

Strategi Adaptasi Guru Kimia dalam Menghadapi Tantangan Pembelajaran Senyawa Organik dan Makromolekul di Era Industri 4.0: Studi Multi Kasus

Louis Chris Manuel Zega^a, Fitriyanti Ganggai^a, Stefan Marco Rumengan^{b}*

^a Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Manado, Tondano Selatan, 95618, Indonesia

^b Kimia, Universitas Negeri Manado, Tondano Selatan, 95618, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima : 2 Januari 2026

Disetujui : 21 Mei 2026

Dipublikasi: 31 Mei 2026

Key word:

*Teacher adaptive strategies,
Chemistry learning, Organic
compounds and
macromolecules,*

Digital technology, Industry 4.0

Kata kunci:

*Strategi adaptasi guru,
Senyawa organik dan
makromolekul,
Teknologi digital,
Era industri 4.0*

ABSTRACT

Chemistry learning at the senior high school level, particularly on organic compounds and macromolecules, presents significant challenges due to the abstract and complex nature of the material as well as the demands of learning in the Industry 4.0 era. This study aims to explore chemistry teachers' adaptive strategies in addressing these challenges and to identify the use of technology in supporting the learning process. This research employed a qualitative approach with a multiple-case study design. The participants consisted of five chemistry teachers from different senior high schools selected through purposive sampling. Data were collected through online semi-structured interviews and analyzed using thematic analysis, including data reduction, data display, and conclusion drawing. Data validity was ensured through source triangulation and member checking. The findings reveal that teachers' adaptive strategies include curriculum-based instructional planning, the use of varied teaching methods, and the implementation of contextual and visualization approaches. The use of digital technology, such as instructional videos, animations, and interactive assessment platforms, plays a role in visualizing abstract concepts and enhancing student engagement. The main challenges identified include the abstract nature of the material, differences in students' learning characteristics, and limitations in facilities and instructional time. This study concludes that teachers' adaptive strategies are flexible and contextual responses to both the complexity of the subject matter and the demands of learning in the Industry 4.0 era, with technology integration serving as a key component in improving the effectiveness of chemistry learning.

ABSTRAK

Pembelajaran kimia pada materi senyawa organik dan makromolekul di tingkat sekolah menengah atas menghadapi berbagai tantangan, terutama karena sifat materi yang kompleks dan abstrak serta tuntutan pembelajaran di era industri 4.0. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi strategi adaptasi guru kimia dalam menghadapi tantangan tersebut serta mengidentifikasi pemanfaatan teknologi dalam mendukung proses pembelajaran. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi multi kasus. Subjek penelitian terdiri atas lima guru kimia dari beberapa sekolah menengah atas yang dipilih melalui teknik purposive sampling. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur secara daring, kemudian dianalisis menggunakan teknik analisis tematik dengan tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber dan member checking. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi adaptasi guru meliputi perencanaan pembelajaran berbasis kurikulum, penggunaan metode pembelajaran yang bervariasi, serta penerapan pendekatan kontekstual dan visualisasi. Pemanfaatan teknologi digital, seperti video pembelajaran, animasi, dan platform evaluasi interaktif, berperan dalam membantu memvisualisasikan konsep abstrak serta meningkatkan

*e-mail: loiszega@gmail.com

keterlibatan siswa. Tantangan utama yang dihadapi meliputi sifat materi yang abstrak, perbedaan karakteristik siswa, serta keterbatasan sarana dan waktu pembelajaran. Penelitian ini menyimpulkan bahwa strategi adaptasi guru bersifat fleksibel dan kontekstual sebagai respons terhadap kompleksitas materi dan tuntutan pembelajaran di era industri 4.0, serta bahwa pemanfaatan teknologi menjadi komponen penting dalam mendukung efektivitas pembelajaran kimia.

Pendahuluan

Pembelajaran kimia di sekolah menengah atas bersifat kompleks, terutama pada materi senyawa organik dan makromolekul, yang menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi. Konsep-konsep seperti struktur molekul, reaksi kimia, serta keterkaitan antara sifat dan fungsi senyawa seringkali sulit dipahami siswa jika tidak didukung dengan pendekatan pembelajaran yang tepat [1]. Kondisi ini menjadikan guru kimia menghadapi tantangan signifikan dalam menyampaikan materi secara efektif, sehingga diperlukan strategi pembelajaran yang tepat.

Di sisi lain, perkembangan era industri 4.0 telah membawa perubahan dalam dunia pendidikan, khususnya dalam pemanfaatan teknologi digital sebagai bagian dari proses pembelajaran [2]. Integrasi teknologi membuka peluang bagi guru untuk menghadirkan pembelajaran yang lebih interaktif, visual, dan fleksibel. Namun demikian, tidak semua guru memiliki kesiapan yang sama dalam mengadopsi teknologi tersebut, sehingga muncul kesenjangan dalam praktik pembelajaran di kelas. Hal ini semakin memperkuat pentingnya kemampuan adaptasi guru dalam merespons perubahan tersebut.

Tantangan pembelajaran senyawa organik dan makromolekul tidak hanya terletak pada materi yang kompleks, tetapi juga pada keterbatasan media, metode, serta variasi karakteristik siswa [3]. Guru dituntut untuk mampu menyesuaikan strategi pembelajaran dengan kondisi yang dihadapi, baik melalui inovasi metode pembelajaran, pemanfaatan media teknologi, maupun pengembangan pendekatan yang lebih berpusat pada siswa. Strategi adaptasi yang dilakukan guru menjadi kunci dalam menciptakan pembelajaran yang efektif dan bermakna[4].

Meskipun beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pembelajaran kimia berbasis teknologi dan strategi pembelajaran inovatif [5],

sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada efektivitas model pembelajaran tertentu dan belum secara spesifik mengeksplorasi bagaimana guru beradaptasi secara kontekstual dalam menghadapi kompleksitas materi senyawa organik dan makromolekul di berbagai lingkungan sekolah. Oleh karena itu, kajian yang secara khusus mengeksplorasi strategi adaptasi guru kimia dalam pembelajaran senyawa organik dan makromolekul di berbagai konteks sekolah masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi strategi adaptasi guru kimia dalam menghadapi tantangan pembelajaran senyawa organik dan makromolekul di era industri 4.0 serta mengidentifikasi pemanfaatan teknologi dalam mendukung proses pembelajaran.

Kebaruan penelitian ini terletak pada eksplorasi strategi adaptasi guru kimia secara lintas kasus dalam pembelajaran senyawa organik dan makromolekul, dengan mempertimbangkan integrasi teknologi dan karakteristik siswa di era industri 4.0.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi multi kasus yang bertujuan untuk mengeksplorasi strategi adaptasi guru kimia dalam menghadapi tantangan pembelajaran senyawa organik dan makromolekul di era industri 4.0 serta pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran.

Subjek penelitian terdiri atas lima guru kimia dari beberapa sekolah menengah atas yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, dengan pertimbangan pengalaman mengajar, keterlibatan dalam pembelajaran materi senyawa organik dan makromolekul, serta penggunaan teknologi dalam pembelajaran.

Teknik pengumpulan data dilakukan secara *daring* melalui wawancara semi-terstruktur pada tahun ajaran 2025/2026

semester ganjil. Pedoman wawancara disusun berdasarkan tiga indikator utama, yaitu strategi adaptasi guru, tantangan pembelajaran, dan pemanfaatan teknologi.

Data dianalisis menggunakan teknik analisis tematik melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

Keabsahan data dijaga melalui teknik triangulasi sumber dan member checking untuk memastikan kredibilitas data

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini disajikan berdasarkan tiga fokus utama, yaitu strategi adaptasi guru, pemanfaatan teknologi, dan tantangan pembelajaran, yang secara keseluruhan merefleksikan upaya guru dalam menghadapi tuntutan pembelajaran di era industri 4.0.

Table 1. Ringkasan Hasil Wawancara Strategi Adaptasi Guru Kimia dalam Pembelajaran Senyawa Organik dan Makromolekul

Guru 1	
Idikator	Hasil wawancara
Strategi instruksional dan pedagogis	Kurikulum, modul, saintifik
Teknologi dan sumber belajar digital	Video, simulasi, <i>e-learning</i>
Persepsi terhadap tantangan pembelajaran	Materi abstrak, variasi pemahaman
Guru 2	
Idikator	Hasil wawancara
Strategi instruksional dan pedagogis	Pendekatan kontekstual & visualisasi
Teknologi dan sumber belajar digital	Animasi & video interaktif
Persepsi terhadap tantangan pembelajaran	Abstrak, fasilitas, waktu
Guru 3	
Idikator	Hasil wawancara
Strategi instruksional dan pedagogis	Pendekatan personal & evaluasi

Teknologi dan sumber belajar digital	Video & <i>Quizziz</i>
Persepsi terhadap tantangan pembelajaran	Karakter siswa
Guru 4	
Idikator	Hasil wawancara
Strategi instruksional dan pedagogis	Metode bervariasi
Teknologi dan sumber belajar digital	Video digital
Persepsi terhadap tantangan pembelajaran	Materi abstrak
Guru 5	
Idikator	Hasil wawancara
Strategi instruksional dan pedagogis	RPP & pre-assessment
Teknologi dan sumber belajar digital	<i>Quizziz</i>
Persepsi terhadap tantangan pembelajaran	Kesulitan memahami konsep.

1. Strategi Instruksional dan Pedagogis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa guru menerapkan berbagai strategi instruksional dan pedagogis yang bersifat adaptif dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran. Temuan ini mengindikasikan bahwa langkah awal yang konsisten dilakukan adalah analisis kurikulum dan penentuan capaian pembelajaran atau kompetensi dasar sebagai dasar dalam penyusunan tujuan pembelajaran. Hal ini sejalan dengan konsep perencanaan pembelajaran yang menempatkan kurikulum sebagai dasar dalam pengembangan strategi pembelajaran [6].

Selain itu, penyusunan perangkat pembelajaran seperti modul ajar atau rencana pelaksanaan pembelajaran menjadi bagian penting dalam mengatur alokasi waktu dan arah pembelajaran. Temuan ini menunjukkan bahwa perencanaan yang sistematis

merupakan fondasi utama dalam mengatasi kompleksitas materi kimia [7].

Dalam implementasi pembelajaran, guru menunjukkan variasi strategi yang cukup beragam. Pendekatan kontekstual dan penggunaan visualisasi dimanfaatkan untuk membantu siswa memahami konsep yang bersifat abstrak [8]. Pendekatan ini relevan dengan kebutuhan pembelajaran kimia yang menuntut representasi konkret terhadap konsep mikroskopis. Di sisi lain, penerapan metode pembelajaran yang bervariasi, seperti diskusi dan kegiatan berbasis pengamatan, dilakukan untuk mengakomodasi perbedaan gaya belajar siswa.

Temuan ini menunjukkan bahwa strategi adaptasi guru merupakan respons terhadap kompleksitas materi sekaligus tuntutan pembelajaran di era industri 4.0.

2. Pemanfaatan Teknologi dan Sumber Belajar Digital

Pemanfaatan teknologi menjadi salah satu bentuk adaptasi yang menonjol dalam pembelajaran senyawa organik dan makromolekul. Hasil penelitian menunjukkan bahwa guru memanfaatkan berbagai media digital, seperti video pembelajaran, animasi, serta platform pembelajaran interaktif untuk mendukung proses pembelajaran. Hal ini sejalan dengan konsep digital *pedagogy* yang menekankan integrasi teknologi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran [2]

Penggunaan teknologi ini terutama berfungsi untuk memvisualisasikan konsep-konsep abstrak yang sulit diamati secara langsung. Temuan ini menunjukkan bahwa teknologi berperan sebagai jembatan antara konsep teoritis dengan representasi visual yang lebih konkret [9].

Sebagaimana diungkapkan oleh salah satu informan:

"Penggunaan video dan animasi membantu siswa lebih mudah memahami struktur dan reaksi senyawa yang sulit dibayangkan." (Guru 2)

Selain sebagai media penyampaian materi, teknologi juga dimanfaatkan dalam proses evaluasi pembelajaran. Penggunaan platform digital seperti aplikasi kuis interaktif digunakan untuk mengukur pemahaman awal maupun hasil belajar siswa. Hal ini

menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi merupakan bagian integral dari adaptasi guru dalam merespons transformasi pembelajaran di era industri 4.0.

3. Persepsi terhadap Tantangan Pembelajaran

Hasil penelitian menunjukkan adanya kesamaan persepsi di antara guru terkait tantangan utama dalam pembelajaran senyawa organik dan makromolekul. Tantangan yang paling dominan adalah sifat materi yang abstrak, yang menyulitkan siswa dalam memahami konsep-konsep kimia. Hal ini sesuai dengan karakteristik materi kimia yang menuntut kemampuan berpikir abstrak dan representasi simbolik [10]

Sebagaimana diungkapkan oleh informan:

"Materi ini sulit dipahami siswa karena banyak konsep yang tidak bisa dilihat secara langsung." (Guru 1)

Selain itu, variasi tingkat pemahaman dan karakteristik belajar siswa juga menjadi tantangan yang signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa perbedaan kemampuan siswa menuntut guru untuk menerapkan strategi pembelajaran yang lebih fleksibel dan adaptif.

Faktor lain yang turut mempengaruhi efektivitas pembelajaran adalah keterbatasan sarana dan prasarana, khususnya dalam kegiatan praktikum, serta keterbatasan waktu pembelajaran [11]. Kondisi ini menunjukkan bahwa tantangan pembelajaran tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga struktural.

Secara keseluruhan, temuan ini mengindikasikan bahwa tantangan pembelajaran tidak hanya bersumber dari karakteristik materi, tetapi juga dari tuntutan perubahan pembelajaran di era industri 4.0.

Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para guru kimia yang telah berpartisipasi sebagai informan dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak sekolah dan institusi terkait atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses pengumpulan data hingga penyusunan artikel ini.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa strategi adaptasi guru kimia dalam pembelajaran senyawa organik dan makromolekul di era industri 4.0 bersifat fleksibel dan kontekstual, yang ditunjukkan melalui perencanaan berbasis kurikulum, penggunaan metode pembelajaran yang variatif, serta pemanfaatan teknologi digital. Tantangan utama yang dihadapi meliputi sifat materi yang abstrak, variasi karakteristik siswa, serta keterbatasan sarana dan waktu pembelajaran. Pemanfaatan teknologi berperan penting dalam membantu memvisualisasikan konsep abstrak dan meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran.

Daftar Pustaka

- [1] A. Priliyanti, I. W. Muderawan, and S. Maryam, "ANALISIS KESULITAN BELAJAR SISWA DALAM MEMPELAJARI KIMIA," vol. 5, no. 1, pp. 11–18, 2021, doi: <https://doi.org/10.23887/jjpk.v5i1.32402>.
- [2] S. Purfitasari, T. Prihatin, and S. E. Mulyono, "Digital Pedagogy sebagai Pendekatan Pembelajaran di Era," pp. 0–5, 2019, [Online]. Available: <https://proceeding.unnes.ac.id/snpasca/article/download/374/225/1058>
- [3] A. S. B. Sianturi, A. R. Pratiwi, F. Hafifa, and N. Sarip, "Hubungan Antara Media Pembelajaran, Metode Perencanaan dan Gaya Belajar Siswa di SMAN 5 Medan," vol. 6, no. November, pp. 1272–1278, 2025, doi: <https://doi.org/10.51178/invention.v6i3.2993>.
- [4] S. Syifaurrehman, M. Fiqriani, K. Karoma, and A. Idi, "Strategi Mengajar yang Efektif dan Peran Guru Sebagai Kunci Pembelajaran Bermakna," vol. 3, pp. 244–254, 2025, doi: <https://doi.org/10.31004/jpion.v4i1.364>.
- [5] A. R. D. Keba, F. L. Kollo, I. Funan, K. K. K. Atamukin, and S. S. O. Bura, "Strategi Pembelajaran Inovatif Untuk Meningkatkan Pemahaman Dan Partisipasi Mahasiswa," vol. 11, no. 1, 2026, doi: <https://doi.org/10.24269/jpk.v11i1.12651>.
- [6] M. Thoriq, A. Kusuma, and F. Muharom, "Transformasi Peran Pendidik dan Tren Pembelajaran Digital di Era Teknologi," vol. 2, no. 1, pp. 45–54, 2025, [Online]. Available: Transformasi Peran Pendidik dan Tren Pembelajaran Digital di Era Teknologi
- [7] Z. P. Faradila, "Peran Perencanaan dalam Mewujudkan Pembelajaran yang Aktif dan Menarik," vol. 3, pp. 6046–6053, doi: <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v3i5.13282>.
- [8] Fahyuddin, Jahidin, A. Rahman, and L. O. Safiuddin, "Amal Ilmiah : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat," vol. 5, no. 2, pp. 284–295, 2024, doi: <https://doi.org/10.36709/amalilmiah.v5i2.206>.
- [9] M. S. Adam and D. Purwanto, "Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan," vol. 1, no. 1, pp. 41–48, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.upi.edu/index.php/JPTB/article/view/32998>
- [10] I. Helsy and L. Andriyani, "BERORIENTASI MULTIPLE REPRESENTASI KIMIA," vol. 1, no. Juni 2017, pp. 104–108, doi: <https://doi.org/10.15575/jta.v2i1.1365>.
- [11] E. Wulandari, M. Haris, and S. Ariani, "ANALISIS FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PROSES PEMBELAJARAN Analysis of Factors Influencing The Chemistry Learning Process at Senior High School 8 Mataram," vol. 8119, 2024, doi: [10.29303/cep.v7i2.6526](https://doi.org/10.29303/cep.v7i2.6526).