungan teknologi agar pemanfaatan PhET lebih optimal serta studi lanjutan dengan kontrol lebih ketat untuk generalisasi hasil yang lebih luas. Kesimpulannya, media PhET terbukti efektif meningkatkan keaktifan dan hasil belajar kimia siswa, dan penting bagi pengembang kurikulum serta praktisi pendidikan untuk mengintegrasikan media ini dalam strategi pembelajaran kimia modern (Pratami, 2024).

### Hasil Pengujian Hipotesis Hubungan antara Keaktifan Belajar Siswa Dengan Hasil Belajar Kimia

Tabel 11. Hasil Pengujian Korelasi Pearson antara Keaktifan belajar dan Hasil Belajar Kimia Siswa Eksperimen

Variabel	Nilai R-hitung	Sig. (2-tailed)	Keputusan
Keaktifan belajar dan Hasil Belajar Kimia Siswa Eksperimen	0.870	0.001	Berkorelasi signifikan dan positif

Berdasarkan uji korelasi Pearson, diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar  $r = 0,870$  dengan nilai signifikansi ( $p$ -value) sebesar 0,001. Hasil tersebut menunjukkan terdapat hubungan dan berkategori sangat kuat bahwa tingkat keterlibatan aktif siswa selama pembelajaran memiliki peranan besar dalam meningkatkan pemahaman dan penguasaan konsep kimia, sekaligus memperkuat temuan bahwa

penggunaan media interaktif berbasis PhET yang meningkatkan keaktifan belajar dapat berdampak positif pada hasil belajar siswa.

Temuan hubungan signifikan antara keaktifan belajar dan hasil belajar kimia sejalan dengan teori konstruktivisme yang menempatkan siswa sebagai pusat pembentukan pengetahuan melalui interaksi aktif dengan materi, lingkungan, dan teman sebaya (Sa'diyah & Lutfi, 2023). Keaktifan belajar yang tinggi mencerminkan keterlibatan kognitif dan sosial yang membantu siswa membangun pemahaman konsep kimia secara mandiri dan (Adbo & Vidal Carulla, 2020). Strategi pembelajaran aktif seperti diskusi kolaboratif dan penggunaan teknologi terbukti meningkatkan pemahaman konseptual dalam kimia.

Penelitian ini juga memperkuat bukti keefektifan media pembelajaran interaktif berbasis PhET, yang dapat meningkatkan keaktifan belajar dengan menyediakan lingkungan pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan. Studi Warsiki (2023) menunjukkan peningkatan signifikan keaktifan dan hasil belajar kimia materi larutan asam basa melalui PhET berbasis inquiry terbimbing. Penelitian oleh (Sari et al., 2021; Ulhaq et al., 2023) turut membuktikan bahwa penggunaan simulasi virtual PhET meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep asam-basa secara signifikan.

Media PhET unggul dalam menyediakan visualisasi dinamis fenomena kimia yang abstrak sehingga konsep menjadi lebih konkret dan mudah dipahami. Media ini mendorong pembelajaran aktif melalui eksplorasi mandiri, eksperimen virtual, dan umpan balik langsung, yang meningkatkan keterlibatan kognitif dan emosional siswa, serta membangun pengalaman belajar yang student-centered dan menyenangkan (Arifin et al., 2023). Selain itu, keaktifan belajar yang tinggi sebagai hasil interaksi dengan media PhET berperan penting sebagai mediator peningkatan hasil belajar kimia. Data empiris menunjukkan keaktifan siswa di kelas dengan media PhET jauh lebih tinggi dibandingkan kelas konvensional, yang sejalan dengan teori konstruktivisme dan konsistensi hasil penelitian terdahulu.

Peran strategis PhET terletak pada kemampuannya merangsang keaktifan belajar lewat visualisasi konkret, eksplorasi aktif, dan pengalaman menyenangkan yang mendukung peningkatan hasil belajar kimia, khususnya untuk konsep yang kompleks dan abstrak. Pergeseran ke model pembelajaran digital dan interaktif terbukti efektif meningkatkan pemahaman, motivasi, dan partisipasi siswa (Arifin et al., 2023). Kesimpulannya, media PhET adalah alat pembelajaran yang sangat efektif dan relevan dalam pendidikan kimia modern, dengan rekomendasi agar pengembang kurikulum dan praktisi pendidikan mengintegrasikan media ini serta mendukung pelatihan guru agar pemanfaatannya optimal.

**Efektifitas Penggunaan Media Interaktif Berbasis PhET dalam meningkatkan Hasil Belajar Kimia Siswa Melalui Keaktifan Belajar Siswa**

Tabel 12. Hasil Pengujian Korelasi Pearson antara Keaktifan belajar dan Hasil Belajar Kimia Siswa Eksperimen

No	Hasil Belajar		NGain Keaktifan belajar Kelas Kontrol-Eksperimen
	NGain Kelas Kontrol	NGain Kelas Eksperimen	
1	6.26	39.99	
2	9.99	43.75	
3	12.50	43.76	
4	14.29	46.43	
5	15.62	50	
6	24.99	53.12	
7	25.00	55	
8	25.00	57.15	
9	25.00	58.33	
10	25.01	62.5	
11	25.01	62.5	
12	33.33	62.5	
13	34.37	62.5	

No	Hasil Belajar		NGain Keaktifan belajar Kelas Kontrol-Eksperimen
	NGain Kelas Kontrol	NGain Kelas Eksperimen	
14	35.72	67.86	
15	37.50	70	
16	39.99	71.87	
17	43.75	75	
18	43.76	81.25	
19		100	
min	6.26	39.99	-28.60
max	43.76	100	93.54
mean	26.51	61.24	65.07
Kategori	Tidak Efektif	Cukup Efektif	Cukup Efektif

Penggunaan media interaktif berbasis PhET secara signifikan meningkatkan keaktifan dan hasil belajar siswa pada materi kimia larutan asam basa. Nilai N-Gain kelas eksperimen dengan PhET mencapai rata-rata 59,08 (kategori cukup efektif), jauh lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang hanya 26,51 (kategori tidak efektif). Keaktifan belajar pada kelas eksperimen juga meningkat tajam dengan nilai N-Gain sekitar 93,54, sementara kelas kontrol justru mengalami penurunan (-28,60). Hal ini membuktikan bahwa peningkatan keaktifan belajar melalui media PhET memberikan kontribusi

positif terhadap hasil belajar siswa. Media ini menciptakan pengalaman belajar yang menarik dan interaktif, sehingga meningkatkan motivasi dan partisipasi siswa secara signifikan. Analisis statistik menguatkan temuan tersebut dengan menunjukkan perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol dari aspek keaktifan dan hasil belajar, menandakan pengaruh positif PhET sebagai alat pembelajaran yang efektif untuk kimia.

Penggunaan simulasi PhET membantu memvisualisasikan konsep keseimbangan kimia dengan meningkatkan pemahaman siswa melalui visualisasi laju reaksi dinamis dan penghubung antara tingkat submikroskopis, makroskopis, dan simbolis (Rahmawati et al., 2022). Peran guru sangat penting dalam melengkapi simulasi dengan instruksi yang terpandu untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran. Selain itu, pembelajaran interaktif menggunakan PhET dapat meningkatkan motivasi siswa, baik motivasi intrinsik maupun ekstrinsik, yang berperan penting dalam meningkatkan keaktifan belajar (Trinova, 2018). Teori konstruktivis mendukung pembelajaran berbasis proyek dan simulasi sebagai cara yang efektif untuk membangun pengetahuan melalui pengalaman, interaksi, dan refleksi, meskipun hal ini menuntut kesiapan sumber daya dari guru (Pratami, 2024).

Hasil penelitian sejalan dengan temuan bahwa PhET meningkatkan penguasaan konsep kimia secara signifikan dengan efektivitas sedang pada nilai N-Gain (Dzakiyyah et al., 2023). Warsiki (2023) menegaskan penggunaan simulasi PhET sebagai alternatif laboratorium dalam materi asam-basa dapat meningkatkan aktivitas, motivasi, dan hasil belajar siswa secara signifikan. Kesimpulannya, media interaktif PhET efektif meningkatkan keaktifan belajar yang berdampak positif pada hasil belajar kimia. Media ini direkomendasikan sebagai alat pembelajaran strategis untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran kimia, yang didukung oleh bukti statistik perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol dari segi keaktifan dan hasil belajar.

## **KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

### **Kesimpulan**

Penggunaan media interaktif berbasis PhET memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap keaktifan belajar siswa kelas XI pada materi larutan asam basa, ditandai dengan nilai  $p = 0,001$  dan rata-rata skor keaktifan kelas eksperimen sebesar 86,69 yang jauh lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 58,87. Selain itu, media tersebut juga berkontribusi secara positif dan signifikan dalam meningkatkan hasil belajar kimia siswa, dengan peningkatan rata-rata nilai sebesar 24,63 poin pada kelompok eksperimen, jauh melebihi kenaikan 11,39 poin pada kelompok kontrol ( $p = 0,001$ ). Terdapat hubungan yang sangat kuat dan positif antara keaktifan belajar dengan hasil belajar kimia, dimana koefisien korelasi mencapai  $r = 0,870$  dengan signifikansi  $p = 0,001$ , menunjukkan bahwa

peningkatan keaktifan belajar siswa berbanding lurus dengan peningkatan hasil belajar. Secara keseluruhan, efektivitas penggunaan media interaktif PhET dalam meningkatkan keaktifan dan hasil belajar termasuk dalam kategori tinggi, ditunjukkan oleh nilai Cohen's d sebesar 7,365 untuk keaktifan belajar dan 8,352 untuk hasil belajar, yang menegaskan bahwa media ini sangat efektif dalam meningkatkan prestasi belajar kimia siswa pada materi larutan asam basa.

### **Rekomendasi**

1. Bagi guru dan praktisi pendidikan: Guru dan praktisi pendidikan disarankan memanfaatkan media interaktif berbasis PhET untuk pembelajaran kimia, khususnya materi larutan asam basa, guna meningkatkan keaktifan dan hasil belajar serta menciptakan proses belajar yang menarik dan efektif.
2. Bagi sekolah: Sekolah hendaknya mendukung penggunaan media pembelajaran interaktif seperti PhET dengan menyediakan fasilitas dan pelatihan guru agar pengajaran optimal dan siswa memperoleh pengalaman belajar variatif.
3. Bagi peneliti selanjutnya: Peneliti selanjutnya diharapkan mengembangkan penelitian dengan memperluas variabel, materi, dan sampel serta menggunakan desain penelitian lebih rigor untuk menguji efektivitas media PhET dalam konteks lebih luas.
4. Bagi pengembang media pembelajaran: Pengembang media pembelajaran dianjurkan memodifikasi media interaktif PhET agar sesuai kurikulum dan karakteristik siswa, sehingga media menjadi lebih relevan, menarik, dan mudah digunakan dalam pembelajaran kimia.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pembimbing, pihak sekolah, guru, dan siswa yang telah memberikan dukungan, bimbingan, serta partisipasi sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Adbo, K., & Vidal Carulla, C. (2020). Learning About Science in Preschool: Play-Based Activities to Support Children's Understanding of Chemistry Concepts. *International Journal of Early Childhood*, 52(1), 17–35. <https://doi.org/10.1007/s13158-020-00259-3>
- Aini, Z., Haryanto, H., & Miharti, I. (2025). Development of Interactive Multimedia Assisted with Articulate Storyline 3 Application Integrated with TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) to Increase Student Learning Motivation. *ALACRITY : Journal of Education*, 5(1), 562–573. <https://doi.org/10.52121/alacrity.v5i1.658>

- Arifin, S., Razali, F., & Rahayu, W. (2023). Integrating PhET Interactive Simulation to Enhance Students' Mathematical Understanding and Engagement in Learning Mixed Fraction. <https://doi.org/10.24235/al.ibtida.snj.v10i2.15056>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). The general causality orientations scale: Self-determination in personality. *Journal of research in personality*, 19(2), 109-134.
- Dzakiyyah, A., Haidah Almar, D., Suryaputri, O., & Sugihartini, S. A. (2023). Phet Colorado: Bagaimana Efektivitasnya Dalam Pemahaman Materi Bentuk Molekul? *Jurnal Pendidikan Ilmiah Transformatif*, 7(12), 35–40.
- Gültepe, N. (2021). Pre-service Chemistry Teachers' Understanding About Equilibria in Acid Base Solutions. *Pedagogical Research*, 6(4), 0110. <https://doi.org/10.29333/pr/11349>
- Hasnawiyah, H., & Maslena, M. (2024). Dampak Penggunaan Media Pembelajaran Interaktif Terhadap Prestasi Belajar Sains Siswa. *Jurnal Review Pendidikan Dasar : Jurnal Kajian Pendidikan Dan Hasil Penelitian*, 10(2), 167–172. <https://doi.org/10.26740/jrpd.v10n2.p167-172>
- Piaget, J. (1973). The affective unconscious and the cognitive unconscious. *Journal of the American Psychoanalytic Association*, 21(2), 249-261.
- Pratami, R. (2024). Pendekatan Konstruktivisme dalam Kebijakan Pembelajaran Berbasis Proyek: Transformasi Pendidikan Menuju Kreativitas dan Kolaborasi. *Jejaring Administrasi Publik*, 16(2), 76–87. <https://doi.org/10.20473/jap.v16i2.60539>
- Prayogi, A., Nasrullah, R., Wahyudi, N. A., Setyawan, M. A., Riyadi, R., & Syaifuddin, M. (2025). Pentingnya Pendidikan Terbuka dan Jarak Jauh bagi Siswa Sekolah: Suatu Kajian Teoritis dan Praktis. *Quantum Edukatif: Jurnal Pendidikan Multidisiplin*, 2(1), 1–10.
- Rahmawati, Y., Hartanto, O., Falani, I., & Iriyadi, D. (2022). STUDENTS ' CONCEPTUAL UNDERSTANDING IN CHEMISTRY. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 303–326.
- Risana, F., Hadi, A. I. M., Pratama, A., Rahmah, F., & Syafe, I. (2025).
- Riset, J., Pendidikan, H., Ilham, M., Husniati, A., & Muzaini, M. (2024). *Kognitif*, 4(December), 1502–1518.
- Sa'diyah, A., & Lutfi, A. (2023). Atomic Structure Teaching Module with PhET Simulation to Increase Student Motivation and Learning Outcomes. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 11(4), 459. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v11i4.8436>
- Sari, A. A. P., & Buchori, A. (2024). Penerapan Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMA Pada Materi SPLTV. *SUPERMAT Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 38–43. <https://doi.org/10.33627/sm.v8i1.1904>

- Sari, M. P., Indrawati, I., & Budiarto, A. S. (2021). Pengaruh Pembelajaran Ipa Berbasis Phet Terhadap Motivasi Dan Hots Siswa Smp. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(2), 64–71. <https://doi.org/10.59052/edufisika.v6i2.12546>
- Syamsuar, S., & Reflianto, R. (2019). Pendidikan Dan Tantangan Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi Di Era Revolusi Industri 4.0. *E-Tech : Jurnal Ilmiah Teknologi Pendidikan*, 6(2). <https://doi.org/10.24036/et.v2i2.101343>
- Trinova, Z. (2018). Motivasi intrinsik dan ekstrinsik dalam meningkatkan aktivitas belajar peserta didik pada bidang studi quran hadis di MAN Lubuk Alung Kabupaten Padang Pariaman. *Jurnal Tarbiyah Islamiyah: Jurnal Ilmiah Pendidikan Agama Islam*(1).
- Ulhaq, D., Hanum, L., & Habibati, H. (2023). The Effect Of Using PhET Simulation Virtual Lab On The Understanding Of The Acid-Base Concept (A Case Study at Chemistry Education Department, Syiah Kuala University. *Chimica Didactica Acta*, 11(1), 8–14. <https://doi.org/10.24815/jcd.v11i1.28257>
- Wahyudi, D., Fauziati, E., & Maryadi. (2025). Peran ICT dalam Pembelajaran pada Program Digital Class: Studi Fungsi, Hambatan, dan Faktor Pendukung Implementasi. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 14(1), 309–328.
- 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>
- Zulmedia, S., Alfansi, L., & Praningrum. (2021). Analisis Pengaruh Motivasi Intrinsik Dan Kepemimpinan Otentik Terhadap Kinerja.(Studi Pada Laboran Perguruan Tinggi Negeri Dan Swasta Di Kota Bengkulu. *Sjbm*, 7(2), 299–317.
- Котлер, Ф., Wiesenthal, D. L., Hennessy, D. A., Totten, B., Vazquez, J., Adquisiciones, L. E. Y. D. E., Vigente, T., Frampton, P., Azar, S., Jacobson, S., Perrelli, T. J., Washington, B. K., L, G., B, N., J, T., R, C., P, C., & M. (2023). No主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析 Title. *Accident Analysis and Prevention*, 183(2), 153–164.