



## Implementasi Software Hyperchem sebagai Media Praktikum Elektronik Visualisasi Struktur dan Sifat Senyawa Kimia di SMAN 1 Mawasangka Timur

Muhamad Jalil Baari<sup>1</sup>, L. A. Na'ani<sup>2</sup>, Agusriyadin<sup>2</sup>, Megawati<sup>2</sup>,  
Faradisa Anindita<sup>2</sup>, Alfiah Alif<sup>2</sup>, Salim<sup>2</sup>, Netty Huzniati Andas<sup>2</sup>,  
Arif Prasetya<sup>2</sup>, Sarimuddin<sup>2</sup>, Dian Permana<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Indonesia

### ABSTRACT

Chemistry is not merely a science that only studies theory in class. Chemistry learning requires practical or experimental activities to observe and directly apply chemical concepts during face-to-face meetings in class. Meanwhile, the unavailability of laboratory facilities is one of the factors in not carrying out chemistry practice. This causes students difficulties in understanding the concept of chemistry as a whole and can potentially reduce learning motivation. This public service activity aims to implement the Hyperchem software for teachers and students of SMA Negeri 1 Mawasangka Timur as an alternative solution for chemistry labs in the form of electronic labs. The chemical topics selected and considered suitable for this type of practice were the structure and properties of chemical compounds. This activity is carried out in the form of a workshop. Workshop materials use lectures, simulations, discussions, and question-and-answer models. The activity's results showed the workshop participants' enthusiasm to use the Hyperchem software as a chemistry lab media. This is reflected in the evaluation of the workshop implementation, which is carried out by assessing the response of the workshop participants based on indicators of relevance, the ability of the presenters, ease of use, availability, and usefulness of the Hyperchem software. The evaluation results show that the workshop and the implementation of the Hyperchem software as an electronic practice media for visualizing the structure and properties of chemical compounds received a positive response from the workshop participants.

**Keywords:** Electronic Practice, Hyperchem Software, Mawasangka Timur, Molecular Structure.

Received:	Revised:	Accepted:	Available online:
31.03.2023	11.04.2023	22.06.2023	07.07.2023

### Suggested citation:

Baari, M. J., Na'ani, L. A., Agusriyadin, Megawati, Anindita, F., Alif, A., Salim, Andas, N. H., Prasetya, A., Sarimuddin, & Permana, D. (2023). Implementasi Software Hyperchem sebagai Media Praktikum Elektronik Visualisasi Struktur dan Sifat Senyawa Kimia di SMAN 1 Mawasangka Timur. *Dimasejati: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3), 54-64. DOI: 10.24235/dimasejati.202353.13507

Open Access | URL: <https://syekhnurjati.ac.id/jurnal/index.php/dimasejati/article/view/13507>

<sup>1</sup> Corresponding Author: Universitas Sembilanbelas November (USN): Jl. Pemuda, Tahoa, Kec. Kolaka, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara 93561, Indonesia; Email: jalilbaari@gmail.com

## PENDAHULUAN

Keberadaan Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka di Kabupaten Buton Tengah perlu diiringi dengan upaya untuk memberi perubahan positif. Berbagai upaya tersebut dapat berupa kegiatan Tri Dharma Perguruan Tinggi seperti Pendidikan, Penelitian, dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Melalui hasil observasi dan interaksi dengan kepala sekolah yang ada di beberapa wilayah Kabupaten Buton tengah, diketahui bahwa saat ini pelaksanaan praktikum kimia di sekolah belum berjalan optimal. Bahkan terdapat sekolah yang sama sekali tidak melaksanakan praktikum dengan beragam alasan. Tidak tersedianya peralatan laboratorium serta bahan kimia yang memadai menjadi faktor utama peniadaan praktikum kimia. Selain itu, kreativitas guru dalam memaksimalkan sarana yang ada turut mempengaruhi keterlaksanaan praktikum kimia di laboratorium sekolah. Kondisi ini tentunya cukup merugikan siswa sebab mata pelajaran kimia tidak semata-mata mempelajari teori yang mayoritas bersifat abstrak, tetapi juga memerlukan percobaan/eksperimen untuk mengamati langsung hal-hal makroskopik dari ilmu kimia.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut tenaga pendidik baik di sekolah maupun perguruan tinggi untuk terus mengembangkan kemampuan penalaran dan kreativitas. Dengan demikian, permasalahan praktikum di laboratorium semestinya tidak dijadikan penghambat, melainkan motivasi untuk mencari alternatif lain sehingga praktikum kimia bisa terus berjalan. Saat ini, eksperimen kimia terbagi menjadi 2 jenis berdasarkan metode pelaksanaannya yaitu eksperimen basah dan kering. Jika eksperimen basah dilakukan secara konvensional di laboratorium menggunakan alat dan bahan kimia, maka eksperimen kering dapat dilakukan di laboratorium komputer atau laboratorium kimia komputasi. Eksperimen kimia secara komputasi merupakan solusi bagi sekolah yang tidak memiliki fasilitas laboratorium memadai. Dalam kimia komputasi, digunakan penyusunan metoda matematika yang nantinya akan dihitung oleh komputer berdasarkan algoritma tertulis dalam bahasa pemrograman (Pranowo, 2022). Eksperimen secara komputasi serupa dengan *e-learning* yang mana kegiatan pembelajaran dilakukan secara asynchronous menggunakan perangkat komputer untuk menyelesaikan suatu masalah (Elyas, 2018; Kamarga, 1996). Dengan kata lain, metode ini menggunakan teknologi informasi dan komunikasi dalam proses pembelajaran (Hasan, 2020; Setiawan, Mardapi, Pratama, & Ramadan, 2019). Pembelajaran secara *e-learning* memiliki banyak manfaat khususnya dalam meningkatkan motivasi belajar siswa (Wardono Waluya, & Mariani, 2016).

Salah satu percobaan yang bisa dilakukan yaitu percobaan pembuatan struktur molekul kimia. Biasanya praktikum ini menggunakan molimod sebagai media simulasinya (Ramadhan, Manoppo, & Unwakoly 2019). Akan tetapi terdapat beberapa kekurangan seperti keterbatasan dalam mengetahui sifat dari atom-atom penyusun molekul yang dibuat. Di samping itu, panjang ikatan, sudut ikatan, sudut torsi (dihedral), energi molekul, optimasi geometri, serta penggambaran ikatan hidrogen dalam molekul juga tidak dapat ditentukan. Kekurangan tersebut dapat diatasi oleh penggunaan perangkat lunak (*software*). Beberapa *software* yang bisa digunakan diantaranya yaitu *Avogadro*, *Chemdraw*, *Marvin Sketchup*, dan *Hyperchem* (Cherinka et al., 2019; Froimowitz, 1993; Hanwell et al., 2012). Setiap *software* memiliki fungsi yang

hampir sama dalam visualisasi struktur molekul kimia dengan berbagai kelebihan dan kekurangan. Beberapa diantaranya dapat diperoleh secara gratis, tetapi adapula yang berbayar.

Dalam workshop ini, akan dikenalkan serta diimplementasikan salah satu *software* kimia komputasi yaitu *Hyperchem* sebagai media praktikum elektronik di salah satu sekolah menengah atas di wilayah Kabupaten Buton Tengah dalam wujud pengabdian kepada masyarakat. Meski tergolong sebagai aplikasi berbayar, *software* ini memiliki sejumlah fitur untuk menggambar, menentukan sifat-sifat dari suatu molekul, serta melakukan optimasi geometri dan perhitungan energi dari suatu molekul. Harganya cukup terjangkau. Sebagai langkah awal, kegiatan ini dilakukan di SMA Negeri 1 Mawasangka Timur, Kabupaten Buton Tengah.

## BAHAN DAN METODE

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di laboratorium IPA SMA Negeri 1 Mawasangka Timur, Desa Lamena, Kecamatan Mawasangka Timur, Kabupaten Buton Tengah dalam bentuk workshop dengan metode ceramah, simulasi, tanya-jawab, dan diskusi. Tidak hanya melibatkan dosen, mahasiswa juga ikut berpartisipasi sebagai tim pelaksana. Sementara itu, subjek dari kegiatan ini adalah Guru Kimia serta siswa kelas VIII dan IX SMA Negeri 1 Mawasangka Timur. Total peserta workshop berjumlah 32 orang. *Software Hyperchem* yang digunakan adalah versi 8.0.10 (Froimowitz 1993). Adapun tahapan pada kegiatan ini terdiri dari tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. **(1) Tahap persiapan.** Kegiatan ini diawali dengan penyiapan materi workshop yang disusun secara terstruktur dan komunikatif sehingga mudah dipahami serta dapat langsung dipraktikkan oleh siswa. Materi yang dipersiapkan terdiri dari informasi praktikum elektronik, *software Hyperchem*, simulasi penggunaan *Hyperchem* dalam menggambar dan menentukan sifat-sifat dari molekul yang digambar. Disaat yang hampir bersamaan juga dilakukan komunikasi dengan pihak SMAN 1 Mawasangka Timur melalui Kepala SMAN 1 Mawasangka Timur terkait rencana pelaksanaan workshop pengenalan *software Hyperchem* sebagai media praktikum elektronik untuk visualisasi struktur dan sifat senyawa kimia. Kemudian tim pelaksana menyiapkan sejumlah fasilitas penunjang seperti spanduk, proyektor, konsumsi peserta, serta *sound system*. **(2) Tahap pelaksanaan.** Kegiatan workshop implementasi *software Hyperchem* sebagai media praktikum elektronik untuk visualisasi struktur dan sifat senyawa kimia dilaksanakan pada 11 Oktober 2022. Sebelum memulai workshop, terlebih dahulu diadakan pertemuan dengan kepala SMAN 1 Mawasangka Timur untuk berkoordinasi terkait finalisasi kelengkapan penunjang yang diperlukan selama workshop berlangsung. Kemudian tim pelaksana workshop menyiapkan segala kelengkapan workshop seperti laptop untuk presentasi, proyektor, *sound system*, konsumsi peserta workshop, dan pemasangan spanduk. Kemudian siswa dipersilahkan masuk ke ruangan. Setelah itu tim pelaksana membagikan konsumsi serta daftar hadir peserta. Selanjutnya, penyampaian materi workshop menggunakan model ceramah, simulasi, dan diskusi.



Gambar 1 . Koordinasi dengan Kepala SMAN 1 Mawasangka Timur sebelum workshop

Pada workshop ini, dikenalkan *software Hyperchem*, dideskripsikan menu-menu yang terdapat dalam *software Hyperchem*, disimulasikan cara membuat struktur molekul 2D dan 3D, menggeser dan merotasi molekul, mengganti dan menambahkan atom, menambah dan mengurangi jumlah ikatan, menentukan panjang ikatan, sudut ikatan, sudut torsi (dihedral), energi molekul, serta optimasi geometri. Setelah materi disampaikan, selanjutnya peserta workshop diberi kesempatan untuk bertanya segala hal yang berkaitan dengan fitur dan penggunaan *software Hyperchem*. **(3) Tahap evaluasi.** Evaluasi dilakukan dengan membagikan kuesioner berupa pertanyaan atau pernyataan untuk menilai tingkat pemahaman peserta workshop terhadap paparan pameri dan penggunaan *Hyperchem* sebagai media praktikum elektronik. Kuesioner dipakai karena merupakan bentuk evaluasi paling umum, efektif, dan efisien (Gray and Saizman 1998). Adapun pernyataan-pernyataan daam kuesioner kegiatan ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Bentuk kuesioner/angket sebagai bahan evaluasi kegiatan workshop

No	Pernyataan/Pertanyaan	Alternatif Jawaban				
		SS	S	RR	TS	STS
1	Materi workshop sangat relevan dengan media elektronik saat ini.					
2	Pemaparan materi workshop lebih mudah dipahami.					
3	Materi workshop cukup singkat, jelas, dan padat					
4	Kemudahan penggunaan aplikasi <i>Hyperchem</i> sebagai media praktikum elektronik					
5	Aplikasi <i>Hyperchem</i> mudah diperoleh melalui pameri workshop					
6	Ketersediaan komputerisasi sangat mendukung penggunaan aplikasi <i>Hyperchem</i>					
7	Aplikasi <i>Hyperchem</i> sangat berguna untuk mendukung pembelajaran kami khususnya mata pelajaran kimia.					
8	Aplikasi <i>Hyperchem</i> merupakan hal baru bagi saya					

## HASIL DAN PEMBAHASAN

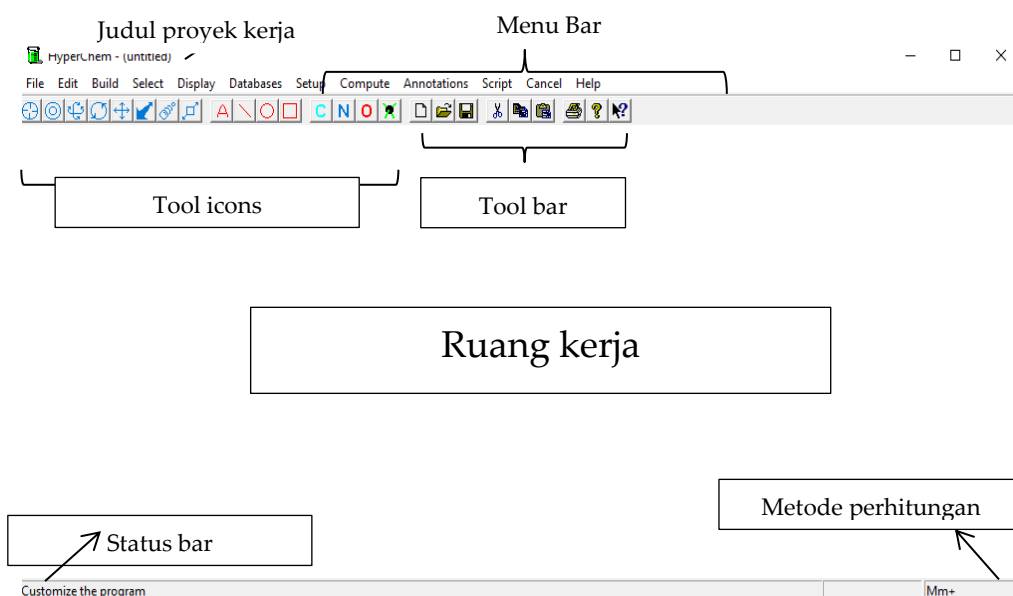
Kimia sebagai salah satu golongan ilmu sains, tidak hanya menuntut penguasaan konsep pengetahuan, tetapi juga keterampilan untuk membuktikan konsep tersebut dalam suatu eksperimen di laboratorium menggunakan alat dan bahan tertentu. Tidak terlaksananya praktikum kimia di sekolah tentu merupakan suatu permasalahan akademik yang terjadi di SMA Negeri 1 Mawasangka Timur secara khusus dan permasalahan di dunia pendidikan nasional secara umum. Penyampaian materi secara konseptual cenderung menyulitkan siswa dalam memahami ilmu kimia yang bersifat abstrak karena sistem kimia umumnya bersifat mikroskopis. Di samping itu, Kondisi yang dialami SMA Negeri 1 Mawasangka Timur merupakan contoh kurangnya pemerataan fasilitas pendidikan di Indonesia. Oleh sebab itu, praktikum elektronik dianggap dapat menjadi jembatan sekaligus solusi alternatif bagi siswa dan guru dalam menghubungkan teori-teori kimia dengan eksperimen laboratorium.

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dalam bentuk workshop pengenalan *software Hyperchem* sebagai media praktikum elektronik untuk visualisasi struktur dan sifat senyawa kimia di SMA Negeri 1 Mawasangka Timur dilakukan sebagai tawaran solusi untuk sekolah menengah atas yang tidak bisa melaksanakan praktikum karena terkendala minimnya fasilitas laboratorium kimia. Peserta pada kegiatan ini tidak hanya siswa-siswi, tetapi juga beberapa guru kimia dan fisika SMA Negeri 1 Mawasangka Timur yang diharapkan dapat menjadi fasilitator terhadap cara penggunaan *software Hyperchem*. Metode ceramah disertai dengan simulasi, diskusi, dan tanya-jawab dipilih karena metode ini berbeda dengan ceramah pada umumnya atau instruksi yang selalu berpusat pada pemateri sehingga diharapkan siswa dan guru mampu mengenali manfaat bekerja sama dengan orang lain, mampu mengintegrasikan hubungan antara teori, mempelajari serta bertukar informasi/gagasan, berpikir secara konstruktif dan kreatif, menyusun berbagai alternatif pemecahan suatu masalah, dan menerapkannya dalam praktik (Devi 2008; Side, Hardin, & Tanrere 2013). Model simulasi dengan perangkat komputer memiliki keuntungan diantaranya: (1) Secara teoritis bisa dibuat untuk berbagai jenis molekul/senyawa; (2) Mempunyai rentang ketelitian yang sangat luas, sehingga dapat menjelaskan objek molekul secara terperinci; (3) Bersifat fleksibel, karena itu, mudah diubah dan dikembangkan sesuai dengan keperluan; (4) dari segi waktu, dengan didukung perangkat komputer mumpuni, maka pekerjaan/praktikum akan lebih efisien (Nurchahyo & Mamunah 2009).



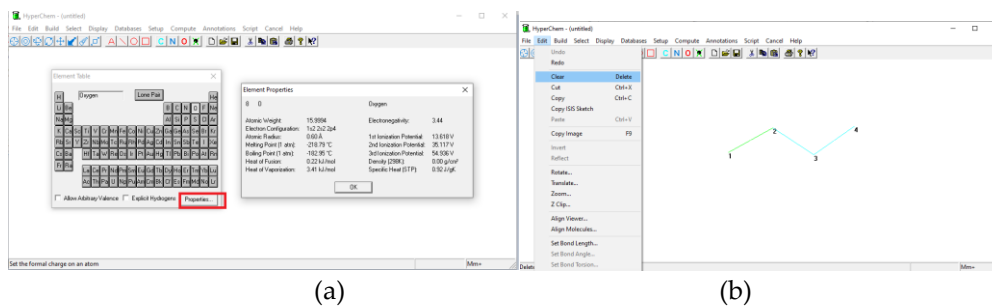
Gambar 2. Sesi penyampaian materi workshop

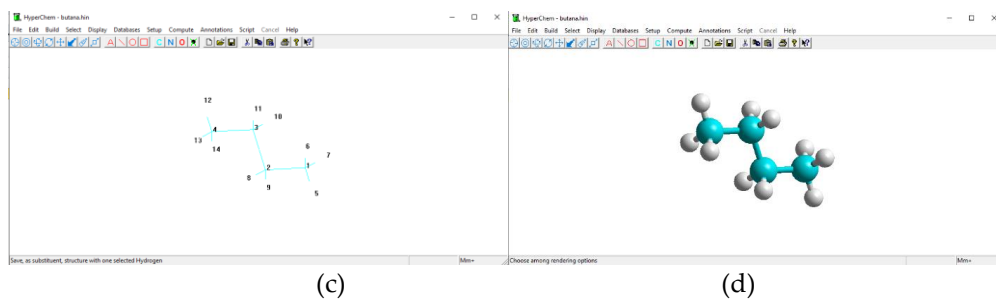
Pada workshop ini, dikenalkan lebih dahulu mengenai jenis eksperimen kimia berupa eksperimen basah maupun eksperimen kering. Kemudian diberikan informasi seputar *software Hyperchem* juga deskripsi menu-menu yang terdapat dalam *software* tersebut. Hal ini perlu dilakukan guna memberikan pengetahuan awal kepada guru dan siswa mengenai seluruh menu penunjang ketika bekerja menggunakan *software Hyperchem*. Beberapa bagian menu utama pada *software Hyperchem* yang perlu diketahui adalah judul proyek kerja, *menu bar*, *tool icons*, *toolbar*, ruang kerja, *status bar*, dan metode perhitungan. Khusus *menu bar*, *tool icon* dan *toolbar*, terdiri dari beberapa opsi spesifik dalam menggambar dan mengelola proyek kerja.



Gambar 3. Tampilan awal *software Hyperchem*

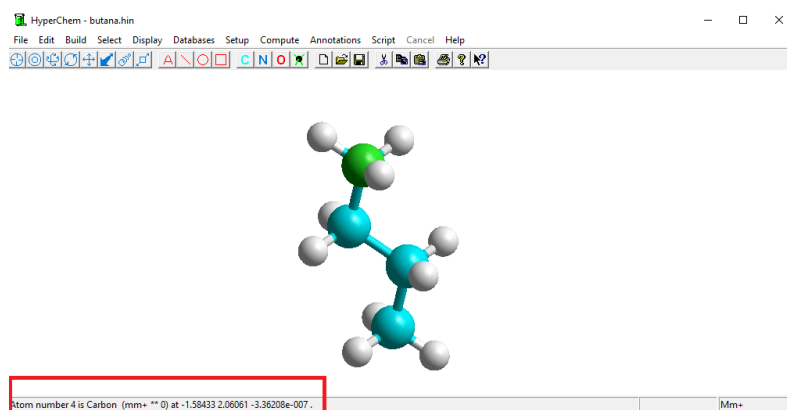
Kemudian, dilakukan simulasi tentang cara membuat struktur molekul baik secara 2D maupun 3D, menggeser dan merotasi molekul, mengganti, menambahkan, dan menghapus atom, serta menambah dan mengurangi jumlah ikatan. Keterampilan membuat struktur molekul tentu didasarkan pada kemampuan memahami struktur molekul kimia secara teori.



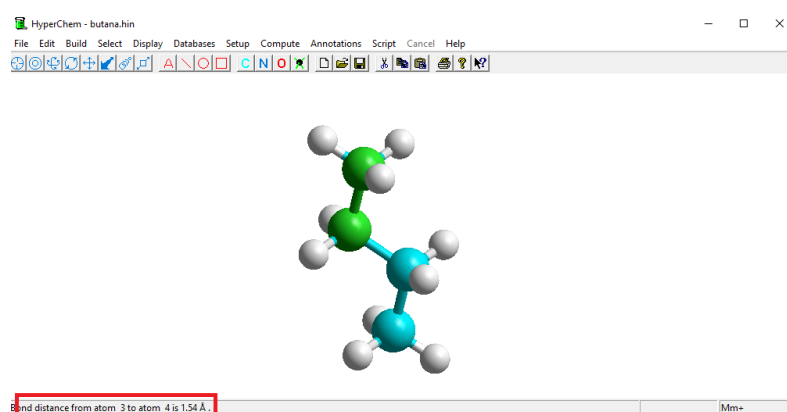


Gambar 4. Penggambaran molekul kimia 2D dan 3D dalam simulasi *Hyperchem*

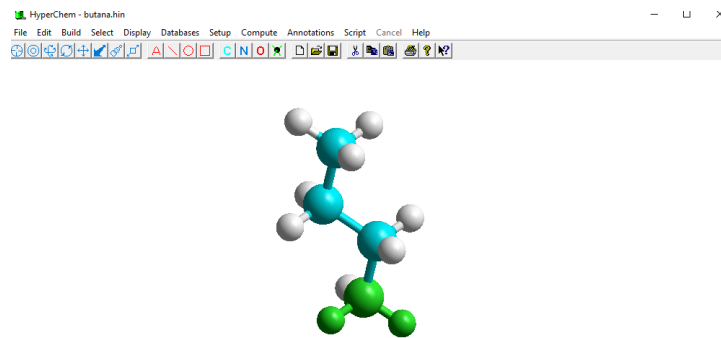
Setelah itu, guru dan siswa juga ditunjukkan cara menentukan karakteristik senyawa yang dibuat seperti panjang ikatan, sudut ikatan, sudut torsi (dihedral), energi molekuler, serta optimasi geometri. Penentuan karakteristik ini hanya bisa dilakukan melalui *software* kimia seperti *Hyperchem*, sedangkan percobaan menggunakan molimod, tidak dapat menentukan karakter-karakter tersebut.



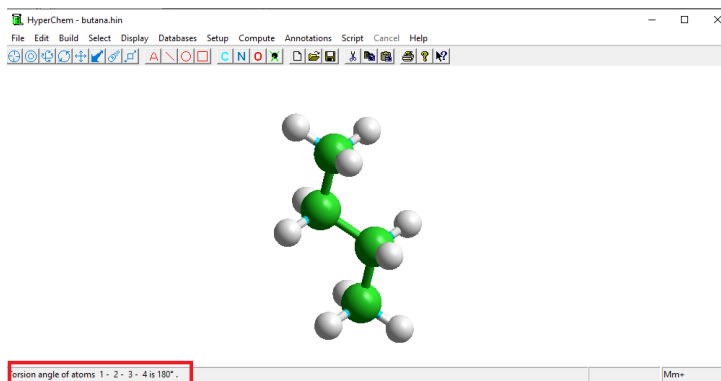
Gambar 5. Posisi koordinat salah satu atom dalam molekul



Gambar 6. Penentuan panjang ikatan antar atom dalam molekul



**Gambar 7. Penentuan sudut ikatan antar atom dalam molekul**



**Gambar 8. Penentuan sudut dihedral molekul**

Setelah penyampaian materi dan simulasi, kegiatan dilanjutkan dengan diskusi atau tanya jawab antara pemateri dengan peserta workshop. Hal ini dilakukan karena metode diskusi dan tanya jawab diketahui efektif dalam meningkatkan penguasaan materi, minat, serta motivasi belajar siswa sehingga akan berdampak pada hasil belajarnya (Abdika, Arham, and Sudirman 2019; Baroroh and Ismatulloh 2022; Side, Hardin, and Tanrere 2013; Sudiarti 2021). Terdapat beberapa pertanyaan dari siswa maupun guru mengenai penggunaan *software Hyperchem* dalam menggambar struktur senyawa kimia. Dengan pemahaman dan pengalaman pemateri, seluruh pertanyaan tersebut telah terjawab serta dapat dipahami oleh peserta workshop.



**Gambar 9. Sesi tanya-jawab dengan peserta workshop**



Selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap pelaksanaan workshop serta penggunaan *software Hyperchem*. Ada beberapa indikator yang digunakan dalam kuesioner untuk menilai tingkat pemahaman peserta workshop terhadap paparan pemateri dan penggunaan *Hyperchem* sebagai media praktikum elektronik yaitu (1) relevansi, (2) kemampuan pemateri, (3) kemudahan penggunaan, (4) ketersediaan, dan (5) kebermanfaatan.

Berdasarkan hasil evaluasi, diperoleh informasi bahwa kegiatan workshop ini mendapat respon positif baik dari segi penyampaian materi maupun penggunaan *software Hyperchem* sebagai media praktikum elektronik visualisasi struktur dan sifat senyawa kimia. Tingkat kepuasan peserta workshop dari setiap indikator yaitu di atas 60% untuk kategori setuju, yaitu indikator relevansi sebesar 68%, indikator kemampuan pemateri sebesar 64 dan 72%, indikator kemudahan pengguna sebesar 64%, dan indikator kebermanfaatan sebesar 72 dan 64%. Sementara itu, pada indikator ketersediaan respon positif hanya berkaitan dengan komputerisasi yang mendukung penggunaan *software Hyperchem* yaitu sebesar 64%. Sedangkan respon terhadap kemudahan untuk memperoleh *software Hyperchem* relatif rendah karena *Hyperchem* tidak tersedia secara gratis. Akumulasi respon setuju dan sangat setuju dari semua indikator kecuali aspek ketersediaan berada pada rentang 80-96%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rata-rata peserta yang ikut kegiatan workshop memahami paparan pemateri dan penggunaan *Hyperchem* sebagai media praktikum elektronik.

Pelaksanaan workshop ini berlangsung lancar juga berakhir dengan tertib. Foto bersama antara tim pelaksana dan peserta menjadi tanda penutup rangkaian kegiatan workshop. Sebagai tindak lanjut, tim pelaksana akan membuat perjanjian kerjasama dengan pihak SMA Negeri 1 Mawasangka Timur yang salah satu poinnya berupa penyusunan penuntun praktikum kimia secara elektronik menggunakan *software Hyperchem*.



Gambar 11. Foto bersama tim pelaksana dan peserta workshop

## SIMPULAN

Kehadiran *software Hyperchem* merupakan solusi alternatif dalam pelaksanaan praktikum struktur senyawa kimia yang belum bisa terlaksana di laboratorium karena minimnya fasilitas penunjang praktikum. Sementara itu, hampir semua sekolah menengah atas telah memiliki laboratorium komputer yang bisa dioptimalkan untuk pelaksanaan praktikum kimia secara elektronik. *Software Hyperchem* memiliki beberapa keunggulan dalam menggambar, menentukan sifat-sifat dari suatu molekul, serta melakukan optimasi geometri dan perhitungan energi dari suatu molekul yang mana kelebihan tersebut tidak dapat diperoleh dari praktikum menggunakan molimod di laboratorium. Melalui kegiatan workshop pengenalan *software Hyperchem*, baik guru kimia maupun siswa dapat mengetahui, melihat langsung, serta menggunakan fitur *Hyperchem* dalam melakukan praktikum elektronik visualisasi struktur dan sifat senyawa kimia. Diharapkan kedepannya, *software* ini bisa digunakan dan terus dipelajari mengingat masih banyaknya fungsi dari *software Hyperchem* tersebut. Berdasarkan hasil evaluasi, diperoleh informasi bahwa kegiatan workshop ini mendapat respon positif baik dari segi penyampaian materi maupun penggunaan *software Hyperchem* sebagai media praktikum elektronik visualisasi struktur dan sifat senyawa kimia dengan tingkat kepuasan di atas 80% untuk indikator relevansi, kemampuan pemateri, kemudahan penggunaan, dan kebermanfaatan. Mengingat *software Hyperchem* tidak tersedia secara gratis, maka peran dan dukungan dari pihak pimpinan sekolah sangat dibutuhkan dalam rangka memfasilitasi pengadaan *software* tersebut untuk merealisasikan pelaksanaan praktikum elektronik di sekolah.

## Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih diberikan kepada SMA Negeri 1 Mawasangka Timur yang telah menyambut baik pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dosen-dosen USN Kolaka. Sebagai tindak lanjut, penuntun praktikum juga telah dipesan oleh pihak sekolah serta dibuat Perjanjian Kerjasama guna melanjutkan hubungan Kerjasama dan kegiatan-kegiatan lain di masa yang akan datang.

## REFERENSI

- Abdika A., Yayan, Y., Arham, M.A., & Sudirman, S. (2019). Pengaruh Metode Tanya Jawab Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jambura Economic Education Journal*, 1(2), 88-98.
- Baroroh, E. K., & Kholida I. (2022). Pengaruh Metode Pembelajaran Diskusi Kelompok Terhadap Prestasi Belajar Kimia Di Kelas XI IPA SMAN 1 Pringgasela. *LAMBDA: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA dan Aplikasinya* 2(1), 1-5.
- Cherinka, B., Andrews, B. H., Sánchez-Gallego, J., Brownstein, J., Argudo-Fernández, M., Blanton, M., ... & Yan, R. (2019). Marvin: A tool kit for streamlined access and visualization of the SDSS-IV MaNGA data set. *The Astronomical Journal*, 158(2), 1-15.
- Devi, P. K. (2008). *Modul Guru Pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.
- Elyas, A. H. (2018). *Penggunaan model pembelajaran e-learning dalam meningkatkan kualitas pembelajaran*. Warta Dharmawangsa edisi 56. Medan: Universitas Dharmawangsa.

- Froimowitz, M. (1993). HyperChem: a software package for computational chemistry and molecular modeling. *Biotechniques*, 14(6), 1010-1013.
- Gray, W. D., & Saizman, M. C. (1998). Repairing Damaged Merchandise: A Rejoinder. *Human-Computer Interaction* 13(3), 325-35.
- Hanwell, M. D., Curtis, D. E., Lonie, D. C., Vandermeersch, T., Zurek, E., & Hutchison, G. R. (2012). Avogadro: an advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform. *Journal of cheminformatics*, 4(1), 1-17.
- Hasan, B. (2020). Pemanfaatan Google Classroom dalam Mata Kuliah Menggunakan Media Video Screencast O-Matic. *Widya Wacana: Jurnal Ilmiah* 15(1), 9-15.
- Kamarga, H. (1996). *Pembelajaran Sejarah Melalui E-Learning*. Bandung: IKIP Bandung.
- Meyers, S. A. (2009). Service Learning as an Opportunity for Personal and Social Transformation. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education* 21(3), 373-381.
- Nurchayyo, W., & Maimunah, M. (2009). Pengambilan Keputusan Sistem Produksi Dengan Metode Simulasi Komputer. *CCIT Journal* 3(1), 1-18.
- Pranowo, D. H. (2022). *Pengantar Kimia Komputasi, Austrian-Indonesian Centre for Computational Chemistry (AIC)*. Yogyakarta: Jurusan Kimia FMIPA UGM.
- Ramadhan, R. F., Manoppo, Y., & Unwakoly, S. (2019). Pengaruh Penggunaan Media Molymod Pada Praktikum Kimia Organik II terhadap Hasil Belajar Mahasiswa Pendidikan Kimia FKIP Unpatti. *Science Map Journal*, 1(1), 42-49.
- Setiawan, R., Mardapi, D., Pratama, A., & Ramadan S. (2019). Efektivitas Blended Learning dalam Inovasi Pendidikan Era Industri 4.0 Pada Mata Kuliah Teori Tes Klasik. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan* 6(2), 148-158.
- Side, S., Hardin, H., & Tanrere, M. (2013). Penerapan Metode Diskusi Berkelanjutan pada Mata Pelajaran Kimia untuk Meningkatkan Keaktifan dan Hasil Belajar Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 11 Makassar. *Jurnal Chemica* 14(1), 46-54.
- Sudiarti, S. (2021). Peningkatkan Prestasi Belajar Kimia Melalui Penerapan Kombinasi Metode Diskusi Kelompok dan Penugasan Terstruktur. *ACADEMIA: Jurnal Inovasi Riset Akademik* 1(1), 11-19.
- Wardono., Waluya, S. B., & Mariani, S. (2016). Mathematics literacy on problem based learning with indonesian realistic mathematics education approach assisted e-learning edmodo. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 693, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.

#### Copyright and License



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2023 Muhamad Jalil Baari, L. A. Na'ani, Agusriyadin, Megawati, Faradisa Anindita, Alfiah Alif, Salim, Netty Huzniati Andas, Arif Prasetya, Sarimuddin, Dian Permana.