

**THE INTEGRATION OF COMPUTATIONAL CHEMISTRY TO SUPPORT
INTERACTIVE LEARNING MEDIA FOR SENIOR HIGHSCHOOL: AN
INNOVATIVE STRATEGY TO IMPLEMENT 'KURIKULUM MERDEKA'**

**INTEGRASI KIMIA KOMPUTASI UNTUK MENDUKUNG MEDIA
PEMBELAJARAN KIMIA SEKOLAH MENENGAH ATAS YANG
INTERAKTIF: STRATEGI INOVATIF UNTUK MENGIMPLEMENTASIKAN
KURIKULUM MERDEKA**

**Kautsar Ul Haq*¹, Alfinda Novi Kristanti¹, Hery Suwito¹,
Nanik Siti Aminah¹, R. Aryabraga Rusdipoetra¹, Fariz Rizky Alfian¹,
Syarifah Asyura²**

*¹Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga

²Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Kimia Kota Tanjungpinang, Kepulauan
Riau

*e-mail: kautsar.ul.haq@fst.unair.ac.id

Abstract

Simulation or chemical modeling with computers is a major topic in computational chemistry. This subject is not covered in high school material, however, this method can be applied to support a more interactive learning process. Computational chemistry can be used as a virtual teaching aid and can also be used to help explain or predict chemical reactivity. The aim of this Community Service is to improve teachers' understanding of computational chemistry, both in theory and practice, according to the curriculum. The training activities were conducted using two methods: Lectures and practical sessions. Avogadro 1.2.0 and MOPAC2016 software were used for this training. The outcome of this program were evaluated using quantitative and qualitative analysis. The sustainability of the program was analyzed from the assignments regarding the plan to integrate the material provided into the learning process at schools. Based on the evaluation results, participants felt that the training they had received met their teaching needs. After participating in this training, the participants had various ideas for integrating computational chemistry into learning activities.

Keywords: Computational Chemistry; Simulation; High School; Training.

Abstrak

Simulasi atau pemodelan kimia dengan komputer merupakan topik utama dalam kimia komputasi. Materi ini tidak dibahas dalam materi Sekolah Menengah Atas, namun metode ini dapat diterapkan untuk mendukung proses pembelajaran yang lebih interaktif. Kimia komputasi dapat digunakan sebagai alat peraga secara virtual dan juga dapat digunakan untuk membantu menjelaskan atau memprediksi reaktivitas kimia. Tujuan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini adalah untuk meningkatkan pemahaman guru terhadap kimia komputasi, baik secara teori dan praktik terhadap kurikulum. Kegiatan Pelatihan dilakukan dengan dua metode, yakni dengan ceramah/kuliah dan praktikum. Perangkat lunak yang digunakan adalah Avogadro 1.2.0 dan MOPAC2016. Evaluasi keberhasilan program ini dianalisis dengan metode kuantitatif dan kualitatif. Keberlanjutan program dianalisis dari penugasan mengenai rencana pengintegrasian materi yang sudah diberikan ke proses

Received 31 July 2024; Received in revised form 6 November 2024; Accepted 7 November 2024;
Available online 10 December 2024.

 [10.20473/jlm.v8i4.2024.526-536](https://doi.org/10.20473/jlm.v8i4.2024.526-536)



Copyright: © by the author(s) Open access under CC BY-SA license

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

pembelajaran di sekolah masing-masing. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, peserta merasa bahwa pelatihan yang telah mereka dapatkan sesuai dengan kebutuhan pengajaran. Setelah mengikuti pelatihan ini, para peserta memiliki berbagai ide untuk mengintegrasikan kimia komputasi dalam kegiatan pembelajaran.

Kata kunci: *Kimia Komputasi; Simulasi; Sekolah Menengah Atas; Pelatihan.*

PENDAHULUAN

Kimia komputasi merupakan cabang dari ilmu kimia yang berfokus pada pengaplikasian mekanika fisika, baik mekanika klasik dan mekanika kuantum untuk memecahkan berbagai permasalahan kimia (Lewars, 2011). Bidang ilmu ini berkembang pesat seiring perkembangan komputer. Saat ini, sumbangsih dari kimia komputasi sudah terlihat dalam berbagai inovasi, seperti rekayasa material dengan sifat khusus (Goh, dkk., 2017), perancangan obat-obatan (Unoh, dkk., 2022), pengembangan vaksin (Sunita, dkk., 2020), hingga peningkatan kinerja enzim (Wijma & Jansen, 2013). Dalam dunia pedagogi kimia tingkat universitas, kimia komputasi juga dapat dijadikan metode untuk memprediksi atau menjelaskan suatu fenomena kimia tertentu. Metode tersebut sudah terbukti dapat membantu meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam mempelajari fenomena tersebut (Kuroki, dkk., 2023)

Kimia komputasi tidak diperkenalkan dan dibahas di dalam kurikulum SMA/MA. Materi ini baru dijelaskan pada semester 5 pada jurusan kimia murni. Memang, penggunaan komputasi untuk riset memerlukan pemahaman yang cukup tinggi mengenai kimia kuantum dan perhitungannya membutuhkan komputer berkinerja tinggi. Namun, untuk keperluan pembelajaran materi SMA/MA tidak menuntut pemahaman kimia kuantum yang tinggi dan perhitungannya dapat dilakukan pada komputer rumahan atau laptop. Berdasarkan alasan tersebut, maka aspek teknis pada kimia komputasi perlu dipahami oleh guru kimia supaya dapat menuntun siswa untuk mencari jawaban atas fenomena kimia yang diajarkan pada materi SMA/MA berbasis simulasi virtual yang murah, cepat dan mudah dilakukan (Wardana, dkk., 2017).

Untuk mencapai tujuan tersebut, maka guru harus mengikuti pelatihan secara berkala. Konsep pelatihan guru akan berubah dari model seminar atau lokakarya menjadi pelatihan/workshop yang lebih praktis. Kegiatan ini dikemas sebagai pelatihan dengan judul “Workshop Integrasi Kimia Komputasi untuk Mendukung Media Pembelajaran Kimia SMA/MA yang Interaktif sebagai Strategi Pengimplementasian Kurikulum Merdeka” yang diadakan di Kota Tanjungpinang, Kepulauan Riau. Dalam kegiatan workshop tersebut guru SMA/MA akan dijelaskan mengenai penerapan kimia kuantum dan contoh-contoh materi kimia SMA/MA yang dapat diintegrasikan dengan kimia komputasi. Lalu setelah sesi penjelasan teori dilanjutkan dengan kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum ditujukan agar guru-guru tersebut memiliki skill dan memiliki pandangan mengenai penerapan kimia komputasi untuk mendukung proses pembelajaran kimia di kelas (Marwan & Nugraha, 2022).

Sejalan dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 tahun 2007, Pemerintah mengharuskan guru kimia memiliki setidaknya empat kompetensi, yaitu: 1) pedagogik, 2) kepribadian, 3) sosial, dan 4) profesional. Kompetensi profesional guru kimia ini meliputi kompetensi yang dikaitkan dengan 1) penguasaan materi, 2) struktur, 3) konsep dan 4) pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Penguasaan

dan pengalaman materi yang diperoleh di laboratorium juga merupakan hal harus dimiliki oleh guru kimia (Yuanita, dkk., 2018).

Berdasarkan keterangan tersebut, maka kegiatan ini perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan profesionalisme guru SMA. Penyampaian materi dilakukan dalam bentuk ceramah dan praktikum. Diharapkan dari Pengabdian Kepada Masyarakat ini, para guru SMA bidang kimia dapat memperkaya wawasan kimia komputasi dan menerapkannya untuk pembelajaran. Selanjutnya para guru kimia SMA tersebut dapat membimbing siswanya dengan lebih baik, terutama dalam materi-materi kimia yang tidak dapat dipraktikkan karena keterbatasan alat, biaya, waktu, dan fasilitas. Proses pengajaran kimia yang dibantu dengan simulasi molecular dengan program Avogadro telah terbukti berhasil meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi terkait kimia anorganik dan organik (Maahury, dkk., 2021; Fikri, dkk., 2021, Yuanita, dkk., 2019).

METODE PENGABDIAN MASYARAKAT

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM) ini dilaksanakan pada 8 Juni 2024 di SMA Negeri 4 Kota Tanjungpinang. Metode kegiatan ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan Kegiatan dan Materi

Persiapan PkM dilakukan dengan melakukan diskusi dengan Ketua MGMP Bidang Kimia Kota Tanjungpinang terkait berbagai macam kendala dalam pengajaran kimia saat ini. Selanjutnya, dilakukan koordinasi untuk menentukan waktu, tempat, dan peserta pelatihan. Setelah mendapatkan informasi mengenai berbagai macam kendala, tim PkM juga melakukan telaah Kurikulum Merdeka untuk memetakan materi-materi yang dapat diintegrasikan dengan kimia komputasi. Hasil telaah tersebut digunakan sebagai bahan untuk mempersiapkan materi ceramah/kuliah dan tema 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 implementasi dan penerapannya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

Pada sesi ketiga barulah peserta melakukan kegiatan praktikum. Peserta terlebih dahulu diajari bagaimana mengoperasikan Avogadro (Hanwell, dkk. 2012) dan MOPAC2016 (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 pelatihan ini secara kuantitatif dan kualitatif. Secara kuantitatif, evaluasi dilakukan dari hasil pretes dan postes dengan soal-soal terkait materi kimia dasar dan kimia komputasi terapan. Hasilnya dianalisis dengan uji *t* berpasangan (paired *t*-test) untuk menentukan adanya perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah pelatihan. Salah satu indikator keberhasilan dari pelatihan ini adalah adanya peningkatan pemahaman setelah pelatihan. Secara kualitatif, evaluasi dilakukan dengan mengobservasi peserta saat kegiatan praktikum berlangsung, dimana peserta diberi tutorial dan kemudian diberi proyek, lalu hasilnya dipresentasikan. Peserta dianggap telah menguasai keterampilan apabila telah berhasil menyelesaikan proyek tersebut dan dapat mempresentasikan hasilnya dengan baik. Selain itu, pada akhir kegiatan peserta diwajibkan untuk mengisi kuesioner untuk menilai keberhasilan dan kekurangan program yang telah dijalankan.

Keberlanjutan program pengabdian masyarakat ini dapat dilihat dari dua hal. Pertama adalah adanya *transfer knowledge* antar guru kimia se-kota Tanjungpinang mengenai diversifikasi inovasi pembelajaran dalam upaya implementasi merdeka belajar. Kedua adalah terdapatnya perencanaan yang matang dari guru-guru untuk mengintegrasikan dan penerapan metode kimia komputasi pada kegiatan belajar-mengajar (KBM) di kelas masing-masing. Untuk menilai perencanaan tersebut, peserta diwajibkan mengerjakan proyek perencanaan integrasi dan penerapan kimia komputasi dalam KBM secara berkelompok.

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 Pratikum 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)
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 Karbosilat Menyimpang?	Sifat Koligatif Larutan: Sifat Koligatif yang Abnormal (Kelas 12, Kurikulum Merdeka Fase F)

3	Perhitungan Termokimia untuk Memprediksi Kecenderungan Reaksi Kimia		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)
		Yang Kaya akan Semakin Kaya: Aturan Markovnikov	Termokimia (Kelas 11, Kurikulum Merdeka Fase F) Reaksi Umum Senyawa Karbon (Kelas 12, Kurikulum Merdeka Fase F)
		Bagaimana Bisa Terjadi Hujan Asam?	Termokimia (Kelas 11, Kurikulum Merdeka Fase F) Larutan Asam Basa (Kelas 11, Kurikulum Merdeka Fase F)
		Manakah yang Stabil? Cincin 3, 4, 5, atau 6?	Unsur-unsur Golongan 16 (VIA) (Kelas 12, Kurikulum Merdeka Fase F) 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?	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

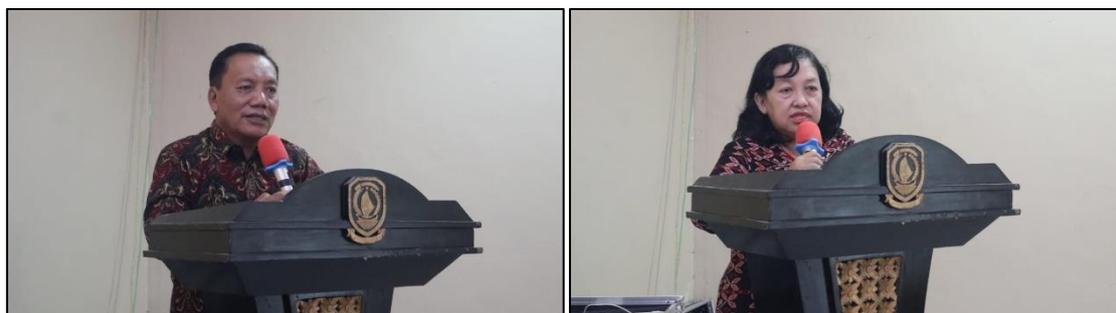
Kegiatan pelatihan ini dihadiri oleh 36 orang, dimana 8 diantaranya adalah pejabat dinas Pendidikan dan kepala sekolah SMA di Kota Tanjungpinang. Mereka diundang untuk memberikan sambutan. Sebanyak 26 orang lainnya merupakan peserta yang terdiri dari guru-guru kimia SMA/MA Negeri maupun Swasta yang tersebar di Kota Tanjung Pinang, Kabupaten Bintan, dan Kota Batam serta 1 orang Dosen dari Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH). Secara keseluruhan, kegiatan pelatihan yang berlangsung pada tanggal 8 Juni 2024 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 Tanjungpinang
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 Tanjungpinang
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 Tanjungpinang

Kegiatan pelatihan dibuka dengan sambutan dari kedua belah pihak yang dilanjutkan dengan foto bersama (**Gambar 1**). 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 kendala cuaca hujan lebat di beberapa daerah.



Gambar 1. Sambutan oleh Pejabat Dinas Pendidikan Kota Tanjungpinang (Kiri) dan perwakilan tim dosen kimia Universitas Airlangga (kanan).

Sebelum materi inti pelatihan diberikan kepada peserta, Prof. Dr. Nanik Siti Aminah, M.Si. selaku perwakilan dari tim dosen Universitas Airlangga memperkenalkan profil Universitas Airlangga sekaligus program studi kimia Universitas Airlangga. Hal ini dirasa perlu karena ternyata beberapa guru yang tergabung ke dalam pengurus MGMP Kimia Kota Tanjungpinang kurang mengetahui dan mengenal Universitas Airlangga. Selain itu, informasi mengenai profil, kompetensi, dan peluang kerja lulusan S1 Kimia dirasa cukup penting karena banyak guru-guru yang kurang memahami prospek lulusan program studi tersebut sehingga kurang bisa memberikan wawasan mengenai peluang kerja lulusan program studi tersebut kepada siswanya.



Gambar 2. Sesi materi penjelasan integrasi kimia komputasi ke dalam pembelajaran yang interaktif (kiri) dan tutorial pengoperasian dasar penggunaan perangkat lunak Avogadro (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 2**). 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/MA.

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>
Rerata	42,74	61,37
Varians	105,88	245,91
Jumlah sampel	17	17
Derajat kebebasan	16	
t Stat	-8,207	
P (T ≤ t) one-tail	1,988×10 ⁻⁷	
t Critical one-tail	1,746	

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. Berdasarkan hasil kuesioner tersebut, sebanyak 18,9% peserta menyatakan cukup sesuai dan 81,1 menyatakan sangat sesuai. Dari hasil tersebut, peserta merasa bahwa pelatihan yang telah mereka dapatkan sesuai dengan kebutuhan pengajaran mereka dan juga merasa puas dengan kinerja dari panitia. Hasil tersebut ditampilkan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil Formulir Kepuasan Peserta.

No	Aspek yang dievaluasi	Tidak Sesuai	Kurang Sesuai	Cukup Sesuai	Sangat Sesuai
		1	2	3	4
1	Tujuan kegiatan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di sekolah	0	0	7	20

2	Kegiatan ini bermanfaat dalam mendukung tugas peserta sebagai guru kimia	0	0	2	25
3	Materi yang disampaikan sesuai dengan tujuan kegiatan	0	0	5	22
4	Setelah pelatihan, pemahaman peserta terkait materi kegiatan menjadi lebih jelas	0	0	7	20
5	Metode penyampaian materi (ceramah dan praktikum) memudahkan peserta dalam memahami materi	0	0	6	21
6	Media yang digunakan pemateri menarik dan mudah dipahami	0	0	3	24
7	Peserta sudah merasa puas untuk memiliki kesempatan dalam menyampaikan pertanyaan dan masukkan di saat ataupun sesudah pelatihan	0	0	7	20
8	Tanggapan pemateri terhadap pertanyaan peserta sudah memuaskan peserta	0	0	7	20
9	Interaksi pemateri dan peserta saat pelatihan baik	0	0	3	24
10	Layanan panitia dalam pelaksanaan pelatihan	0	0	4	23
11	Fasilitas kegiatan yang diberikan	0	0	5	22
Rerata (dalam bentuk %)		0 (0%)	0 (0%)	5,1 (18,9%)	21,9 (81,1%)

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.

PENUTUP

Simpulan. Pelatihan Kimia Komputasi sebagai Strategi Inovatif untuk Mengimplementasikan Kurikulum Merdeka telah berhasil dilakukan dengan bantuan Pihak MGMP Kimia Kota Tanjungpinang pada tanggal 8 Juni 2024. Kegiatan Pelatihan dilakukan dengan dua metode, yakni dengan ceramah/kuliah dan praktikum. Evaluasi keberhasilan program ini dianalisis secara kuantitatif dengan pretes dan postes. Evaluasi secara kualitatif juga dilakukan melalui pengamatan langsung saat praktikum dan formulir kuesioner. Keberlanjutan program dianalisis dari penugasan mengenai rencana pengintegrasian materi yang sudah diberikan ke proses pembelajaran di sekolah masing-masing. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, peserta merasa bahwa pelatihan yang telah mereka dapatkan sesuai dengan kebutuhan pengajaran. Setelah mengikuti pelatihan ini, para peserta memiliki berbagai ide untuk mengintegrasikan kimia komputasi dalam kegiatan pembelajaran.

Saran. Untuk kedepannya kegiatan pelatihan ini dapat dilakukan dua hari agar materi-materi dapat tersampaikan dengan baik dan utuh, dan kegiatan praktikum bisa menjadi lebih lama dengan topik yang lebih beragam akan memberikan keterampilan dan pemahaman yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) dan Fakultas Sains dan Teknologi (FST) Universitas Airlangga (SK Rektor No. 805/UN3/2024) yang telah memberikan dukungan finansial terhadap pengabdian yang telah dilaksanakan. Selain itu, kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua anggota MGMP Kimia Kota Tanjungpinang yang telah bersedia menjadi mitra serta SMA Negeri 4 Kota Tanjungpinang yang telah menyediakan tempat dan fasilitas pendukung selama acara berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Fikri, A. A., Fadlika, I., Ardiansyah, H., & Sekarsari, B. A. 2021. "Pelatihan Aplikasi Avogadro Untuk Meningkatkan Pemahaman Dan Minat Siswa Dalam Bidang Kimia Di SMA 10 Malang [Avogadro Application Training to Improve Students' Understanding and Interest in Chemistry at SMA 10 Malang]." *Jurnal Pengabdian, Pendidikan, dan Teknologi*, 2(2): 6.
- 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 advanced semantic chemical editor, visualization, and

- analysis platform. *Journal of cheminformatics*, 4, 1-17.
- 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. G. 2011. *Computational chemistry. Introduction to the theory and applications of molecular and quantum mechanics*. New York: Springer.
- Marwan, A. G., & Nugraha, A. W. 2022. "Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan Metode Komputasi pada Sub Pokok Bahasan Haloalkana di SMA. Humantech [Development of Learning Media Using Computational Methods on Haloalkane Sub-Topics in High School. Humantech]". *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 1(7): 927-934.
- Maahury, M. F., Sohilait, M. R., & Pada, S. S. 2021. "Pelatihan Penggunaan Software Avogadro untuk Pemodelan Senyawa Hidrokarbon Sederhana kepada Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 5 Maluku Tengah [Training on the Use of Avogadro Software for Modeling Simple Hydrocarbon Compounds for Grade XI Science Students of SMA Negeri 5 Central Maluku]". *Jurnal Gema Ngabdi*, 3(2): 96-100.
- Sunita, Sajid, A., Singh, Y., & Shukla, P. 2020. "Computational tools for modern vaccine development". *Human vaccines & immunotherapeutics*, 16(3): 723-735.
- Stewart, J. J. P. (2016). *MOPAC2016*. Stewart Computational Chemistry. <http://openmopac.net/>.
- Wardana, I., Banggali, T., & Husain, H. 2017. "Penerapan model pembelajaran kooperatif tipe student team achivement division (STAD) untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI IPA Avogadro SMA Negeri 2 Pangkajene (Studi pada Materi Asam Basa) [Application of the cooperative learning model of the student team achievement division (STAD) type to improve the learning outcomes of class XI IPA Avogadro students of SMA Negeri 2 Pangkajene (Study on Acid Base Material)]". *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 [Chemdraw And Avogadro Applications To Improve Understanding And Interest In Chemistry]". *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat* 1(2).