

Pelatihan Simulasi Berbasis Kimia Komputasi Untuk Pengembangan Modul Pembelajaran Interaktif

¹⁾Kautsar Ul Haq, ²⁾Alfinda Novi Kristanti, ³⁾Hery Suwito, ⁴⁾Nanik Siti Aminah, ⁵⁾Axl Laurens Lukas Windah, ⁶⁾Ardiana Ilham Nurrohman, ⁷⁾Tjitjik Srie Tjahjandarie, ⁸⁾Gede Partha Octana Kurniawan

^{1,2,3,4,5,6,7)}Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Indonesia

⁸⁾MGMP Kimia Kota Tomohon, Provinsi Sulawesi Utara, Indonesia

Email Corresponding: kautsar.ul.haq@fst.unair.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci:

Pemodelan Kimia
Kimia Komputasi
Sekolah Menengah Atas
Pembelajaran Interaktif
Alat virtual

Pemodelan kimia berbasis komputer merupakan topik penting dalam kimia komputasi. Meskipun belum termasuk dalam kurikulum Sekolah Menengah Atas, pendekatan komputasional dapat mendukung pembelajaran yang lebih interaktif dan berfungsi sebagai alat virtual untuk menjelaskan serta memprediksi reaktivitas kimia. Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan pemahaman guru mengenai konsep dan praktik kimia komputasi, serta relevansinya dengan kurikulum. Pelatihan dilakukan melalui ceramah dan sesi praktikum menggunakan Avogadro 1.2.0 dan MOPAC2016. Efektivitas program dievaluasi secara kuantitatif dan kualitatif, sedangkan keberlanjutan dianalisis melalui penugasan di mana para guru merancang rencana integrasi materi ke dalam pembelajaran mereka. Analisis pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan signifikan pada nilai peserta, dari rata-rata 44,9 menjadi 62,5 ($P < 0,01$). Umpan balik kualitatif menunjukkan bahwa para guru mengembangkan ide konkret untuk menerapkan kimia komputasi dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Peserta menilai pelatihan ini relevan dengan kebutuhan pengajaran mereka. Program ini meningkatkan kesiapan dan motivasi mereka untuk mengintegrasikan kimia komputasi dalam praktik pembelajaran.

ABSTRACT

Keywords:

Chemical Simulation
Computational chemistry
Senior High School
Interactive Learning
Virtual Tools

Computer-based chemical modelling is a key topic in computational chemistry. Although not included in the senior high school curriculum, computational approaches can support more interactive learning and serve as virtual tools to explain and predict chemical reactivity. This community outreach program aimed to improve teachers' understanding of computational chemistry concepts and practices, as well as their relevance to the curriculum. The training consisted of lectures and hands-on sessions using Avogadro 1.2.0 and MOPAC2016. Program effectiveness was evaluated quantitatively and qualitatively, and sustainability was assessed through assignments in which teachers outlined plans to integrate the materials into their teaching. Pre- and post-test analysis showed a significant increase in participants' scores, from an average of 44.9 to 62.5 ($P < 0.01$). Qualitative feedback indicated that teachers developed concrete ideas for applying computational chemistry in classroom activities. Participants found the training relevant to their instructional needs. The program enhanced their readiness and motivation to incorporate computational chemistry into their teaching practices.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



I. PENDAHULUAN

Kimia komputasi merupakan bidang dalam ilmu kimia yang memanfaatkan prinsip-prinsip mekanika fisik, baik klasik maupun kuantum, untuk memecahkan beragam persoalan kimia. Perkembangannya semakin pesat berkat kemajuan teknologi komputer (Lewars, 2003). Saat ini, peran kimia komputasi tampak jelas dalam berbagai inovasi, seperti rekayasa material dengan sifat khusus, desain obat, pembuatan vaksin, hingga optimasi kinerja enzim (Goh et al., 2017; Sunita et al., 2020; Unoh et al., 2022; Wijma and Janssen, 2013). Dalam dunia pendidikan tinggi, kimia komputasi juga dimanfaatkan untuk memprediksi atau

menerangkan fenomena kimia tertentu, sehingga membantu mahasiswa memahami materi dengan lebih baik (Kuroki et al., 2023).

Dalam kurikulum kimia di jenjang SMA, topik kimia komputasi belum dikenalkan maupun dibahas. Dasar-dasar bidang ini baru dipelajari pada semester kelima di program studi kimia murni. Meski benar bahwa penerapan komputasi dalam penelitian membutuhkan pemahaman mendalam mengenai kimia kuantum serta perhitungan yang biasanya dijalankan pada komputer berperforma tinggi, kebutuhan tersebut tidak berlaku untuk level SMA. Untuk tujuan pembelajaran, siswa tidak memerlukan penguasaan kimia kuantum secara mendalam, dan berbagai perhitungan dapat dijalankan menggunakan komputer atau laptop biasa. Oleh karena itu, guru kimia perlu menguasai aspek teknis kimia komputasi agar dapat membimbing siswa memanfaatkan simulasi virtual yang murah, cepat, dan mudah diakses untuk mencari solusi atau memahami fenomena kimia yang diajarkan di tingkat SMA.

Sebagai garda terdepan dalam proses pendidikan, guru dituntut untuk menyajikan materi pembelajaran yang lebih interaktif, salah satunya melalui penggunaan alat peraga virtual sebagai solusi atas berbagai kendala yang ada. Komputer kini bukan lagi barang mewah dan telah tersedia di banyak sekolah, serta dimiliki oleh sebagian besar guru dan siswa. Meski demikian, pemahaman guru mengenai kimia komputasi masih sangat minim, sehingga diperlukan edukasi terlebih dahulu terkait topik tersebut. Permasalahan-permasalahan yang ada dapat diatasi dengan mengintegrasikan kimia komputasi ke dalam proses pembelajaran, sehingga pelatihan mengenai integrasi kimia komputasi bagi guru kimia menjadi langkah yang tepat. Pelatihan ini tidak hanya memperluas wawasan, tetapi juga meningkatkan keterampilan teknologi para guru, memungkinkan mereka bereksperimen dan berinovasi dalam menciptakan media pembelajaran maupun topik praktikum virtual yang sesuai dengan pembelajaran berbasis teknologi digital di SMA (Marwan and Nugraha, 2022; Ul Haq et al., 2024; Wardana et al., 2017; Yuanita et al., 2018). Dengan demikian, guru dapat menyampaikan materi kimia dengan cara yang lebih menarik, dan siswa pun akan merasa bahwa materi yang dipelajari lebih bermanfaat serta relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Untuk mencapai tujuan tersebut, guru perlu mengikuti pelatihan secara berkelanjutan. Pola pelatihan bagi guru pun bergeser dari sekadar seminar atau lokakarya menuju bentuk pelatihan yang lebih aplikatif. Kegiatan ini dilaksanakan melalui program berjudul "**Pelatihan Penerapan Teknologi Berbasis Kimia Komputasi untuk Pembuatan Modul Pembelajaran Kimia yang Interaktif Tingkat Sekolah Menengah Atas**". Dalam pelatihan ini, guru-guru SMA akan mendapatkan penjelasan mengenai penerapan konsep kimia kuantum serta contoh materi kimia SMA yang dapat dikombinasikan dengan kimia komputasi. Setelah sesi teori, kegiatan dilanjutkan dengan praktikum agar para guru memperoleh pemahaman, keterampilan, dan pengalaman langsung dalam menggunakan kimia komputasi untuk mendukung pembelajaran di kelas. Melalui program Pengabdian Kepada Masyarakat ini, diharapkan guru-guru kimia SMA dapat memperluas wawasan mereka mengenai kimia komputasi dan mampu mengintegrasikannya dalam proses belajar-mengajar. Dengan demikian, mereka dapat membimbing siswa secara lebih efektif, terutama pada materi-materi yang sulit dilakukan secara praktikum karena keterbatasan alat, biaya, waktu, maupun fasilitas.

II. MASALAH

Berdasarkan informasi dari para mitra, yaitu guru-guru SMA yang tergabung dalam MGMP Kimia Kota Tomohon dan Kabupaten Minahasa dengan jumlah sekitar 20 orang, terdapat sejumlah hambatan dalam penerapan Kurikulum Merdeka saat ini. Tantangan terbesar muncul dari karakteristik generasi sekarang yang tumbuh di tengah kemajuan teknologi yang sangat cepat. Salah satu dampak negatifnya adalah menurunnya minat membaca serta rendahnya motivasi belajar. Namun, generasi ini memiliki kemampuan visual dan daya imajinasi yang lebih kuat dibandingkan generasi sebelumnya. Potensi visual ini sebenarnya dapat dimanfaatkan melalui penggunaan alat peraga dan penambahan kegiatan praktikum yang relevan dengan materi pelajaran. Alat peraga tidak hanya membantu memperjelas konsep, tetapi juga mampu merangsang imajinasi siswa. Penambahan praktikum pun dapat memperkaya pemahaman dan keterampilan mereka. Sayangnya, tidak semua sekolah memiliki alat peraga yang memadai, sementara penambahan praktikum membutuhkan biaya operasional tambahan. Lebih jauh lagi, masih ada SMA yang bahkan belum memiliki fasilitas laboratorium kimia.



Gambar 1. Foto SMA Katolik Karitas Tomohon yang dijadikan Lokasi Kegiatan Pengabdian Masyarakat ini (Sumber: Kemdisdakmen)

III. METODE

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM) ini dilaksanakan pada 13 Agustus 2025 di SMA Katolik Karitas Kota Tomohon. Pelaksanaan kegiatan mengikuti beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan Kegiatan dan Materi

Tahap persiapan dimulai dengan diskusi bersama Ketua MGMP Kimia Kota Tomohon untuk mengidentifikasi berbagai kendala dalam pengajaran kimia saat ini. Setelah itu, dilakukan koordinasi mengenai penentuan waktu, lokasi, dan peserta pelatihan. Berdasarkan informasi yang diperoleh, tim PkM juga menelaah Kurikulum Merdeka untuk memetakan materi yang berpotensi diintegrasikan dengan kimia komputasi. Hasil telaah ini kemudian dijadikan dasar untuk menyusun materi ceramah/kuliah serta topik praktikum.

2. Pelaksanaan Kegiatan Pelatihan

Pelaksanaan kegiatan PkM ini dilakukan dalam 3 sesi. Sesi pertama adalah registrasi dan sambutan-sambutan dilanjutkan dengan pengenalan program studi jurusan Kimia untuk meningkatkan wawasan guru mengenai peluang atau prospek lulusan kimia murni. Sesi kedua adalah pemberian materi dengan metode ceramah dan diskusi. Dalam sesi tersebut peserta diberikan materi mengenai perkembangan kimia komputasi dan bagaimana integrasi kimia komputasi ke kurikulum merdeka. Tujuannya adalah memberikan wawasan dan pengetahuan pada peserta mengenai kimia komputasi dan bagaimana implemmentasi dan penerapannya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

Pada sesi ketiga barulah peserta melakukan kegiatan praktikum. Peserta terlebih dahulu diajari bagaimana mengoperasikan Avogadro dan MOPAC2016 (Hanwell et al., 2012; Stewart, 2016). Setelah itu, peserta diberi dua topik praktikum, dimana topik pertama dikerjakan secara mandiri dan topik kedua dikerjakan secara kolaboratif berkelompok. Dalam pengerjaan topik tersebut peserta didampingi oleh asisten. Tujuan dari sesi praktikum ini adalah meningkatkan keterampilan dan memberikan gambaran bagaimana eksperimen teoretis secara sederhana dilakukan.

3. Evaluasi Pelaksanaan Kegiatan Pelatihan dan Keberlanjutan Program PkM

Evaluasi kegiatan dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Evaluasi kuantitatif diperoleh dari hasil pretest dan posttest yang dianalisis menggunakan uji t berpasangan (*paired t-test*). Sementara evaluasi kualitatif dilakukan melalui observasi selama praktikum berlangsung serta melalui kuesioner yang diisi peserta pada akhir kegiatan untuk menilai kelebihan, kekurangan, dan efektivitas program.

Keberlanjutan program dinilai dari dua aspek. Pertama, adanya proses transfer pengetahuan antar guru kimia se-Kota Tomohon terkait inovasi pembelajaran sebagai bagian dari upaya penerapan Merdeka Belajar. Kedua, tersusunnya rencana integrasi dan penerapan metode kimia komputasi di kelas masing-masing. Untuk menilai kesiapan tersebut, setiap kelompok peserta diwajibkan menyusun proyek perencanaan integrasi kimia komputasi dalam kegiatan belajar-mengajar.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Telaah Kurikulum Merdeka

Berdasarkan telaah Kurikulum Merdeka pada tingkat SMA/MA, ada beberapa materi dalam kimia komputasi yang dapat diintegrasikan ke kurikulum kimia SMA/MA, yakni mengenai Struktur Molekul dan

Elektronik, Interaksi Antarmolekul, Termokimia untuk Memprediksi Kecenderungan Reaksi Kimia dan Reaktivitas Berdasarkan Muatan Parsial. Hubungan antar materi praktikum dan materi kimia SMA/MA ditampilkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Tabel kesesuaian hubungan tema dan materi praktikum Kimia Komputasi dengan Materi Kimia SMA/MA pada Kurikulum Merdeka.

No	Tema	Materi Praktikum Kimia Komputasi	Hubungan dengan Materi SMA/MA
1	Prediksi Struktur Molekul dan Elektronik	Seberapa Akurat Komputer Memprediksi Struktur 3 Dimensi?	Ikatan Kimia: Ikatan Kovalen -Bentuk Molekul (Kelas 10, Kurikulum Merdeka Fase F)
		Bagaimana Memprediksi Jenis Ikatan Kovalen?	Ikatan Kimia: Ikatan Kovalen - Pembentukan dan Struktur (Kelas 10, Kurikulum Merdeka Fase F)
2	Simulasi Interaksi Antarmolekul	Manakah yang Lebih Sulit Menguap: Air atau Hidrogen Sulfida?	Sistem dan Sifat Periodik: Titik Leleh dan Titik Didih (Kelas 10, Kurikulum Merdeka Fase E)
		Mengapa Sifat Koligatif Asam Karboksilat Menyimpang?	<ul style="list-style-type: none"> Sifat Koligatif Larutan: Sifat Koligatif yang Abnormal (Kelas 12, Kurikulum Merdeka Fase F) Asam Alkanoat dan Ester: Struktur, Tata Nama, dan Sifat (Kelas 12, Kurikulum Merdeka Fase F)
		Mengapa Basa Nitrogen pada Asam Nukleat dapat Berpasangan?	Biomolekul: Asam Nukleat (Kelas 12, Kurikulum Merdeka Fase F)
3	Perhitungan Termokimia untuk Memprediksi Kecenderungan Reaksi Kimia	Yang Kaya akan Semakin Kaya: Aturan Markovnikov	<ul style="list-style-type: none"> Termokimia (Kelas 11, Kurikulum Merdeka Fase F) Reaksi Umum Senyawa Karbon (Kelas 12, Kurikulum Merdeka Fase F)
		Bagaimana bisa terjadi Hujan Asam?	<ul style="list-style-type: none"> Termokimia (Kelas 11, Kurikulum Merdeka Fase F) Larutan Asam Basa (Kelas 11, Kurikulum Merdeka Fase F) Unsur Unsur Golongan 16 (VIA) (Kelas 12, Kurikulum Merdeka Fase F)
		Manakah yang stabil: Cincin 3, 4, 5, atau 6?	<ul style="list-style-type: none"> Termokimia (Kelas 11, Kurikulum Merdeka Fase F) Hidrokarbon dan Minyak Bumi: Sikloalkana (Kelas 11, Kurikulum Merdeka Fase F)
4	Mempelajari Reaktivitas Berdasarkan Muatan Parsial	Reaksi Substitusi pada Benzena: Orto, Meta, ataukah Para?	<ul style="list-style-type: none"> Benzena dan Aromatik: Reaksi Kimia dari Senyawa Aromatik (Kelas 12, Kurikulum Merdeka Fase F) Reaksi Umum Senyawa Karbon (Kelas 12, Kurikulum Merdeka Fase F)

2. Pelaksanaan Kegiatan Pelatihan Kimia Komputasi

Kegiatan pelatihan ini dihadiri oleh 11 orang, dimana seorang diantaranya adalah kepala sekolah SMA Katolik Karitas Kota Tomohon. Mereka diundang untuk memberikan sambutan. Sebanyak 10 orang lainnya merupakan peserta yang terdiri dari guru-guru kimia SMA/MA Negeri maupun Swasta yang tersebar di Kota

Tomohon. Secara keseluruhan, kegiatan pelatihan yang berlangsung pada tanggal 13 Agustus 2025 berhasil terlaksana sesuai susunan acara pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Tabel Susunan Acara Kegiatan Pelatihan Kimia Komputasi

No	Jam	Kegiatan	Penanggung Jawab
1	08.00 – 08.30	Registrasi Peserta & Instalasi Perangkat Lunak	Tim Dosen UNAIR
2	08.30 – 09.30	Rangkaian Acara Pembukaan Kegiatan	Tim MGMP Kimia Kota Tomohon
3	09.30 – 09.45	<i>Pre-Test</i>	Tim Dosen UNAIR
4	09.45 – 10.15	Materi Pembuka : “Pengenalan Universitas Airlangga dan Program Studi Kimia”	Tim Dosen UNAIR
5	10.15 – 11.00	Materi Inti : “Integrasi Kimia Komputasi dalam Pembelajaran Materi Kimia”	Tim Dosen UNAIR
6	11.00 – 12.00	Pengoperasian dasar perangkat lunak Avogadro & MOPAC	Tim Dosen UNAIR
7	12.00 – 13.00	ISHOMA	Tim MGMP Kimia Kota Tomohon
8	13.00 – 13.45	Sesi Praktikum	Tim Dosen UNAIR
9	13.45 – 14.00	Sesi Diskusi	Tim Dosen UNAIR
10	14.00 – 14.15	<i>Post-test</i>	Tim Dosen UNAIR
11	14.15 – 14.30	Sesi <i>Feedback</i>	Tim Dosen UNAIR
12	14.30 – 14.45	Pengumuman Peserta Teraktif dan Terbaik	Tim Dosen UNAIR
13	14.45 – 15.00	Penutupan acara	Tim MGMP Kimia Kota Tomohon

Kegiatan pelatihan dibuka dengan sambutan dari kedua belah pihak yang dilanjutkan dengan foto bersama (**Gambar 2**). Setelah itu, peserta mengikuti *pre-test* sebagai bentuk penilaian awal untuk mengukur pengetahuan dan wawasan peserta mengenai kimia komputasi. Pada sesi tersebut, tidak semua peserta mengikuti karena ada beberapa peserta yang terlambat karena adanya agenda mendadak dari Dinas Pendidikan setempat.



Gambar 2. Foto Bersama sebelum sesi pembukaan (kiri) dan sesi pengenalan Departemen Kimia (kanan).

Sebelum memasuki materi inti, Prof. Dr. Alfinda Novi Kristanti, M.Si., sebagai perwakilan tim dosen dari Universitas Airlangga, terlebih dahulu memaparkan profil Universitas Airlangga beserta program studi Kimia. Penyampaian ini dianggap penting karena beberapa guru yang tergabung dalam MGMP Kimia Kota Tomohon ternyata belum familiar dengan universitas tersebut. Selain itu, penjelasan mengenai profil, kompetensi, serta prospek kerja lulusan S1 Kimia juga diperlukan, mengingat banyak guru belum memahami peluang karier dari program studi tersebut sehingga belum dapat memberikan informasi yang memadai kepada para siswa.



Gambar 3. Foto saat pemaparan materi (kiri) dan sesi praktikum (kanan).

Setelah sesi tersebut, materi inti kemudian disampaikan oleh Kautsar Ul Haq, M.Si. Secara umum, beliau menjabarkan tentang penerapan kimia komputasi dan bagaimana cara mengimplementasikannya ke dalam pembelajaran yang interaktif (**Gambar 3**). Dari sekian banyaknya konsep materi kimia SMA, simulasi struktur tiga dimensi molekul, perhitungan termokimia, rasionalisasi aturan Markovnikov, serta perhitungan muatan elektrostatik senyawa organik aromatis menjadi konsep yang dicontohkan dalam pelatihan. Agar dapat menjelaskan materi-materi tersebut secara interaktif menggunakan kimia komputasi, para peserta dipandu untuk dapat mengoperasikan secara dasar perangkat lunak terkait, yakni program Avogadro dan MOPAC16. Kedua program tersebut dipilih karena berlisensi bebas (*freeware*) dan mudah untuk dipahami oleh orang awam (*user-friendly*).

Tabel 3. Topik yang diberikan selama pelatihan beserta tujuannya.

No	Materi	Tujuan Praktikum
1	Prediksi Struktur Molekul dan Elektronik	Guru diharapkan bisa membimbing siswa untuk melakukan optimasi geometri dari dua golongan molekul, yakni yang sesuai dengan teori oktet dan yang tidak sesuai dalam level teori semiempiris.
2	Simulasi Interaksi Antarmolekul	Guru diharapkan dapat membimbing dan menjelaskan keberadaan interaksi non kovalen, seperti ikatan hidrogen dan interaksi van der Waals, baik ditinjau dari energi dan struktur serta pengaruhnya pada sifat fisik senyawa, seperti titik didih, titik leleh dan sifat koligatifnya.
3	Perhitungan Termokimia Untuk Memprediksi Kecenderungan Reaksi Kimia	Guru diharapkan dapat membimbing dan menjelaskan pada siswa mengenai rasionalisasi aturan Markovnikov dari sudut pandang termokimia sehingga siswa mendapatkan gambaran mengenai aplikasi termokimia dalam memprediksi reaksi-reaksi kimia organik
4	Mempelajari Reaktivitas Berdasarkan Muatan Parsial	Guru diharapkan dapat membimbing dan menjelaskan pada siswa mengenai reaktivitas benzena monosubstitusi yang terjadi akibat perbedaan distribusi elektron pada cincin sehingga siswa memiliki gambaran bagaimana selektivitas reaksi pada suatu molekul dipengaruhi oleh distribusi elektronnya

Setelah sesi pengoperasian dasar, kegiatan praktikum dilakukan dengan membagi menjadi empat kelompok sesuai topik yang diberikan pada **Tabel 3**. Pada tiap kelompok, diberikan suatu topik yang mengharuskan para peserta untuk mengoperasikan perangkat lunak Avogadro dan MOPAC16. Hasil akhir dari praktikum ini adalah presentasi mengenai bagaimana para peserta mampu menyelesaikan masalah yang

diberikan menggunakan kimia komputasi, dan bagaimana rencana para peserta dalam mengimplementasikannya dalam pelajaran kimia SMA (**Gambar 4**).

3. Evaluasi Hasil Akhir Kegiatan Pelatihan dan Keberlanjutan Program PkM

Evaluasi yang dilakukan dalam kegiatan PkM ini adalah berupa diadakannya *pre-test* dan *post-test* dengan materi kimia dasar dan juga dasar kimia komputasi. Hasil akhir dari kedua tes tersebut kemudian dianalisis secara statistika untuk mengevaluasi bagaimana jalannya kegiatan pelatihan tersebut. Uji statistika tersebut ditampilkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil uji t berpasangan dari hasil *pre-test* dan *post-test* peserta

	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>
Rata-rata	44,88	62,5
Varians	290,41	151,71
Jumlah sampel	8	8
Korelasi Pearson	0,84	
Derajat kebebasan	7	
t hitung	-5,22	
P(T<=t) one-tail	6,11 x 10 ⁻⁵	

Dari hasil tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa terjadinya peningkatan yang signifikan pemahaman para peserta dari sebelum pelatihan dan sesudah pelatihan ($P < 0,0001$). Selain dari kedua tes tersebut, para peserta juga diberikan formulir kepuasan sebagai bentuk evaluasi kegiatan secara kualitatif. Dari hasil tersebut, peserta merasa bahwa pelatihan yang telah mereka dapatkan sesuai dengan kebutuhan pengajaran mereka dan juga merasa puas dengan kinerja dari panitia.



Gambar 4. Foto saat sesi diskusi (kiri) dan sesi testimoni (kanan).

Setelah mengikuti kegiatan pelatihan, para peserta memiliki berbagai ide untuk mengintegrasikan kimia komputasi dalam kegiatan pembelajaran. Ide-ide tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua materi utama, yakni materi ikatan kimia dan materi senyawa hidrokarbon.

Pada materi ikatan kimia, terdapat peserta yang akan menggunakan program Avogadro untuk membedakan senyawa polar dan non-polar. Selain tujuan tersebut, ada juga peserta yang ingin menggunakan program Avogadro untuk menjelaskan struktur 3D senyawa kimia secara interaktif kepada siswa. Selain penjelasan secara interaktif, siswa juga ditugaskan untuk menggambar struktur 3D secara mandiri.

Pada materi senyawa hidrokarbon, beberapa peserta memiliki ide serupa untuk mengimplementasikan program Avogadro dalam menjelaskan struktur 3D senyawa alkana, alkena, dan alkuna. Dalam tujuan pembelajaran tersebut, peserta juga menyisipkan materi tambahan seperti cara menentukan jenis ikatan yang dimiliki oleh ketiga senyawa hidrokarbon tersebut melalui penentuan orde ikatan.

Selain jenis ikatan, terdapat peserta yang akan menggunakan ilustrasi struktur 3D dalam menentukan tata nama senyawa hidrokarbon. Disamping senyawa hidrokarbon alifatis, terdapat peserta yang ingin mengimplementasikan kimia komputasi untuk menjelaskan struktur dan reaktivitas senyawa hidrokarbon aromatis secara lebih interaktif. Hal tersebut cukup bagus mengingat tidak banyak sekolah yang memberikan materi senyawa hidrokarbon aromatis.

V. KESIMPULAN

Pelatihan Kimia Komputasi sebagai strategi inovatif dalam mengimplementasikan Kurikulum Merdeka telah terlaksana dengan sukses berkat dukungan MGMP Kimia Kota Tomohon pada tanggal 13 Agustus 2025. Kegiatan pelatihan dilaksanakan melalui dua pendekatan, yaitu sesi ceramah/kuliah dan sesi praktikum. Evaluasi keberhasilan program dilakukan dengan metode kuantitatif melalui *pre-test* dan *post-test*, serta metode kualitatif melalui pengisian kuesioner. Keberlanjutan program dinilai dari tugas penyusunan rencana integrasi materi pelatihan ke dalam proses pembelajaran di sekolah masing-masing. Berdasarkan hasil evaluasi, para peserta merasa bahwa pelatihan yang diberikan sudah sesuai dengan kebutuhan mereka dalam kegiatan mengajar. Selesai mengikuti pelatihan ini, para guru memperoleh beragam gagasan untuk menerapkan kimia komputasi dalam proses pembelajaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) dan Fakultas Sains dan Teknologi (FST) Universitas Airlangga (SK No. 463/UN3/2025) yang telah memberikan dukungan finansial terhadap pengabdian yang telah dilaksanakan. Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak-pihak yang terkait dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Goh, G. B., Hodas, N. O., & Vishnu, A. (2017). Deep learning for computational chemistry. *Journal of computational chemistry*, 38(16), 1291-1307.
- Hanwell, M. D., Curtis, D. E., Lonie, D. C., Vandermeersch, T., Zurek, E., & Hutchison, G. R. (2012). Avogadro: an open-source molecular builder and visualization tool. *J. Cheminform*, 4(17), 22889332.
- Kuroki, N., Mochizuki, Y., & Mori, H. (2023). Practical computational chemistry course for a comprehensive understanding of organic, inorganic, and physical chemistry: From molecular interactions to chemical reactions. *Journal of Chemical Education*, 100(2), 647-654.
- Lewars, E. (2003). *Computational chemistry: introduction to the theory and applications of molecular and quantum mechanics*. Boston, MA: Springer US.
- Marwan, A. G., & Nugraha, A. W. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan Metode Komputasi pada Sub Pokok Bahasan Haloalkana di SMA. *Humantech: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 1(7), 927-934.
- Stewart, J. J. (2007). Stewart computational chemistry. <http://openmopac.net/>.
- Sunita, S. A., Singh, Y., & Shukla, P. (2020). *Computational tools for modern vaccine development*. *Hum Vaccines Immunother* 16 (3): 723–735.
- Ul Haq, K., Kristanti, A. N., Suwito, H., Aminah, N. S., Rusdipoetra, R. A., Alfian, F. R., & Asyura, S. (2024). INTEGRASI KIMIA KOMPUTASI UNTUK Mendukung Media Pembelajaran Kimia Sekolah Menengah Atas yang Interaktif: Strategi Inovatif untuk Mengimplementasikan Kurikulum Merdeka. *Jurnal Layanan Masyarakat*, 8(4).
- Unoh, Y., Uehara, S., Nakahara, K., Nobori, H., Yamatsu, Y., Yamamoto, S., ... & Tachibana, Y. (2022). Discovery of S-217622, a noncovalent oral SARS-CoV-2 3CL protease inhibitor clinical candidate for treating COVID-19. *Journal of medicinal chemistry*, 65(9), 6499-6512.
- Wardana, I., Banggali, T., & Husain, H. (2017). Penerapan model pembelajaran kooperatif tipe student team achievement division (STAD) untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI IPA Avogadro SMA Negeri 2 Pangkajene (Studi pada Materi Asam Basa). *Jurnal Chemica*, 18(1), 76-84.
- Wijma, H. J., & Janssen, D. B. (2013). Computational design gains momentum in enzyme catalysis engineering. *The FEBS journal*, 280(13), 2948-2960.
- Yuanita, E., Sudirman, S., Ulfa, M., Dharmayani, N. K. T., Sumarlan, I., & Sudarma, I. M. (2018). Aplikasi Chemdraw Dan Avogadro Untuk Meningkatkan Pemahaman Dan Minat Dalam Bidang Kimia. *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat*, 1(2).