



Pengenalan aplikasi PhET simulation sebagai media pembelajaran kimia interaktif di SMA Negeri 3 Tondano, Sulawesi Utara

Introduction to the PhET simulation application as an interactive chemistry learning media at SMA Negeri 3 Tondano, North Sulawesi

Chaleb Paul Maanari^{1*}, Sanusi Gugule¹, Feti Fatimah¹, Aisyiah Restutiningsih Putri Utami¹, Musma Rukmana², Ananta Dian Pratiwi³, Jakub Saddam Akbar⁴, Stefan Marco Rumengan¹, Mustapa¹

¹Program Studi Kimia, Universitas Negeri Manado, Sulawesi Utara 95618, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Manado, Sulawesi Utara 95618, Indonesia

³Program Studi Akuntansi, Universitas Negeri Manado, Sulawesi Utara 95618, Indonesia

⁴Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Manado, Sulawesi Utara 95618, Indonesia

*e-mail korespondensi: chalebmaanari@unima.ac.id

Pengiriman: 06/Maret/2025; Diterima: 16/Mei/2025; Publikasi: 29/Mei/2025

DOI: <https://doi.org/10.31629/anugerah.v7i1.6890>

Untuk Kutipan: Maanari, C. P., Gugule, S., Fatimah, F., Utami, A. R. P., Rukmana, M., Pratiwi, A. D., ... Mustapa. (2025). Pengenalan aplikasi PhET simulation sebagai media pembelajaran kimia interaktif di SMA Negeri 3 Tondano, Sulawesi Utara. *Jurnal Anugerah*, 7(1), 23–34. <https://doi.org/10.31629/anugerah.v7i1.6890>

Abstrak

Kimia merupakan salah satu mata pelajaran yang dianggap sulit oleh siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) karena melibatkan konsep-konsep abstrak serta perhitungan yang kompleks. Metode pembelajaran konvensional, seperti metode ceramah dengan hanya menggunakan buku teks, sering kali kurang efektif dalam membantu siswa memahami materi secara mendalam. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang lebih interaktif, salah satunya adalah *PhET Simulations*, sebuah aplikasi yang memungkinkan siswa belajar melalui simulasi visual dan interaktif. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan untuk mengenalkan serta mengevaluasi keefektifan *PhET Simulations* sebagai media pembelajaran interaktif kepada siswa SMA Negeri 3 Tondano dan tingkat kepuasan mereka terhadap penggunaan dan kegiatan. Metode pelaksanaan kegiatan ini melibatkan tiga tahapan utama, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman 18 siswa, yang tercermin dari peningkatan nilai rata-rata *post-test*, yaitu dari 53,89 menjadi 78,89 setelah menggunakan *PhET Simulations*. Selain itu, pemanfaatan *PhET Simulations* sebagai media pembelajaran interaktif memperoleh respons positif, dengan tingkat keberhasilan mencapai 86,76%. Kepuasan siswa terhadap kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini juga tergolong tinggi, dengan persentase 84,55%. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan *PhET Simulations* dapat menjadi alternatif yang efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep kimia yang abstrak.

Kata kunci: kimia; pembelajaran interaktif; pengabdian kepada masyarakat; *PhET simulations*

Abstract

Chemistry is considered one of the most challenging subjects for high school students, as it involves abstract concepts and complex calculations. Conventional teaching methods, such as lectures that rely solely on textbooks, are often less effective in facilitating students' understanding of the material. Therefore, an interactive learning medium is needed, one



of which is PhET Simulations, an application that enables students to learn through visual and interactive simulations. This Community Service activity aimed to introduce and evaluate the effectiveness of PhET Simulations as an interactive learning medium for students at SMA Negeri 3 Tondano, as well as to assess their satisfaction with the application and the overall program. The results showed an improvement in students' understanding, as reflected by an increase in the average post-test score of 18 students from 53.89 to 78.89 after using PhET Simulations. Additionally, the utilization of PhET Simulations as an interactive learning tool received positive responses, with a success rate of 86.76%. Students' satisfaction with the Community Service activities was also high, reaching 84.55%. These findings suggest that PhET Simulations can serve as an effective alternative in enhancing students' comprehension of abstract chemistry concepts.

Keywords: chemistry; interactive learning; community service; PhET simulations

Pendahuluan

Pendidikan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari kehidupan manusia, di mana peningkatan mutunya menjadi kunci utama dalam pertumbuhan dan perkembangan suatu bangsa sebagai upaya dalam meningkatkan kualitas pembelajaran pada jenjang pendidikan tertentu (Iriany, 2014). Perkembangan IPTEK pada era globalisasi ini juga menuntut dunia pendidikan untuk terus meningkatkan mutunya agar dapat menghasilkan lulusan yang berkualitas dan berdaya bersaing (Kadarisman, 2017). Hal ini memerlukan pengembangan keterampilan, serta pengorganisasian pendidikan yang terstruktur dan berkelanjutan agar dapat meningkatkan pengembangan sumber daya manusia yang berkualitas. Salah satu tantangan utama dalam peningkatan mutu pendidikan, khususnya pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA), adalah bagaimana mengatasi kesulitan siswa dalam memahami mata pelajaran yang dianggap kompleks dan sulit. Salah satu mata pelajaran yang sering dianggap sulit oleh siswa SMA adalah kimia. Banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak seperti struktur atom, ikatan kimia, termodinamika, dan reaksi kimia. Kesulitan ini diperparah dengan banyaknya rumus dan perhitungan matematis yang harus dikuasai, seperti stoikiometri dan kesetimbangan kimia (Kurniawati, Mayshinta & Yenti, 2023). Akibatnya, tidak sedikit siswa yang merasa kurang tertarik untuk mempelajari kimia secara mendalam dan lebih memilih untuk menghindari mata pelajaran ini jika memungkinkan (Priliyanti, Muderawan & Maryam, 2021).

Untuk meningkatkan minat siswa dalam belajar kimia, diperlukan inovasi dalam metode pembelajaran. Salah satu solusi efektif adalah penggunaan media pembelajaran interaktif seperti *PhET Simulations*, yang dapat membantu siswa memahami konsep-konsep kompleks dengan lebih mudah (Widyastuti, Winarno, Emiliannur & Wahyuningsih, 2024). Siswa SMA saat ini, yang termasuk dalam generasi Z, yakni mereka yang lahir antara tahun 2000 hingga 2012, memiliki kecenderungan kuat terhadap era digitalisasi. Oleh karena itu, dengan mengadopsi metode pembelajaran berbasis simulasi digital, diharapkan minat belajar siswa terhadap kimia dapat meningkat, seiring dengan gaya belajar mereka yang lebih akrab dengan teknologi (Muhammad, Hermawan & Supuwiningsih, 2020). Beberapa kegiatan serupa seperti penggunaan metode simulasi seperti *PhET Simulations* dapat menjadi pelengkap kegiatan praktikum di laboratorium, sehingga membantu siswa memahami materi dengan lebih baik (Mahardika et al., 2022). Penggunaannya sebagai media pembelajaran juga meningkatkan hasil belajar siswa SMA pada materi usaha dan energi (Subiki, Hamidy, Istighfarini, Suharsono & Putri, 2022). Selain meningkatkan hasil belajar siswa, penggunaannya juga dapat meningkatkan keaktifan siswa dalam pembelajaran daring di Madrasah (Fitriyati & Prastowo, 2022).

PhET (*Physics Education and Technology*, <https://phet.colorado.edu/>) merupakan perangkat lunak simulasi interaktif berbasis penelitian yang tersedia secara gratis (Muzana, Lubis & Wirda, 2021). PhET dikembangkan oleh Carl Wieman di bawah naungan Universitas Colorado, sebuah institusi pendidikan tinggi ternama. Awalnya, PhET lebih banyak digunakan sebagai laboratorium virtual dalam pembelajaran fisika (Wieman, Adams, Loeblein & Perkins, 2010). Namun, penerapan simulasi ini dalam pembelajaran di sekolah

juga terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep yang diajarkan pada pembelajaran kimia (Prastika et al., 2024). *PhET Simulations* dikembangkan menggunakan Java atau Flash, sehingga dapat dijalankan langsung melalui situs web menggunakan browser standar. Selain akses daring, pengguna juga memiliki opsi untuk mengunduh dan menginstal seluruh situs PhET untuk digunakan secara offline. Simulasi ini dirancang agar berjalan optimal pada perangkat komputer (Rizaldi, Jufri & Jamaluddin, 2020).

Sekolah Menengah Atas Negeri (SMA N) 3 Tondano yang berlokasi di Jl. Parkir Timur Stadion Maesa Tondano, Kembuan, Tondano Utara, Kab. Minahasa merupakan mitra yang berdasarkan dengan hasil observasi awal sesuai dengan permasalahan yang telah dijelaskan di atas. Masalah yang ditemukan pada sekolah mitra adalah seperti belum dimanfaatkannya penggunaan media pembelajaran yang interaktif berbasis teknologi informasi dalam kegiatan belajar mengajar khususnya dalam mata pelajaran kimia. Di sisi lain, di SMA Negeri 3 Tondano belum pernah diadakan pelatihan dan pendampingan pemanfaatan aplikasi *PhET Simulations* yang bisa digunakan sebagai media pembelajaran. Oleh karena itu, kegiatan ini akan memberikan pengenalan mengenai pemanfaatan pembelajaran *PhET Simulations* dalam pembelajaran kimia, dan diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam membantu siswa-siswa di SMA Negeri 3 Tondano untuk memanfaatkan media tersebut secara efektif.

Sejalan dengan hal di atas, Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) menjadi sarana penting untuk menerapkan keilmuan dengan tujuan untuk berbagi pengetahuan kepada masyarakat mengenai perkembangan terbaru dalam bidang sains, teknologi, dan budaya (Haryono, Al Murtaqi, Izzah, Septian & Sariman, 2024). Kegiatan ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap suatu disiplin ilmu, tetapi juga sebagai upaya dalam menerapkan hasil riset dan inovasi agar lebih bermanfaat secara luas. Dalam konteks pendidikan, pengabdian yang dilakukan berfokus pada integrasi sains dan teknologi dalam pembelajaran. Seiring dengan kemajuan Revolusi Industri 4.0, penggunaan media pembelajaran berbasis digital menjadi makin penting (Nurgiansah, 2019). Oleh karena itu, pendekatan yang digunakan dalam pengabdian ini harus selaras dengan perkembangan teknologi terkini, terutama dalam pemanfaatan platform virtual dan interaktif yang dapat meningkatkan efektivitas proses belajar-mengajar (Mubarok, Kurniasih & Qomaruzzaman, 2023). Dengan demikian, pelaksanaan kegiatan ini bertujuan untuk mengenalkan serta mengevaluasi keefektifan *PhET Simulations* sebagai media pembelajaran interaktif kepada siswa SMA Negeri 3 Tondano dan tingkat kepuasan mereka terhadap penggunaan dan kegiatan ini.

Metode

Kegiatan PkM ini dilaksanakan pada mitra SMA Negeri 3 Tondano yang beralamat di Jl. Parkir Timur Stadion Maesa Tondano, Kembuan, Tondano Utara, Kab. Minahasa, Sulawesi Utara. Lokasi SMA Negeri 3 Tondano berjarak sekitar 7,5 km dari Universitas Negeri Manado. Kegiatan ini dilaksanakan pada bulan November 2024 dan diikuti oleh 18 siswa kelas 12 B yang mengambil mata pelajaran kimia. Materi dalam pembelajaran kimia yang diajarkan adalah penyusunan atom dan molekul serta isotop dan massa atom.

Metode pendekatan yang digunakan dalam kegiatan PkM ini adalah dengan pelatihan dan simulasi yang tahapannya adalah sebagai berikut:

1. **Persiapan:** Pada tahap ini diawali dengan melakukan observasi ke lokasi kegiatan disertai dengan pengamatan dan wawancara singkat dengan guru kimia serta siswa kemudian melakukan koordinasi dengan pihak SMA Negeri 3 Tondano untuk mempersiapkan administrasi dan perizinan serta jadwal kegiatan. Selanjutnya dilakukan persiapan perlengkapan seperti pembuatan presentasi, *pre* dan *post-test*, umpan balik, instruksi simulasi, banner dan konsumsi serta perlengkapan lainnya.
2. **Pelaksanaan:** Tahap pelaksanaan kegiatan PkM ini diawali dengan pemberian *pre-test* kepada siswa sebagai upaya untuk mengukur pemahaman awal mereka terhadap materi kimia yang menjadi fokus

kegiatan, yaitu penyusunan atom, molekul, isotop, dan massa atom. *Pre-test* terdiri dari 20 soal pilihan ganda yang diberikan melalui *google form* dengan alokasi waktu 20 menit. Setelah itu, kegiatan dilanjutkan dengan sesi presentasi yang disampaikan oleh narasumber. Presentasi ini mencakup pengenalan *PhET Simulations* sebagai media pembelajaran interaktif berbasis teknologi digital. Narasumber juga menjelaskan keterkaitan antara *PhET Simulations* dan konsep-konsep kimia yang abstrak, seperti struktur atom, ikatan antar atom, serta perhitungan massa atom dan isotop. Selain itu, peserta juga diberikan penjelasan mengenai petunjuk teknis penggunaan simulasi, termasuk navigasi fitur-fitur yang tersedia dalam aplikasi. Tahap selanjutnya adalah praktik langsung oleh siswa, di mana mereka diminta untuk mengakses situs *PhET Simulations* melalui perangkat masing-masing dan menjalankan simulasi berdasarkan materi kimia yang telah ditentukan. Praktik ini dilakukan secara berkelompok maupun individu, dengan didampingi oleh tim pelaksana kegiatan untuk memastikan siswa memahami dan mampu menggunakan simulasi dengan benar.

3. Evaluasi: Tahap evaluasi dilakukan untuk mengukur ketercapaian tujuan dari kegiatan PkM ini. Evaluasi dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu tes hasil belajar dan angket umpan balik siswa. Pertama, pengukuran hasil belajar dilakukan dengan memberikan *post-test* berupa 20 soal pilihan ganda yang disusun berdasarkan indikator pembelajaran pada materi kimia, yaitu penyusunan atom, molekul, isotop, dan massa atom. Soal-soal ini disajikan melalui *google form* dengan durasi pengerjaan selama 20 menit. Instrumen ini bertujuan untuk mengukur peningkatan pemahaman konseptual siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran menggunakan *PhET Simulations*. Data yang dikumpulkan berupa nilai tes (skor) yang dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif, dengan menghitung rata-rata, nilai maksimum dan nilai minimum. Kedua, penilaian terhadap respons siswa dilakukan melalui dua jenis angket daring yang juga disebarluaskan melalui *google form*. Angket pertama mengukur pemanfaatan *PhET Simulations* dalam pembelajaran, dan angket kedua mengukur kepuasan siswa terhadap pelaksanaan kegiatan PkM. Masing-masing angket terdiri atas 10 item pernyataan tertutup yang menggunakan skala Likert 4 poin, yaitu: 1 (Tidak Setuju), 2 (Kurang Setuju), 3 (Setuju), dan 4 (Sangat Setuju). Aspek-aspek yang diukur dalam angket pemanfaatan *PhET Simulations* meliputi: kemudahan penggunaan, tampilan visual, keterlibatan siswa, kejelasan konsep yang dipelajari, serta efektivitas simulasi dalam meningkatkan pemahaman. Sementara itu, angket kepuasan terhadap kegiatan PkM mencakup: kejelasan penyampaian materi, keterlibatan peserta, manfaat kegiatan, kualitas pendampingan, serta harapan siswa terhadap kegiatan serupa pada masa depan. Data dari angket dianalisis dengan teknik statistik deskriptif kuantitatif, yaitu dengan menghitung persentase masing-masing pilihan respons untuk setiap item pernyataan. Hasil ini digunakan untuk menyimpulkan tingkat kebermanfaatan media pembelajaran yang digunakan serta tingkat kepuasan peserta terhadap kegiatan yang dilaksanakan.

Hasil dan Pembahasan

Persiapan

Tahap awal dalam persiapan kegiatan PkM dimulai dengan melakukan observasi di lokasi yang telah ditentukan. Pada kegiatan ini, tim melakukan kunjungan ke SMA Negeri 3 Tondano untuk meninjau kondisi sekolah melalui wawancara dengan berbagai pihak, termasuk pimpinan sekolah, guru kimia, dan beberapa siswa. Wawancara tersebut bertujuan untuk menggali informasi terkait pembelajaran kimia di sekolah tersebut. Hasil observasi dan wawancara menghasilkan analisis kebutuhan yang menjadi dasar identifikasi permasalahan dalam kegiatan ini. Berdasarkan analisis tersebut, ditemukan isu utama bahwa pembelajaran kimia di SMA Negeri 3 Tondano sering dianggap kurang menarik bagi siswa. Hal ini disebabkan oleh sifat mata pelajaran kimia yang kompleks dan metode pengajaran yang masih bersifat konvensional, yaitu hanya menggunakan buku pelajaran sebagai media utama. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diputuskan untuk

memanfaatkan media pembelajaran virtual, yaitu *PhET Simulations*. Media ini diharapkan dapat menjadi solusi yang mendukung pembelajaran kimia di SMA Negeri 3 Tondano, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih interaktif, menarik, dan mudah dipahami oleh siswa.



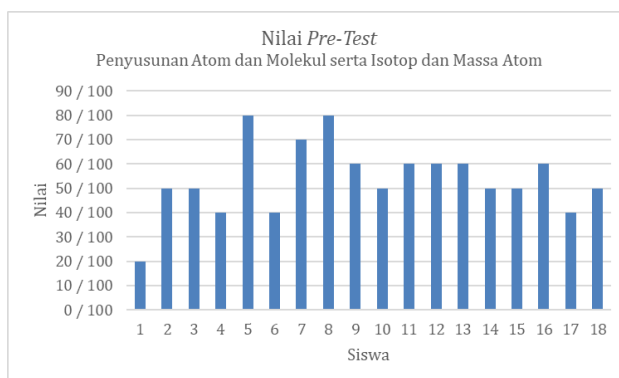
Gambar 1. Lokasi kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat

Proses perizinan yang dilakukan oleh tim pengabdian melibatkan dua pihak utama. Pihak pertama adalah SMA Negeri 3 Tondano sebagai lokasi pelaksanaan kegiatan, dan pihak kedua adalah Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Manado, yang bertanggung jawab dalam mengeluarkan Surat Tugas untuk tim pengabdian. Proses perizinan diawali dengan pengajuan izin kepada pimpinan SMA Negeri 3 Tondano yang diwakili oleh Wakil Kepala Sekolah Urusan Kurikulum, yang kemudian dilanjutkan dengan koordinasi bersama guru kimia untuk menentukan waktu dan tempat pelaksanaan kegiatan. Berdasarkan hasil koordinasi, kegiatan disepakati akan dilaksanakan pada hari Jumat, 2 November 2024, di kelas 12 B, dengan alokasi waktu pada jam pelajaran pertama, yaitu mata pelajaran kimia sehingga tidak mengganggu kegiatan belajar mengajar selanjutnya.

Langkah berikutnya adalah mempersiapkan berbagai perlengkapan untuk mendukung kelancaran pelaksanaan kegiatan. Persiapan tersebut meliputi pembuatan materi presentasi, *pre-test* dan *post-test*, formulir umpan balik, panduan simulasi, banner, konsumsi, serta kebutuhan pendukung lainnya. Dalam kegiatan ini, tim menggunakan televisi berukuran 32 inci sebagai pengganti proyektor. Selain itu, modem hotspot juga disiapkan sebagai cadangan untuk mengatasi kemungkinan gangguan sinyal internet. Sebagai bentuk apresiasi, tim juga menyediakan hadiah untuk peserta dengan nilai terbaik.

Pelaksanaan

Kegiatan dilaksanakan pada hari Jumat, 2 November 2024, pukul 08.00–11.45 WITA di kelas 12 B, yang diikuti oleh 18 siswa. Acara dibuka dengan sambutan dari Wakil Kepala Sekolah Urusan Kurikulum, kemudian dilanjutkan oleh tim pengabdian. Kegiatan pertama diawali dengan pengenalan tim PkM, yang disertai dengan sesi pemantik untuk meningkatkan fokus dan keterlibatan siswa dalam kegiatan selanjutnya. Sebelum memperkenalkan dan menggunakan media pembelajaran interaktif *PhET Simulations*, siswa terlebih dahulu mengikuti *pre-test* 20 soal pilihan ganda pada *google form* yang telah diberikan selama 20 menit. Tes ini bertujuan untuk mengukur pemahaman awal mereka terhadap mata pelajaran kimia, khususnya mengenai penyusunan atom dan molekul, isotop, serta massa atom, sebelum dan sesudah menggunakan *PhET Simulations*. Hasil *pre-test* dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Grafik hasil nilai *pre-test* dari siswa peserta kegiatan

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai siswa dalam *pre-test* bervariasi dalam rentang 20 hingga 80 dari total 100. Mayoritas siswa memperoleh nilai di kisaran 40 hingga 60 dan rata-rata nilai adalah 53,89, yang menunjukkan bahwa pemahaman awal mereka terhadap materi masih tergolong rendah. Nilai tertinggi yang dicapai adalah 80, yang diperoleh oleh siswa nomor 5 dan 8, sementara nilai terendah berada di angka 20, yang diperoleh oleh siswa nomor 1. Sebaran pemahaman menunjukkan bahwa hanya beberapa siswa yang memperoleh nilai di atas 70, menandakan bahwa hanya sebagian kecil siswa yang memiliki pemahaman awal yang cukup baik sebelum intervensi dengan *PhET Simulations*. Sebaliknya, sebagian besar siswa mendapatkan nilai di bawah 60, yang mengindikasikan bahwa pemahaman awal mereka masih terbatas dan memerlukan metode pembelajaran yang lebih interaktif untuk meningkatkan pemahaman konsep penyusunan atom dan molekul, isotop, serta massa atom secara lebih efektif.

Rendahnya nilai rata-rata *pre-test* menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep dasar penyusunan atom, molekul, isotop, dan massa atom dengan metode pembelajaran konvensional. Pembelajaran yang hanya mengandalkan buku teks kemungkinan kurang efektif dalam membantu siswa memahami konsep yang bersifat abstrak, seperti struktur atom dan isotop (Jayawardana, 2017). Hasil ini menegaskan pentingnya penggunaan media pembelajaran interaktif seperti *PhET Simulations*, yang dapat membantu siswa memvisualisasikan konsep-konsep kimia secara lebih konkret dan menarik. Dengan penerapan *PhET Simulations*, diharapkan terjadi peningkatan pemahaman siswa, yang nantinya dapat diukur melalui hasil *post-test*.

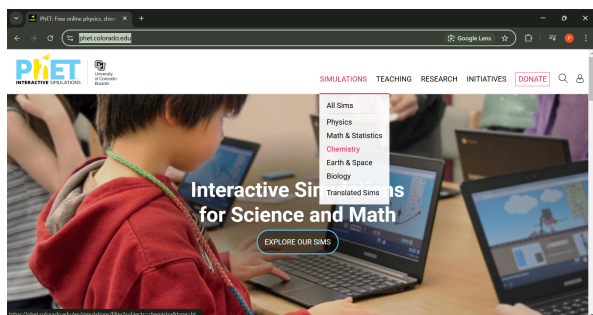


Gambar 3. Kegiatan presentasi dan penggunaan *PhET Simulations*

Selanjutnya, dilakukan presentasi mengenai pemanfaatan *PhET Simulations* dalam pembelajaran materi penyusunan atom, molekul, isotop, dan massa atom seperti pada Gambar 3. Setelah presentasi, setiap siswa diberikan kesempatan untuk mencoba langsung simulasi tersebut dengan mengakses situs <https://phet.colorado.edu/> melalui ponsel masing-masing. Pada tampilan awal situs, siswa diarahkan untuk

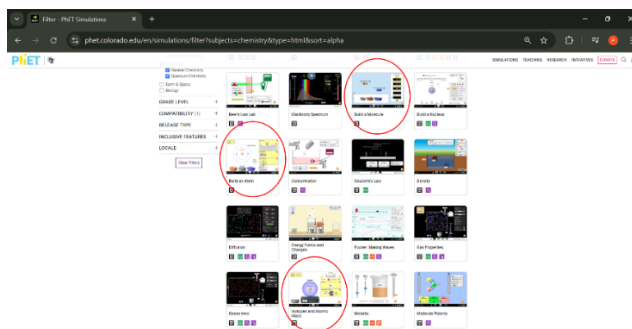
Maanari dkk: Pengenalan aplikasi PhET simulation... (3)

memilih menu *Simulations*, kemudian masuk ke kategori *Chemistry* untuk mengakses simulasi terkait materi kimia. Tampilan antarmuka situs ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan awal PhET Simulations

Selanjutnya pada tampilan kategori kimia, terdapat beberapa materi yang lain juga dan siswa memilih tiga bagian yang telah disiapkan yaitu membuat molekul, membuat atom dan isotop dan massa atom (*build a molecule, build an atom, isotope and atomic mass*) seperti pada Gambar 5. Pada bagian membuat molekul, di sini diajarkan secara mengenai perbedaan antara atom dan molekul, di mana atom merupakan partikel terkecil yang masih memiliki sifat suatu unsur, sedangkan molekul terbentuk dari dua atau lebih atom yang terikat secara kimia. Dari konsep ini, siswa dapat membangun molekul sederhana dari atom-atom penyusunnya serta membedakan antara koefisien dan subskrip dalam suatu rumus kimia, di mana koefisien menunjukkan jumlah molekul, sedangkan subskrip menunjukkan jumlah atom dalam satu molekul. Selain itu, siswa dapat menyusun molekul berdasarkan rumus kimianya serta menghubungkan nama-nama molekul umum dengan berbagai representasi visualnya. Dengan bereksperimen menggabungkan atom, siswa juga dapat membangun molekul yang lebih besar dan kompleks, memperkuat pemahaman mereka terhadap struktur dan komposisi kimia.



Gambar 5. Tampilan pada kategori kimia di PhET Simulations

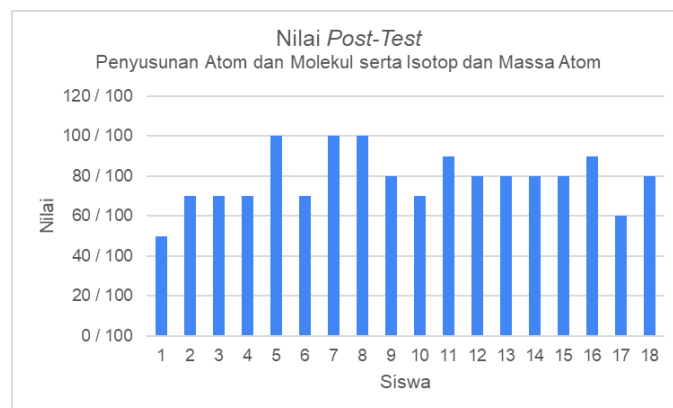
Pada bagian membuat atom di sini diajarkan dengan menggunakan jumlah proton, neutron, dan elektron, siswa dapat menggambar model atom, mengidentifikasi unsur yang bersangkutan, serta menentukan massa dan muatannya. Perubahan pada jumlah proton, neutron, atau elektron akan memengaruhi identitas unsur, muatan, dan massa atom, sehingga penting untuk dapat memprediksi dampaknya. Selain itu, berdasarkan nama unsur, massa, dan muatannya, dapat ditentukan jumlah proton, neutron, dan elektron dalam suatu atom. Untuk memahami konsep dasar ini, perlu didefinisikan bahwa proton adalah partikel bermuatan positif, neutron adalah partikel netral, dan elektron adalah partikel bermuatan negatif yang mengorbit inti atom. Atom sendiri adalah unit dasar materi yang terdiri dari proton, neutron, dan elektron, sedangkan ion adalah atom yang memiliki muatan akibat kehilangan atau penambahan elektron.

Pada bagian selanjutnya yaitu isotop dan massa atom, di sini siswa diajarkan mengenai definisi isotop yaitu sebagai atom dari unsur yang sama dengan jumlah proton dan elektron yang sama, tetapi memiliki jumlah neutron yang berbeda, sehingga menyebabkan perbedaan pada nomor massa. Berdasarkan informasi suatu unsur, dapat ditentukan massa dan nama isotopnya. Rata-rata massa atom suatu unsur dapat dihitung dengan mempertimbangkan massa dan kelimpahan relatif dari setiap isotopnya. Jika jumlah proton, neutron, atau elektron dalam suatu isotop berubah, maka massa dan namanya juga akan mengalami perubahan.

Pelaksanaan simulasi berlangsung dengan lancar, para siswa terlihat dengan cepat menguasai aplikasi *Phet Simulations* ini karena mereka sudah terbiasa menggunakan permainan dan media sosial pada ponsel mereka. Tampilan dan penggunaan media ini pada ponsel dan komputer seperti permainan dan media sosial pada umumnya sehingga mempermudah siswa dalam menggunakannya. Karena dalam pelaksanaannya para siswa menggunakan ponsel, maka kendala yang terjadi adalah ketika terjadi hilang sinyal atau habis kuota internet dari siswa tetapi sudah ada antisipasi dari tim PkM dengan *hotspot* dan siswa bisa terdistraksi ketika menggunakan ponselnya saat simulasi berlangsung.

Evaluasi

Pada tahap evaluasi, siswa yang telah mempelajari materi dan menggunakan *PhET Simulations* diberikan *post-test* untuk mengukur pemahaman mereka mengenai pembentukan atom dan molekul, serta isotop dan massa atom yang terdiri dari 20 soal pilihan ganda pada *google form* yang telah diberikan selama 20 menit. Hasil dari *post-test* ini dapat dilihat pada Gambar 6. Sebagai bentuk apresiasi, hadiah diberikan kepada beberapa siswa yang memperoleh nilai tertinggi dalam tes tersebut.



Gambar 6. Grafik hasil nilai post-test dari siswa peserta kegiatan

Berdasarkan grafik post-test, terlihat adanya peningkatan nilai siswa dibandingkan dengan hasil *pre-test*. Rata-rata nilai yang diperoleh siswa adalah 78,89, menunjukkan peningkatan pemahaman terhadap materi penyusunan atom, molekul, isotop, dan massa atom setelah menggunakan *PhET Simulations*. Beberapa siswa, seperti siswa nomor 5, 8, dan 9, mencapai nilai tertinggi yaitu 100, menunjukkan pemahaman yang sangat baik. Sebagian besar siswa memperoleh nilai di atas 70, yang mengindikasikan bahwa metode pembelajaran interaktif ini efektif dalam membantu mereka memahami konsep yang sebelumnya dianggap sulit. Hasil *post-test* menunjukkan bahwa penggunaan *PhET Simulations* berhasil meningkatkan pemahaman siswa dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Jika dibandingkan dengan hasil *pre-test*, mayoritas siswa mengalami peningkatan signifikan dalam penguasaan materi.



Gambar 7. Pemberian hadiah kepada siswa-siswa dengan nilai terbaik

Keberhasilan motivasi peserta dalam kegiatan ini diukur melalui angket daring yang diberikan kepada mereka setelah pemanfaatan *PhET Simulations* sebagai media pembelajaran interaktif dapat dilihat pada Tabel 1. Angket ini berfokus pada kebermanfaatan *PhET Simulations* dalam pembelajaran, baik dari segi penggunaan maupun efektivitasnya. Terdapat sepuluh pernyataan dalam angket, dengan pilihan respons sebagai berikut: 1 = Tidak Setuju, 2 = Kurang Setuju, 3 = Setuju, dan 4 = Sangat Setuju. Hasil respons kemudian dinyatakan dalam bentuk persentase skor 3 dan 4 untuk mempermudah analisis dan evaluasi tingkat keberhasilan penggunaan *PhET Simulations* dalam mendukung pemahaman siswa terhadap materi kimia.

Tabel 1.

Keberhasilan Penggunaan PhET Simulations

No.	Pernyataan	Persentase
1	Penggunaan <i>PhET Simulations</i> membantu saya lebih mudah memahami materi penyusunan atom, molekul, isotop, dan massa atom.	88,89%
2	Saya merasa lebih tertarik belajar kimia dengan <i>PhET Simulations</i> dibandingkan hanya menggunakan buku teks.	85,46%
3	Simulasi interaktif pada <i>PhET Simulations</i> membantu saya memahami konsep yang sebelumnya sulit saya mengerti.	87,96%
4	Saya merasa lebih percaya diri dalam memahami materi setelah menggunakan <i>PhET Simulations</i> .	81,82%
5	Saya ingin menggunakan media pembelajaran seperti <i>PhET Simulations</i> dalam mata pelajaran kimia lainnya.	91,60%
6	Saya tidak mengalami kesulitan saat mengoperasikan <i>PhET Simulations</i> .	86,28%
7	Saya merasa lebih siap mengerjakan soal <i>post-test</i> setelah menggunakan <i>PhET Simulations</i> .	91,53%
8	Saya akan merekomendasikan penggunaan <i>PhET Simulations</i> kepada teman-teman saya untuk belajar kimia.	78,43%
9	Penggunaan <i>PhET Simulations</i> membuat pembelajaran kimia lebih menyenangkan dan tidak membosankan.	92,78%
10	Saya berharap guru lebih sering menggunakan media pembelajaran seperti <i>PhET Simulations</i> di kelas.	82,89%

Berdasarkan data yang ditampilkan dalam tabel, mayoritas siswa memberikan respons positif terhadap pemanfaatan *PhET Simulations* dalam pembelajaran kimia. Sebagian besar siswa memberikan nilai tinggi pada aspek kebermanfaatan dan kemudahan penggunaan simulasi ini, menunjukkan bahwa metode interaktif ini efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep atom, molekul, isotop, dan massa atom. Tingginya persentase responden yang memilih kategori "Setuju" dan "Sangat Setuju" mengindikasikan bahwa *PhET Simulations* dapat menjadi alternatif pembelajaran yang menarik dan lebih mudah dipahami dibandingkan metode konvensional.

Penelitian oleh Riku (2021) menunjukkan bahwa penggunaan *PhET Simulations* dalam pembelajaran kimia mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, terutama dalam memahami konsep abstrak seperti bentuk molekul. Selain itu, penelitian Pujiningsih, Gunawan, Adi (2022) juga mengungkapkan bahwa siswa yang belajar menggunakan *PhET Simulations* memperoleh nilai *post-test* yang lebih tinggi dibandingkan mereka yang menggunakan metode konvensional. Hasil ini memperkuat pentingnya integrasi teknologi dalam proses belajar mengajar untuk meningkatkan keterlibatan siswa dan pemahaman materi secara lebih mendalam.

Evaluasi kepuasan siswa terhadap pelaksanaan kegiatan PkM dilakukan melalui angket daring. Hasil angket ini menjadi acuan dalam menilai keberhasilan kegiatan PkM. Angket terdiri dari sepuluh pernyataan dengan empat pilihan respons, yaitu: 1 = Tidak Setuju, 2 = Kurang Setuju, 3 = Setuju, dan 4 = Sangat Setuju. Data yang diperoleh kemudian dinyatakan dalam bentuk persentase skor 3 dan 4 untuk mempermudah analisis serta mengukur sejauh mana dampak yang dihasilkan dari kegiatan PkM yang telah dilaksanakan.

Tabel 2.

Respons Kepuasan Siswa Terhadap Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat

No.	Pernyataan	Persentase
1	Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini membantu meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep penyusunan atom, molekul, isotop, dan massa atom.	81,20%
2	Pelaksanaan kegiatan ini berjalan dengan baik dan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.	81,46%
3	Presentasi dari narasumber mengenai <i>PhET Simulations</i> sangat jelas dan mudah dipahami.	87,96%
4	Fasilitas yang disediakan, seperti televisi dan modem hotspot, mendukung kelancaran kegiatan pengabdian ini.	85,22%
5	Instruksi dan bimbingan yang diberikan oleh tim Pengabdian kepada Masyarakat dalam penggunaan <i>PhET Simulations</i> sangat jelas dan mudah dipahami.	89,62%
6	Kegiatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif.	89,28%
7	Metode evaluasi dengan <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> membantu mengukur efektivitas penggunaan <i>PhET Simulations</i> .	81,63%
8	Hadiah yang diberikan kepada siswa berprestasi menjadi motivasi tambahan untuk lebih aktif dalam pembelajaran.	76,98%
9	Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat seperti ini sangat bermanfaat dan diharapkan dapat dilaksanakan kembali pada masa mendatang dengan cakupan yang lebih luas.	87,96%
10	Hasil Pengabdian kepada Masyarakat ini bisa menjadi solusi untuk permasalahan kegiatan pembelajaran di SMA Negeri 3 Tondano.	84,19%

Berdasarkan hasil angket, mayoritas peserta menunjukkan respons positif terhadap pelaksanaan kegiatan PkM yang memanfaatkan *PhET Simulations*. Sebagian besar peserta memberikan respons “Setuju” dan “Sangat Setuju”, yang mengindikasikan bahwa kegiatan ini efektif dalam meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep kimia. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Dzakiyyah, Almar, Suryaputri & Sugihartini (2023), yang menunjukkan bahwa penggunaan PhET Colorado secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa dalam materi bentuk molekul, dengan persentase *n-gain* mencapai 57%. Selain itu, penelitian oleh Rahmawati & Fianti (2022) juga mendukung bahwa penggunaan *PhET Simulations* dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi pemanasan global dibandingkan dengan siswa dengan metode belajar konvensional. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa integrasi *PhET Simulations* dalam pembelajaran kimia memiliki dampak positif dan dapat menjadi metode yang efektif untuk meningkatkan keterlibatan serta pemahaman siswa.

Simpulan

Berdasarkan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini diperoleh beberapa kesimpulan yaitu, terdapat peningkatan nilai rata-rata *post-test* siswa dalam materi penyusunan atom, molekul, isotop, dan massa atom setelah menggunakan media pembelajaran interaktif *PhET Simulations*, yaitu dari 53,89 menjadi 78,89. Pemanfaatan *PhET Simulations* sebagai media pembelajaran kimia interaktif mendapatkan respons positif dari siswa, dengan capaian keberhasilan sebesar 86,76%. Kepuasan siswa terhadap kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat yang dilakukan tim pengabdian di SMA Negeri 3 Tondano mencapai 84,55%. Kelebihan dari kegiatan ini adalah berdampak positif bagi siswa secara langsung dan kekurangannya adalah implikasi jangka panjang bagi siswa, guru dan SMA Negeri 3 Tondano.

Saran

Untuk kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat selanjutnya, disarankan untuk mengadakan pelatihan penggunaan *PhET Simulations* bagi para guru di SMA Negeri 3 Tondano, khususnya guru kimia. Pelatihan ini bertujuan agar guru-guru dapat mengintegrasikan *PhET Simulations* dalam pembelajaran secara berkelanjutan, sehingga manfaat dari kegiatan ini dapat berdampak lebih luas dan berkelanjutan dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep kimia.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Manado atas dukungan pendanaan dalam kegiatan ini. Selain itu, penulis juga menyampaikan apresiasi kepada SMA Negeri 3 Tondano atas kesempatan, tempat, dan waktu yang diberikan sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik.

Daftar Pustaka

- Dzakiyyah, A., Almar, D. H., Suryaputri, O., & Sugihartini, S. A. (2023). Phet colorado: Bagaimana efektivitasnya dalam pemahaman materi bentuk molekul?. *Jurnal Pendidikan Ilmiah Transformatif*, 7(12).
- Fitriyati, I., & Prastowo, A. (2022). Pembelajaran daring menggunakan PhET simulations untuk meningkatkan keaktifan dan hasil belajar siswa Madrasah Ibtidaiyah. *Al-Madrasah: Jurnal Ilmiah Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 6(4), 1041-1052. <http://dx.doi.org/10.35931/am.v6i4.1120>
- Haryono, E., Al Murtaqi, M. R., Izzah, A. N. L., Septian, D., & Sariman, S. (2024). Metode-metode pelaksanaan PkM (pengabdian kepada masyarakat) untuk perguruan tinggi. *Al Fattah Ejournal Sma Al Muhammad Cepu*, 5(02), 1-21. <https://doi.org/10.1989/b4eqb56>
- Iriany, I. S. (2014). Pendidikan karakter sebagai upaya revitalisasi jati diri bangsa. *Jurnal Pendidikan UNIGA*, 8(1), 54-85. <https://doi.org/10.52434/jp.v8i1.71>
- Jayawardana, H. B. A. (2017). Paradigma pembelajaran biologi di era digital. *Jurnal Bioedukatika*, 5(1), 12-17. <https://doi.org/10.26555/bioedukatika.v5i1.5628>
- Kadarisman, M. (2017). Tantangan perguruan tinggi dalam era persaingan global. *Sociae Polites*, 3-20. <https://doi.org/10.33541/sp.v1i1.459>
- Kurniawati, Y., Mayshinta, I., & Yenti, E. (2023, December). Identifikasi kesulitan materi kimia bagi siswa SMA: Kajian literatur. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 23-27. <https://doi.org/10.36378/prosidinguniks.vi>
- Mahardika, I. K., Camelia, E., Fatikhah, I. A., Naufal, F. A., Pratiwi, R. Y., Fadilah, R. E., & Yusmar, F. (2022). Efektivitas PhET simulation sebagai media pembelajaran fisika dasar I mahasiswa S1 pendidikan IPA. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(23), 463-468. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7421510>
- Mubarok, M. S., Kurniasih, N., & Qomaruzzaman, B. (2023). Fasilitas belajar, teknologi pendidikan, dan penerapannya dalam pembelajaran PAI: Menuju pendidikan 4. *JIIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(11), 9287-9297. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i11.3165>
- Muhammad, R. M. T., Hermawan, D., & Supuwiningsih, N. N. (2020). *Memahami e-learning: Konsep, teknologi, dan arah perkembangan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Muzana, S. R., Lubis, S. P. W., & Wirda, W. (2021). Penggunaan simulasi PhET terhadap efektifitas belajar IPA. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 5(1), 227-236. <https://doi.org/10.30601/dedikasi.v5i1.1587>

- Nurgiansah, T. (2019). Pemutakhiran kurikulum pendidikan kewarganegaraan di era revolusi industri 4.0. In *Prosiding Seminar Nasional “Reaktualisasi Konsep Kewarganegaraan Indonesia”* (Vol. 1, pp. 95-102).
- Prastika, N. D., Anjarwati, D., Awaliah, M. A. S., Hartandi, D., Rahmadani, A., & Erika, F. (2024). Kajian literatur pemanfaatan teknologi artificial intelligence untuk meningkatkan keterampilan abad 21 siswa dalam pembelajaran kimia. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 6(1), 47-60. <https://doi.org/10.37905/jjec.v6i1.23644>
- Priliyanti, A., Muderawan, I. W., & Maryam, S. (2021). Analisis kesulitan belajar siswa dalam mempelajari kimia kelas XI. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 5(1), 11-18. <https://doi.org/10.23887/jipk.v5i1.32402>
- Pujiningsih, A. L. M., Gunawan, A., & Adi, Y. K. (2022). Pengaruh penggunaan model discovery learning berbantuan PhET simulations terhadap hasil belajar siswa. *JMIE: Journal of Madrasah Ibtidaiyah Education*, 6(1), 1-16. <http://dx.doi.org/10.32934/jmie.v6i1.311>
- Rahmawati, L. N., & Fianti, F. (2023). Analisis pengaruh media pembelajaran phet simulations terhadap pemahaman konsep siswa SMA Negeri 1 Ungaran. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika* (Vol. 35, pp. 361-369).
- Riku, M. (2021). Meningkatkan hasil belajar siswa kelas X IPA pada materi bentuk molekul melalui model pembelajaran discovery learning berbantuan PhET simulations. *Secondary: Jurnal Inovasi Pendidikan Menengah*, 1(2), 79-87. <https://doi.org/10.51878/secondary.v1i2.132>
- Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). PhET: Simulasi interaktif dalam proses pembelajaran fisika. *Jurnal ilmiah profesi pendidikan*, 5(1), 10-14. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.103>
- Subiki, S., 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. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 8(2), 200-204. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i2.9586>
- 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*, 4(1), 65-85. <https://doi.org/10.21154/jtii.v4i1.2978>
- Wieman, C. E., Adams, W. K., Loeblein, P., & Perkins, K. K. (2010). Teaching physics using PhET simulations. *The Physics Teacher*, 48(4), 225-227. <http://dx.doi.org/10.1119/1.3361987>