

Pengaruh Penggunaan Simulasi Virtual Laboratorium PhET (*Physics Education Technology*) Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Geometri Molekul di MAN 1 Bitung

Puja Ika Abrianingsih Ritonga, Dokri Gumolung*

Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Manado, Minahasa, 95618, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 09 Juli 2021

Disetujui 20 Desember 2021

Key word:

Virtual Laboratory

Simulation

PhET

Learning outcomes

Molecular Geometry

Kata kunci:

Simulasi Virtual

Laboratorium

PhET

Hasil Belajar

Geometri Molekul

ABSTRACT

This research to see the side-effect of using virtual simulation media PhET (Physics Education Technology) laboratory on student learning towards in molecular geometry at MAN 1 Bitung. PhET is a form of virtual laboratory simulation with observation or experimental activities using software conducted by a computer or mobile phone. This research was a Pretest-Posttest Control Group design with a 10th grade Mathematics and Natural Sciences students which is divided two groups they are, the control group and experimental group of 15 students each. The tests carried out to prove the hypothesis were carried out by t-test with the results of $t_{table} = 2.04$ and the value of $t_{count} = 2.59$. In this case $t_{count} > t_{table}$ then, H_1 accepted i.e. the average value of the experimental group learning result, more higher than the control group. The results showed that, the PhET virtual laboratory simulation has a side-effect to students learning results. to measuring how much the side-effect is that, the result of simple with the results of the regression equation is regression had also won three other that is $Y = 0.6542x + 27.26$ that indicates who had a positive effect with a correlation as 0.72 correlation in the rate of the strong relationship and value of the coefficient of determination as much as 0,521 or Influential as much as 52,1%.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melihat besar pengaruh penggunaan media simulasi virtual laboratorium PhET (*Physics Education Technology*) terhadap hasil belajar siswa pada materi geometri molekul di MAN 1 Bitung. PhET adalah salah satu bentuk simulasi virtual laboratorium dengan kegiatan pengamatan atau eksperimen yang menggunakan *software* yang dijalankan oleh komputer ataupun *handphone*. Desain penelitian yang digunakan adalah *Pretest-Posttest Control Group design* dengan sampel siswa kelas X MIPA yang dibagi menjadi 2 kelompok yaitu, kelompok kontrol dan kelompok eksperimen yang berjumlah masing-masing 15 siswa. Pengujian yang dilakukan untuk membuktikan hipotesis dilakukan uji-t dengan hasil $t_{table} = 2.04$ dan nilai $t_{hitung} = 2.59$. Dalam hal ini $t_{hitung} > t_{table}$ maka H_1 diterima yaitu nilai rata-rata hasil belajar kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol yang menunjukkan bahwa simulasi virtual laboratorium PhET berpengaruh terhadap hasil belajar siswa. Untuk mengukur seberapa besar pengaruhnya, dilakukan uji regresi sederhana dengan hasil persamaan regresi yang didapatkan yaitu $Y = 0.6542x + 27.26$ yang menunjukkan pengaruh positif dengan korelasi sebesar 0.72 dalam tingkat hubungan kuat dan nilai koefisien determinasi sebesar 0,521 atau berpengaruh sebesar 52.1%.

*e-mail:

Pujaritonga0@gmail.com

*Telp: 08991546174

Pendahuluan

Pandemi *covid-19* yang terjadi sejak Desember 2019 dan berkembang di Indonesia

pada Maret 2020 berdampak terhadap sistem pendidikan, khususnya pada pembelajaran kimia yang harus berlangsung secara daring

(dalam jaringan). Kimia merupakan mata pelajaran yang dipandang rumit karena mengharuskan siswa untuk mentransfer antara tingkat makroskopis yang dapat dilihat dengan mata, tingkat mikroskopis dimana tidak terlihat/abstrak yang berhubungan dengan atom, elektron serta molekul, dan tingkat simbolis di mana berhubungan Dengan persamaan kimia dan rumus-rumus [1]. Sifat kimia yang abstrak membuat siswa mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan materi yang pelajari terutama pada keadaan pembelajaran yang harus berlangsung secara daring [2]. Salah satu materi kimia yang cukup sulit dan memerlukan kemampuan visualisasi yang baik dari siswa adalah geometri molekul [3], di mana untuk mempelajarinya, “siswa harus memahami beberapa konsep yang mendasarinya dengan baik seperti konfigurasi elektron, elektron valensi, struktur Lewis, kestabilan molekul dan pasangan elektron” [4]. Dalam hal ini dibutuhkan kemampuan visualisasi (daya bayang) yang baik dari siswa dan hal itu harus didukung dengan penggunaan media untuk mempresentasikan konsep [5].

Pada proses pembelajaran normal, eksperimen di laboratorium kimia dianggap sebagai sarana di mana visualisasi siswa terhadap konsep kimia yang abstrak dapat ditingkatkan. Visualisasi mendukung siswa untuk membuat representasi mental mereka sendiri dalam pembelajaran kimia dan memungkinkan retensi jangka panjang dari konsep yang dipelajari [6]. Namun terdapat beberapa masalah terkait dengan ketersediaan dan penggunaan laboratorium kimia di sekolah, yaitu bahaya dalam penanganan bahan kimia, kepadatan siswa, dan sedikit waktu yang dialokasikan untuk eksperimen dalam silabus [7]. Bahkan terlepas dari masalah tersebut eksperimen di laboratorium kimia sekolah tidak dapat dilakukan karena pembelajaran yang harus berlangsung secara daring.

Sebagai alternatif dari masalah eksperimen di laboratorium dan proses pembelajaran kimia yang harus berlangsung secara daring, simulasi virtual laboratorium PhET menyediakan *platform* di mana pemahaman siswa pada pembelajaran kimia dapat ditingkatkan melalui penggunaan simulasi, ilustrasi, dan

demonstrasi dalam format multimedia 2D dan 3D [8]. Simulasi virtual laboratorium PhET menggunakan perangkat lunak untuk mereproduksi dan meniru proses fisik dari kimia nyata yang diselidiki di laboratorium tradisional, seperti atom, elektron, ikatan, ion dan molekul dengan menggunakan komputer ataupun *handphone* yang cukup mudah untuk diakses oleh siswa secara mandiri dengan mengakses *link* <http://phet.colorado.edu/in> di mana dalam penggunaannya dapat dibimbing oleh guru selama proses pembelajaran [7]. Dalam hal ini simulasi virtual laboratorium PhET memiliki manfaat yaitu, sebagai media untuk membantu menjelaskan teori abstrak pada pembelajaran kimia, media untuk melakukan eksperimen secara virtual karena tidak bisa dilakukan di laboratorium sesungguhnya, membantu siswa untuk menghubungkan teori dengan sebab-akibatnya [9], dan memberikan para siswa alat interaktif, perancah secara implisit untuk menjelajahi konsep sains melalui siklus penyelidikan cepat dalam lingkungan dengan risiko rendah [10]. Hal ini telah dibuktikan oleh Atmawinaldi et al., dengan judul penelitian “Pengaruh Media *Physic Educational Tecnology* (PhET) Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Bentuk Molekul”, bahwa “Pembelajaran dengan media Simulasi *Physic Educational Tecnology* (PhET) memberikan pengaruh dengan nilai *Effect Size* sebesar 2,45 yang tergolong tinggi terhadap hasil belajar siswa pada materi bentuk molekul” [4]. Selain itu media PhET dapat digunakan pada materi struktur atom dan terbukti berhasil meningkatkan nilai (hasil belajar) siswa [11], penggunaan PhET juga berpengaruh terhadap pemahaman konsep siswa pada pembelajaran kimia [12], Selain itu terdapat implikasi positif terhadap sikap siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan simulasi virtual laboratorium PhET [7], serta penerapan simulasi virtual laboratorium PhET sebagai media pada pembelajaran daring memberikan pengaruh terhadap hasil belajar siswa [13].

Biarpun simulasi virtual laboratorium PhET juga memiliki beberapa kekurangan dan keterbatasan yaitu, tidak ada manipulasi fisik variabel dan tidak ada kesalahan pengukuran yang mungkin membuat konsep ilmiah dapat hilang jika tidak dibimbing dengan baik [14].

Berdasarkan wawancara dan pengamatan yang peneliti lakukan di MAN 1 Bitung, sekolah ini belum memiliki laboratorium kimia karena masih dalam tahap pembangunan ulang namun sekolah ini memiliki keunggulan dalam hal pemanfaatan multimedia yang cukup baik. Menurut guru mata pelajaran kimia, telah digunakan berbagai metode dalam pembelajaran guna meningkatkan hasil belajar siswa seperti metode diskusi sampai penggunaan video animasi namun belum mencapai hasil yang optimal, serta simulasi virtual laboratororium PhET belum pernah diterapkan pada proses pembelajaran kimia.

Maka mengetahui besar pengaruh dari penggunaan simulasi virtual laboratorium PhET (*Physics Eeducation Technology*) terhadap hasil belajar siswa pada materi geometri molekul di MAN 1 Bitung merupakan tujuan dari penelitian ini.

Metode

Jenis Penelitian yang digunakan adalah *true experiment*. Populasi penelitian yaitu seluruh siswa MAN 1 Bitung, dan sebagai sampel yaitu kelas 10 MIPA yang dibagi menjadi dua kelompok (kelas), dengan desain penelitian "*Pretest-Posttest Control Group Design*" yang menggunakan instrumen yaitu soal pilihan ganda dan angket yang telah valid dan reliabel. Dilakukan uji t (data harus normal dan homogen) untuk menguji perbedaan nilai rata-rata dua kelompok guna membuktikan apakah terdapat pengaruh dengan digunakannya media PhET pada pembelajaran terhadap nilai (hasil belajar) siswa, sedangkan untuk mengukur dan melihat bagaimana pengaruhnya dilakukan uji regresi linear sederhana dan korelasi [15].

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

1. Uji instrumen

a. Uji Validitas

Pengujian validitas dilakukan dengan uji korelasi *product moment* menggunakan *microsoft excel* dengan mengkorelasikan jumlah skor soal dengan skor total.

➤ Instrumen Soal

Instrumen soal tes diujicobakan di kelas XII MIPA MAN 1 Bitung di mana $n = 22$,

maka didapatkan $r_{tabel} = 0.423$. Hasil korelasi tiap soal yang nilainya lebih dari 0.423 dinyatakan valid. Dari 15 soal didapatkan 9 item valid dan 6 item tidak valid.

➤ Instrumen Angket

Instrumen angket diujicobakan pada 15 responden, maka didapatkan $r_{tabel} = 0.514$. Korelasi tiap soal yang nilainya lebih dari 0.514 dinyatakan valid, dari 20 soal (pernyataan) terdapat 17 pernyataan valid dan 3 tidak valid.

b. Uji Reliabilitas

Pengujian reliabilitas dilakukan pada instrumen soal tes dan angket dengan teknik *split half* dan dianalisis menggunakan rumus Spearman Brown, soal dikatakan reliabel bila koefisien reliabilitas $r_i > r_{tabel}$. Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh, kedua instrumen yaitu soal tes dan angket dinyatakan reliabel.

2. Uji Prasyarat

a. Uji Normalitas

Pengujian dilakukan menggunakan uji *chi square* menggunakan *microsoft excel*, dengan kriteria Jika $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ maka data tersebut dinyatakan normal dan hasilnya terdapat pada [tabel 1](#).

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas Data

Variabel	χ^2_{hitung}	χ^2_{tabel}	Keterangan
Pre-test kontrol	8.62	11.07	Normal
Pre-test eksperimen	10.75	11.07	Normal
Post-test kontrol	10.75	11.07	Normal
Post-test eksperimen	9.55	11.07	Normal
Angket eksperimen	7.89	11.07	Normal

b. Uji Homogenitas

Pengujian homogenitas dilakukan dengan uji F. Berdasarkan perhitungan, harga $F_{hitung} < F_{tabel}$ yang berarti sampel homogen dengan hasil pada [tabel 2](#).

Tabel 2. Hasil Uji Homogenitas

Variabel	F_{hitung}	F_{tabel}	Keterangan
Pretest kelas eksperimen dan kelas kontrol	1.25	2.48	Homogen
Posttest kelas eksperimen dan kelas kontrol	2.08	2.48	Homogen

3. Hasil Analisis Data

a. Data Tanggapan Peserta Didik

17 pernyataan pada angket dibagikan untuk kelas eksperimen dengan 15 siswa dan dihitung persentase perolehan nilainya.

Didapatkan hasil persentase tanggapan peserta didik sebesar 79.80% dengan kriteria tertarik.

b. *Uji Hipotesis*

➤ **Uji t**

Pengujian dilakukan dengan "*t-test: Two-Sample Assuming Equal Variances*" menggunakan *Microsoft excel* karena berasal dari sampel yang homogen dan data yang berdistribusi normal. Didapatkan hasil $t_{tabel} = 2.04$ dan nilai $t_{hitung} = 2.59$. Dalam hal ini $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_1 diterima yaitu Nilai rata-rata hasil belajar kelas yang menggunakan media PhET (kelas eksperimen) lebih tinggi dari nilai rata-rata hasil belajar kelas kontrol, yang membuktikan bahwa media simulasi virtual laboratorium PhET memberikan pengaruh terhadap nilai (hasil belajar) siswa kelas 10 MIPA pada materi geometri molekul di MAN 1 Bitung.

➤ **Uji Regresi Sederhana**

Uji ini menggunakan data respon siswa dari angket dan hasil belajar dari *posttest*, hasil uji regresi menunjukkan Persamaan yaitu $Y = 0.6542x + 27.26$ yang artinya terdapat pengaruh positif dari penggunaan simulasi virtual laboratorium PhET terhadap hasil belajar siswa.

➤ **Uji Korelasi**

Hasil korelasi (hubungan) yang didapatkan adalah sebesar 0.72 dengan tingkat hubungan kuat dan didapatkan nilai koefisien determinasi sebesar 0,521 yang berarti respon terhadap simulasi virtual laboratorium PhET memberikan pengaruh pada hasil belajar siswa sebesar 52.1%.

Pembahasan

Tujuan ini adalah untuk mengetahui besar pengaruh dari penggunaan simulasi virtual laboratorium PhET (*Physics Education Technology*) terhadap hasil belajar siswa pada materi geometri molekul di MAN 1 Bitung dengan jenis penelitian *true experiment*, di mana populasi pada penelitian ini yaitu seluruh siswa MAN 1 Bitung dan sebagai sampel yaitu kelas 10 MIPA yang dibagi menjadi 2 kelompok dengan menggunakan

pretest-posttest control group design. Diberikan tes awal yang telah valid dan dinyatakan reliabel untuk melihat bagaimana kemampuan siswa. Pada [tabel 3](#) ditunjukkan hasil *pre-test* (tes awal) siswa.

Tabel 3. Hasil pretest

Kelas	N	Nilai tertinggi	Nilai terendah	Rata-rata
Eksperimen	15	89	22	62.4
Kontrol	15	89	11	58.6

Nilai rata-rata *pretest* kedua kelas tidak berbeda jauh, yang berarti kemampuan awal yang dimiliki kedua kelompok hampir sama.

Penelitian ini dilakukan dengan tiga kali pertemuan yang masing-masing selama 45 menit dengan menggunakan aplikasi *zoom meeting*. Pada pertemuan pertama, setelah dilakukan *pretest* dilanjutkan dengan kegiatan pembelajaran pada kedua kelas. Kelas eksperimen menggunakan simulasi virtual laboratorium PhET sebagai media pembelajaran. Selama proses pembelajaran dengan media simulasi virtual laboratorium PhET beberapa siswa bertanya mengenai cara penggunaan media tersebut untuk menguji cobanya, karena sebelumnya telah dibagikan *link* untuk mengakses simulasi, lalu dilanjutkan dengan pertanyaan mengenai materi yang dipelajari. Untuk menambah pemahaman mereka, diberikan LKS yang harus dikerjakan dengan bantuan media simulasi virtual laboratorium PhET. Hasil kerja siswa menjadi pembahasan dalam diskusi pada pertemuan kedua. Selama diskusi berlangsung, pemahaman mereka terhadap materi terlihat dari jawaban dan pendapat mereka mengenai materi yang dibahas, meskipun masih terlihat kesulitan membedakan geometri molekul dengan geometri elektron, namun hal ini yang membuat diskusi menjadi aktif.

Pada kelas kontrol, walaupun materi yang diberikan sama dengan kelas eksperimen, namun media yang digunakan berbeda, disesuaikan dengan pembelajaran seperti biasa yang digunakan di MAN 1 Bitung, di mana media yang digunakan adalah *youtube*. Respon yang diberikan siswa kelas kontrol tidak sama dengan kelas eksperimen, keadaan selama pembelajaran terkesan pasif. Pada kelas kontrol

LKS juga diberikan untuk kemudian hasil kerjanya akan didiskusikan pada pertemuan kedua. Diskusi pada pertemuan kedua berlangsung secara monoton, hanya beberapa siswa yang memberikan respon.

Setelah diberi perlakuan, pada pertemuan ketiga diberikan *post-test* (tes akhir) pada kedua kelas untuk mengetahui hasil dari pembelajaran yang ditunjukkan dalam [tabel 4](#).

Tabel 4. Hasil Posttest

Kelas	N	Nilai Tertinggi	Nilai Terendah	Rata-rata
Eksperimen	15	100	56	79
Kontrol	15	89	33	67

Dari hasil yang didapatkan, terdapat perbedaan pada nilai rata-rata dari hasil belajar antara kelas menggunakan media PhET (eksperimen) dengan yang tidak menggunakan media tersebut (kelas kontrol). Penggunaan media simulasi virtual laboratorium PhET menyebabkan terjadinya peningkatan hasil belajar dari siswa kelas eksperimen yang terlihat dari hasil *Post-test*. Nilai rata-rata yang didapatkan kelas eksperimen adalah 79 sedangkan kelas kontrol adalah 67. Secara umum menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar yang ditunjukkan oleh siswa kelas eksperimen yang dalam penelitian ini menggunakan media simulasi virtual laboratorium PhET lebih tinggi dibandingkan hasil belajar yang ditunjukkan oleh siswa kelas kontrol dimana penyebabnya karena media simulasi virtual laboratorium PhET merupakan hal baru bagi siswa kelas eksperimen di mana dengan media simulasi virtual laboratorium PhET mereka dapat membuat, menggerakkan dan mengetahui sendiri bentuk ataupun teori yang ingin mereka lihat, sedangkan untuk siswa kelas kontrol sudah biasa untuk menggunakan media yang sama (*youtube*) pada setiap pembelajaran sehingga ada rasa jenuh, di mana mereka hanya dapat melihat apa yang disajikan, sehingga perbedaan respon dari kedua kelas membuat perbedaan pada peningkatan hasil belajar mereka, di mana yang pada hasil *pre-test* kemampuan yang dimiliki oleh kedua kelas hampir sama sedangkan pada *post-test* hasil yang ditunjukkan berbeda secara signifikan. Bahkan di kelas eksperimen terdapat siswa yang mendapatkan nilai sempurna walaupun masih ada juga siswa yang mendapat

nilai dibawa standar yang disebabkan karena keterbatasan alat dan jaringan yang dimiliki.

Dilakukan juga analisis angket yang diberikan pada siswa kelas eksperimen untuk melihat tanggapan mereka terhadap media simulasi virtual laboratorium PhET. Data tanggapan peserta didik dari angket yaitu sebesar 79.80% dengan kriteria tertarik. Banyak siswa yang merespon baik setiap pernyataan dengan menjawab sangat setuju, terutama ketika pernyataan mengenai ketertarikan dan sikap mereka pada pembelajaran setelah menggunakan simulasi virtual laboratorium PhET, walaupun masih ada beberapa siswa yang menjawab tidak setuju untuk pernyataan mengenai mengeksplor praktikum lain yang ada di simulasi virtual laboratorium PhET, hal ini karena tetap di butuhkan bimbingan dari guru untuk hal tersebut.

Untuk melihat apakah terdapat pengaruh uji t dilakukan, dengan hasil $t_{hitung} > t_{tabel}$ yaitu $2.59 > 2.04$, maka keputusan yang diambil H_1 diterima yaitu "nilai rata-rata hasil belajar kelas eksperimen lebih tinggi dari nilai rata-rata hasil belajar kelas kontrol" yang membuktikan bahwa media simulasi virtual laboratorium PhET memberikan pengaruh terhadap nilai (hasil belajar) dari siswa kelas 10 MIPA di MAN 1 Bitung.

Uji regresi linear sederhana juga dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh simulasi virtual laboratorium PhET terhadap hasil belajar siswa. diperoleh persamaan regresi linier yaitu $Y = 0.6542X + 27.26$, yang menunjukkan bahwa adanya pengaruh positif antara respon siswa pada simulasi virtual laboratorium terhadap hasil belajar yaitu semakin baik respon yang siswa berikan terhadap media simulasi virtual laboratorium PhET (X) maka akan terjadi peningkatan juga pada hasil belajar siswa (Y). Data ini juga dikorelasikan didapatkan hasil yaitu 0.72 yang berarti terdapat hubungan yang positif dengan kategori hubungan yang kuat. Didapatkan juga nilai koefisien determinasi sebesar 0.5214 atau 52.14%. Artinya pengaruh yang diberikan simulasi virtual laboratorium PhET yang membuat peningkatan terhadap nilai siswa (hasil belajar) pada materi geometri molekul di MAN 1 Bitung yaitu sebesar 52.14%.

Hasil dari terdapatnya pengaruh yang

signifikan dari digunakannya media simulasi virtual laboratorium PhET pada siswa kelas 10 MIPA (kelompok eksperimen) di MAN 1 Bitung membuktikan bahwa media ini dapat menjadi salah satu media alternatif dari tidak dapat dilakukannya praktikum di sekolah terutama saat pembelajaran yang harus berlangsung secara daring.

Kesimpulan

Berdasarkan dari data hasil penelitian, yaitu uji t yang menunjukkan terdapat perbedaan nilai rata-rata, di mana kelompok yang menggunakan media simulasi virtual laboratorium PhET (ekperimen) mendapat nilai rata-rata *post-test* lebih tinggi dari yang tidak menggunakan (kelas kontrol) yang menunjukkan terdapat pengaruh, dan hasil uji regresi di mana pengaruh yang diberikan adalah pengaruh positif dengan korelasi hubungan kuat dan didukung dengan tingkat ketertarikan sebesar 79.80% maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan simulasi virtual laboratorium PhET (*Physics Education Technology*) memberikan pengaruh positif dan signifikan terhadap nilai (hasil belajar) siswa pada materi geometri molekul di MAN 1 Bitung dengan besar pengaruh (koefisien determinasi) sebesar 52.14%.

References

1. Santoso, F.; Sukarmin Pengembangan Media Interaktif Berbasis Komputer Pada Pokok Bahasan Geometri Molekul Di Kelas XI IPA SMAN 1 Sidoarjo. *Unesa Journal of Chemical Education* **2013**, *2*, 188–195.
2. Ye, J.; Lu, S.; Bi, H. The Effects of Microcomputer-Based Laboratories on Students Macro, Micro, and Symbolic Representations When Learning about Net Ionic Reactions. *Chemistry Education Research and Practice* **2019**, *20*, 288–301, doi:10.1039/c8rp00165k.
3. Yurinsa, W.; Abudarin; Karelius Pengaruh Penggunaan LKS Berbantuan Media Phet Terhadap Pemahaman Konsep Meramalkan Bentuk Molekul Pada Siswa Kelas X SMA Negeri 3 Palangka Raya Tahun Ajaran 2018/2019. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang* **2019**, *10*, 264–281, doi:10.37304/jikt.v10i2.37.
4. Atmawinaldi, R.; Harun, A.I.; Sartika, R.P. Pengaruh Media Physics Educational Technology (PhET) Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Bentuk Molekul. *Jurnal Pendidikan Kimia* **2012**, 1–8.
5. Lisma, N. Pengaruh Media Virtual Lab Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Laju Reaksi di MAN 2 Aceh Barat. Skripsi, UIN Ar-Raniry: Banda Aceh, 2018.
6. Moore, E.B.; Herzog, T.A.; Perkins, K.K. Interactive Simulations as Implicit Support for Guided-Inquiry. *Chemistry Education Research and Practice* **2013**, *14*, 257–268, doi:10.1039/c3rp20157k.
7. Penn, M.; Ramnarain, U. South African University Students' Attitudes towards Chemistry Learning in a Virtually Simulated Learning Environment. *Chemistry Education Research and Practice* **2019**, *20*, 699–709, doi:10.1039/c9rp00014c.
8. MacLoughlin, P.M. Investigating Application of the Self-Explanation Learning Strategy during an Instructional Simulation. *Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences* **2018**, *79*, doi:10.25777/mm8j-3g45.
9. Sumargo, E.; Yuanita, L. Penerapan Media Laboratorium Virual (PhET) Pada Materi Laju Reaksi Dengan Model Pengajaran Langsung. *Unesa Journal of Chemistry Education* **2014**, *3*, 119–133.
10. Chamberlain, J.M.; Lancaster, K.; Parson, R.; Perkins, K.K. How Guidance Affects Student Engagement with an Interactive Simulation. *Chemistry Education Research and Practice* **2014**, *15*, 628–638, doi:10.1039/c4rp00009a.
11. Idami, Z. Pengaruh Penggunaan Media Physics Education Technology (Phet) Pada Materi Struktur Atom Terhadap Hasil Belajar Peserta *ETD Unsyiah* **2018**, *3*, 15–21.
12. Rizkiana, F.; Apriani, H. Simulasi Phet: Pengaruhnya Terhadap Pemahaman Konsep Bentuk Dan Kepolaran Molekul. *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains* **2020**, *11*, 1, doi:10.20527/quantum.v11i1.6412.
13. Dewa, E.; Maria Ursula Jawa Mukin; Oktavina Pandango Pengaruh Pembelajaran Daring Berbantuan Laboratorium Virtual Terhadap Minat Dan Hasil Belajar Kognitif Fisika. *JARTIKA Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan* **2020**, *3*, 351–359, doi:10.36765/jartika.v3i2.288.
14. Hannel, S.L.; Cuevas, J. A Study on Science Achievement and Motivation Using Computer-Based Simulations

- Compared to Traditional Hands-on
Manipulation. *Georgia Educational
Researcher* **2018**, 15,
doi:10.20429/ger.2018.15103.
15. Sugiyono *Statistika Untuk Penelitian*;
Alfabeta: Bandung, 2017;