

INOVASI

Jurnal Diklat Keagamaan

Balai Diklat Keagamaan

INOVASI Vol. 19, No. 1, Januari – Juni 2025

1. Virtual Green Buildings: Media Interaktif dalam Pembelajaran Desain Arsitektur untuk Siswa MAN 1 Pasuruan Menggunakan Google SketchUp (1-15)
Oleh: Nina Khaidaroh
2. Android Studio-Based Praying Guidance: An Application For The Students of Madrasah Aliyah Negeri 2 Mojokerto (16-36)
Oleh: Moh. Rodli¹, Yulia Pratitis Yusuf², Trisya Widiastutik³
3. Kajian Strukturalisme Puisi 'Dompot Ayah, Sepatu Ibu' Karya J.S. Khairen: Struktur Fisik dan Struktur Batin (37-50)
Oleh: Anatasya Faradina Anwar¹; Nur'aini²; Zarnita Khaerani³; Derry Vikry Khoirur Rozikin⁴; Warsiman⁵
4. Transformasi Peran Guru Di Era Digital: Meningkatkan Efektivitas Manajemen dan Administrasi Madrasah (51-68)
Oleh: Sri Sunarti¹; Saiful Bahri²; Nirva Diana³; Yurnalis Etek⁴; Aan Komariah⁵
5. LKPD Berbasis Problem Based Learning: Upaya Mendukung Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Momentum Impuls, dan Tumbukan (69-87)
Oleh: Siti Aisyah¹, Prabowo², Sunu Kuntjoro³
6. Learning Media: Developing Learning Media through Google Sites to Improve Students' Reading Skills on Recount Text (88-102)
Oleh: Hermawan Supriyadi¹, Dwi Rukmini², Ruminda³
7. Blended Learning Berbasis Aplikasi Kreatif: Membangun Literasi Digital dan Tanggung Jawab Teknologi Siswa SD (103-121)
Oleh: Krisma Yuniarsih¹, Andi Prastowo²
8. Strategi Pembelajaran Pendidikan Agama Islam di Sekolah Inklusi: Studi Kasus ABK di Bali (122-142)
Oleh: Haris Nursyah Arifin¹, Arjiman², Rusmayani³
9. Integrasi Budaya dalam Pembelajaran Kimia Hijau: Pengaruh E-Modul Berbasis Culturally Responsive Teaching terhadap HOTS (143-158)
Oleh: Ririn Eva Hidayati¹, Naimatul Khoiroh²
10. Language Learning Enhancement: The Use of Shadowing Technique with Google Translate To Improve Students' Pronunciation for Secondary School (159-171)
Oleh: Arjunina Maqbulin

ISSN 1978 - 4953 | E-ISSN 2746 - 6450

INOVASI

Jurnal Diklat Keagamaan
Volume 19, No. 1, Januari - Juni 2025

Jurnal Inovasi terbit enam bulan sekali, Redaksi menerima tulisan dengan focus dan scope Pendidikan dan Pelatihan (Diklat) Keagamaan, Teknis serta Administrasi Perkantoran berupa artikel hasil penelitian atau kajian pustaka. Tulisan yang dikirimkan merupakan gagasan orisinal dan belum pernah dipublikasikan di media manapun. Panjang tulisan antara 10-25 halaman, diketik di Ms. Word ukuran Legal, spasi 1,5 (download Template) disertai abstrak dalam bahasa Inggris dan Indonesia. Naskah disubmit langsung di Open Journal System (OJS). Sistematika tulisan harus menggambarkan tahapan-tahapan penelitian dengan jelas sesuai Template jurnal kami. Redaksi berhak menyunting naskah tanpa mengurangi maksud tulisan. Pengiriman artikel bisa disubmit ke <https://bdksurabaya.e-journal.id>

Person in Charge:

Kepala Balai Diklat Keagamaan Surabaya
Japar

Editor in Chief :

Muslimin

Journal editor:

Zainul Arief

Guest Editor:

Binar Kurnia Prahani

Section Editor:

Agus Akhmadi

Suto Wijoyo

Widayanto

Muhimmatul Kibtiyah

Kusnul Ika Sandra

Heni Mardiningsih

Editorial Office

Mabda Amnesti Hananto

PENERBIT :

Balai Diklat Keagamaan Surabaya

ALAMAT REDAKSI & TATA USAHA :

Jl. Ketintang Madya 92 Surabaya

Telp. (031) 8280116, 829249 Fax. (031) 8290021

E-mail : journalinovasi2019@gmail.com

MITRA BESTARI:

1. Prof. Dr. Hj. Husniyatus Salamah Zainiyati, M.Ag (UIN Sunan Ampel Surabaya)
2. Prof. Dr. Suyatno, M.Si (Universitas Negeri Surabaya)
3. Prof. Dr. H. Idham, M.Pd (Balai Litbang Agama Makasar)
4. Prof. Agus Wardhono (Universitas PGRI Ronggolawe - Tuban)
5. Prof. Dr. H. Koeswinarno, M.Si (Puslitbang Bimas Agama dan layanan Keagamaan)
6. Dr. Binar Kurnia Prahani, M.Pd (Universitas Negeri Surabaya)
7. Dr. Agus Machfud Fauzi, M.Si (Universitas Negeri Surabaya)
8. Ahmad Wachidul Kohar, S.Pd., M.Pd (Universitas Negeri Surabaya)
9. Dr. Ulfiani Rahman, S.Ag., S.Psi., M.Si (UIN Alauddin Makasar)
10. Dr. Mu'jizatin Fadiana, M.Pd (Universitas Ronggolawe - Tuban)
11. Abu Muslim, SH.I., MH.I (Balai Litbang Agama Makasar)
12. Dr. Dra. Sujinah, M.Pd (Universitas Muhammadiyah Surabaya)
13. Prof. Dr. I Nyoman Yoga Segara, S.Ag., M.Hum (Univ. Hindu Negeri I Gusti Bagus Sugriwa Denpasar)
14. Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd (UIN Sunan Ampel Surabaya)
15. Dr. Joko Apriono, M.Pd (Universitas PGRI Ronggolawe - Tuban)
16. Prof. Dr. Joko Sutarto, M.Pd (Universitas Negeri Semarang)
17. Dr. Imas Cintamulya, M.Si (Universitas PGRI Ronggolawe - Tuban)
18. Muh. Subair, SS., M.PI (Badan Litbang dan Diklat Kemenag RI)
19. Dr. M. Syaifuddin (UIN Sunan Ampel Surabaya)
20. Dr. Ibrahim Bin Sa'id (IAIN Kediri)
21. Dr. juma (Kyambogo University, Uganda)
22. Dr. Varghese, K.J. (Christ Collage (Autonomous), Irinjalakuda)

DAFTAR ISI

1. Virtual Green Buildings: Media Interaktif dalam Pembelajaran Desain Arsitektur untuk Siswa MAN 1 Pasuruan Menggunakan Google SketchUp (1-15)
Oleh: Nina Khaidaroh
2. Android Studio-Based Praying Guidance: An Application For The Students of Madrasah Aliyah Negeri 2 Mojokerto (16-36)
Oleh: Moh. Rodli¹, Yulia Pratitis Yusuf², Trisya Widiastutik³
3. Kajian Strukturalisme Puisi 'Dompot Ayah, Sepatu Ibu' Karya J.S. Khairen: Struktur Fisik dan Struktur Batin (37-50)
Oleh: Anatasya Faradina Anwar¹; Nur'aini²; Zarnita Khaerani³; Derry Vikry Khoirur Rozikin⁴; Warsiman⁵
4. Transformasi Peran Guru Di Era Digital: Meningkatkan Efektivitas Manajemen dan Administrasi Madrasah (51-68)
Oleh: Sri Sunarti¹; Saiful Bahri²; Nirva Diana³; Yurnalis Etek⁴; Aan Komariah⁵
5. LKPD Berbasis Problem Based Learning: Upaya Mendukung Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Momentum Impuls, dan Tumbukan (69-87)
Oleh: Siti Aisyah¹, Prabowo², Sunu Kuntjoro³
6. Learning Media: Developing Learning Media through Google Sites to Improve Students' Reading Skills on Recount Text (88-102)
Oleh: Hermawan Supriyadi¹, Dwi Rukmini², Ruminda³
7. Blended Learning Berbasis Aplikasi Kreatif: Membangun Literasi Digital dan Tanggung Jawab Teknologi Siswa SD (103-121)
Oleh: Krisma Yuniarsih¹, Andi Prastowo²
8. Strategi Pembelajaran Pendidikan Agama Islam di Sekolah Inklusi: Studi Kasus ABK di Bali (122-142)
Oleh: Haris Nursyah Arifin¹, Arjiman², Rusmayani³
9. Integrasi Budaya dalam Pembelajaran Kimia Hijau: Pengaruh E-Modul Berbasis Culturally Responsive Teaching terhadap HOTS (143-158)
Oleh: Ririn Eva Hidayati¹, Naimatul Khoiroh²
10. Language Learning Enhancement: The Use of Shadowing Technique with Google Translate To Improve Students' Pronunciation for Secondary School (159-171)
Oleh: Arjunina Maqbulin



Cultural Integration in Green Chemistry Learning: The Influence of Culturally Responsive Teaching-Based E-Modules on HOTS

Integrasi Budaya dalam Pembelajaran Kimia Hijau: Pengaruh E-Modul Berbasis *Culturally Responsive Teaching* terhadap HOTS

Ririn Eva Hidayati¹, Naimatul Khoiroh²

MAN 1 Kota Malang, Kementerian Agama, Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia¹

Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung, Indonesia²

E-mail: ririneva@gmail.com¹; naimatulkhoiroh24@gmail.com²

DOI: <https://doi.org/10.52048/inovasi.v19i1.637>

ABSTRACT

This study focuses on developing a green chemistry e-module based on Culturally Responsive Teaching (CRT), designed to improve high-order thinking skills (HOTS) of class X students of MAN 1 Malang City. The development of the e-module follows the 4D model (Define, Design, Develop, Disseminate), involving expert validation and trials on students. The research instruments include HOTS tests, observations, interviews, questionnaires, and documentation. The validation results show that this e-module is classified as "very valid" with an average score on the aspects of language (83), presentation (84), content (84), and conformity to CRT (85). The effectiveness test results showed a significant increase in high-order thinking skills in the experimental group compared to the control group, with an n-gain value of 0.51 (moderate category) for the experimental group and 0.29 (low category) for the control group. The results of this study show that the CRT-based green chemistry e-module effectively improves students' HOTS and is relevant to local culture-based learning needs.

Keywords: *Culturally Responsive Teaching, e-module, green chemistry, HOTS*

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada pengembangan e-modul kimia hijau berbasis *Culturally Responsive Teaching* (CRT) yang dirancang untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa kelas X MAN 1 Kota Malang. Pengembangan e-modul mengikuti model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) dengan melibatkan validasi pakar serta uji coba terhadap siswa. Instrumen penelitian mencakup tes HOTS, observasi, wawancara, angket, dan dokumentasi. Hasil validasi menunjukkan bahwasanya e-modul ini tergolong "sangat valid" dengan skor rerata pada aspek bahasa (83), penyajian (84), isi (84), dan kesesuaian dengan CRT (85). Hasil uji efektivitas menunjukkan peningkatan signifikan keterampilan berpikir tingkat tinggi pada kelompok eksperimen dibandingkan kelompok kontrol, dengan nilai n-gain sebesar 0,51 (kategori sedang) untuk kelompok eksperimen dan 0,29 (kategori rendah) untuk kelompok kontrol. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa e-modul kimia hijau berbasis CRT efektif dalam meningkatkan HOTS siswa serta relevan dengan kebutuhan pembelajaran berbasis budaya lokal.

Kata Kunci: *Culturally Responsive Teaching, e-modul, HOTS, kimia hijau*

PENDAHULUAN

Pembelajaran kimia tidak hanya berfungsi sebagai sarana penguasaan konsep-konsep ilmiah, tetapi juga sebagai media strategis untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa. Pendidikan kimia di tingkat menengah atas memiliki peran penting dalam membentuk keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills/HOTS*) siswa ([Rampean, dkk., 2022](#)). HOTS, yang mencakup kemampuan analisis, evaluasi, dan kreasi, sangat relevan untuk menghadapi tantangan global abad ke-21 ([Novita, dkk., 2023](#)). Dalam konteks Revolusi Industri 4.0, keterampilan ini menjadi salah satu indikator kesiapan siswa untuk memasuki dunia kerja yang dinamis dan kompleks ([Poláková et al., 2023](#)). Namun, realitas di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran kimia sering kali masih cenderung teoretis dan kurang terhubung dengan nilai-nilai budaya maupun pengalaman sehari-hari peserta didik ([Sakti & Emiliannur, 2024](#)). Akibatnya, kemampuan siswa untuk memahami, menerapkan, dan mengaitkan konsep kimia dengan permasalahan nyata, termasuk yang terkait dengan lingkungan, masih rendah.

Di Indonesia, penerapan Kurikulum Merdeka memberikan peluang besar untuk mengintegrasikan HOTS dalam pembelajaran ([Hidayati & Arief, 2024](#)). Salah satu materi kimia kelas X yang berpotensi mengembangkan keterampilan ini adalah kimia hijau (*green chemistry*) ([Hidayati, 2024](#)). Materi ini menekankan prinsip-prinsip kimia ramah lingkungan, seperti pengurangan limbah dan penggunaan bahan yang aman, yang sejalan dengan tujuan pembelajaran berkelanjutan ([Hidayati, 2024](#)). Kimia hijau tidak hanya mendukung pembelajaran berbasis sains tetapi juga menjadi media untuk menanamkan kesadaran lingkungan pada siswa ([Araripe & Zuin Zeidler, 2024](#)). Meski demikian, implementasi pembelajaran kimia hijau di sekolah masih menghadapi tantangan, seperti keterbatasan sumber belajar yang inovatif dan kurangnya integrasi dengan nilai-nilai budaya lokal siswa.

Pengembangan e-modul berlandaskan *Culturally Responsive Teaching* (CRT) menjadi kebutuhan mendesak untuk mengatasi tantangan tersebut. CRT memungkinkan pengintegrasian pembelajaran dengan budaya siswa, sehingga materi kimia, termasuk kimia hijau, lebih relevan dan mudah dipahami ([Rahmawati, dkk., 2023](#)). Dalam konteks Indonesia yang memiliki keragaman budaya, pendekatan ini sangat potensial dalam meningkatkan ketertarikan, partisipasi, dan pencapaian belajar peserta didik ([Masarudin, dkk., 2025](#)). Selain itu, e-modul berbasis digital memberikan fleksibilitas bagi murid agar dapat belajar tanpa bergantung pada orang lain dan interaktif dengan fleksibilitas waktu dan tempat ([Hidayati, 2023](#)). Dengan memanfaatkan teknologi digital, pembelajaran menjadi lebih inklusif, adaptif, dan relevan dengan kebutuhan individu siswa ([Sakti, 2023](#)).

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas pengembangan media pembelajaran inovatif berbasis konteks budaya dan teknologi dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa. Sakti & Emilianur (2024), misalnya, mengembangkan e-LKPD berbasis *ecopreneurship* yang terbukti mampu meningkatkan perilaku peduli lingkungan siswa secara signifikan. Penelitian ini mengintegrasikan nilai-nilai budaya lokal dengan prinsip kimia ramah lingkungan melalui pendekatan pembelajaran digital interaktif. Penelitian lain oleh Arifin dkk. (2024) juga menunjukkan hasil serupa, yakni pengembangan e-modul ekosistem berbasis CRT yang dipadukan dengan pendekatan *socio-scientific issues*, mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap isu lingkungan dengan mempertimbangkan konteks sosial-budaya lokal. Sementara itu, Rahmawati dkk. (2023) menerapkan pendekatan CRT dalam pembelajaran kimia dan mencatat peningkatan minat serta hasil belajar siswa secara signifikan. Temuan-temuan ini memperlihatkan bahwa integrasi antara nilai-nilai budaya lokal, konten sains kontekstual, dan teknologi digital melalui pendekatan pedagogis yang responsif budaya memiliki potensi besar dalam membentuk pembelajaran yang lebih bermakna dan relevan dengan kehidupan siswa.

Penelitian terdahulu menunjukkan efektivitas CRT dalam meningkatkan hasil belajar siswa, namun masih memiliki beberapa kekurangan, seperti belum adanya integrasi CRT dengan materi kimia hijau secara menyeluruh, media pembelajaran berbasis CRT yang masih konvensional, dan kurangnya penekanan pada pengembangan HOTS ([Rahayu, dkk., 2024](#)). Selain itu, media pembelajaran berbasis teknologi yang ada saat ini sering kali bersifat umum tanpa mempertimbangkan konteks budaya lokal, sehingga kurang mampu menjawab kebutuhan spesifik siswa di berbagai wilayah ([Mhlongo, dkk., 2023](#)).

Untuk mengatasi kelemahan tersebut, penelitian ini menawarkan solusi berupa pengembangan e-modul kimia hijau berbasis CRT. Modul ini dirancang untuk memadukan prinsip kimia hijau dengan nilai-nilai budaya lokal siswa melalui media pembelajaran digital yang interaktif. Pengembangan e-modul ini didasarkan pada teori konstruktivisme, yang menekankan pentingnya pembelajaran yang berbasis pengalaman nyata dan relevansi konteks lokal ([Erawati & Adnyana, 2024](#)). Selain itu, modul ini dirancang untuk mendukung pengembangan HOTS siswa dengan memberikan aktivitas belajar yang menantang, seperti analisis studi kasus berbasis budaya dan proyek inovasi ramah lingkungan.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan materi kimia hijau dengan pendekatan CRT dalam bentuk e-modul interaktif. Selain itu, penelitian ini berkontribusi dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik lewat pembelajaran berbasis teknologi yang kontekstual, relevan, dan berorientasi pada keberlanjutan. Oleh karena itu, luaran penelitian ini berpotensi menjadi model pembelajaran inovatif yang mampu meningkatkan kualitas pendidikan kimia di Indonesia.

Penelitian ini memiliki tiga tujuan utama, yaitu:

1. Mengembangkan e-modul kimia hijau berlandaskan *Culturally Responsive Teaching* (CRT) sebagai media pembelajaran inovatif.
2. Menguji efektivitas e-modul dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa.

KAJIAN TEORI

Konsep *Culturally Responsive Teaching* (CRT) adalah metode pedagogis yang menekankan pentingnya mengaitkan pembelajaran dengan latar belakang budaya siswa ([Abdalla & Moussa, 2024](#)). Sebagai contoh, di wilayah pedesaan yang mayoritas masyarakatnya bermata pencaharian sebagai petani, pembelajaran kimia dapat dikaitkan dengan praktik lokal seperti penggunaan pupuk organik, pengomposan, atau teknik pengendalian hama tradisional. Dengan mengangkat konteks ini ke dalam pembelajaran, siswa dapat memahami konsep kimia seperti reaksi dekomposisi atau sifat asam-basa secara lebih konkret. Sementara itu, di daerah urban atau industri kecil menengah, guru dapat mengintegrasikan praktik seperti daur ulang limbah rumah tangga atau limbah usaha kecil (seperti pewarna kain, makanan fermentasi, dan sabun) untuk menjelaskan prinsip-prinsip kimia hijau dan keberlanjutan. Pendekatan ini membuat materi lebih membumi, relevan dengan realitas siswa, serta memupuk keterlibatan aktif dan rasa memiliki terhadap proses belajar. CRT bertujuan untuk membangun lingkungan belajar yang inklusif, bermakna, dan memberdayakan siswa melalui penghargaan serta integrasi keberagaman budaya dalam proses pendidikan ([Fitriah, dkk., 2024](#)). Dalam konteks CRT, guru bertindak sebagai fasilitator yang menghubungkan konten pembelajaran dengan nilai-nilai, pengalaman, dan tradisi lokal siswa ([Putri, dkk., 2024](#)). Kondisi ini membantu peserta didik untuk menguasai materi yang diajarkan dengan lebih detail dan bermakna.

Penelitian menunjukkan bahwa CRT efektif dalam meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan hasil belajar siswa ([Nawa, dkk., 2025](#)). Pendekatan ini juga relevan dalam pembelajaran sains, termasuk kimia, karena memungkinkan pengintegrasian isu-isu kontekstual, seperti keberlanjutan lingkungan, dengan budaya lokal siswa. Dalam pembelajaran kimia hijau, CRT memberikan peluang untuk menjelaskan prinsip-prinsip kimia ramah lingkungan melalui konteks lokal, seperti praktik tradisional yang mendukung keberlanjutan ([Araripe & Zuin Zeidler, 2024](#)).

Kimia hijau adalah bidang studi yang menekankan penerapan prinsip-prinsip kimia untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Prinsip-prinsip ini meliputi pengurangan limbah, penggunaan bahan yang aman, peningkatan efisiensi energi, dan penerapan teknologi ramah lingkungan ([Hidayati, 2024](#)). Materi kimia hijau sangat relevan untuk pembelajaran abad ke-21 karena membantu siswa memahami pentingnya ilmu kimia dalam menghadapi tantangan kondisi lingkungan di tingkat global, termasuk pergeseran pola iklim, pencemaran lingkungan, dan konservasi sumber daya alam ([Araripe & Zuin Zeidler, 2024](#)).

Dalam konteks pendidikan, pembelajaran kimia hijau memiliki nilai strategis untuk menanamkan kesadaran lingkungan pada siswa ([Febrizal, dkk., 2023](#)). Pembelajaran ini mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis, analitis, dan kreatif murid dengan melibatkan aktivitas belajar berbasis permasalahan (problem-based learning) yang berkaitan dengan situasi nyata dalam konteks keseharian. Dengan mengintegrasikan nilai-nilai lokal, pembelajaran kimia hijau juga dapat memberikan perspektif baru yang lebih bermakna bagi siswa ([Amoneit, dkk., 2024](#)).

Keterampilan berpikir tingkat tinggi meliputi kemampuan analisis, evaluasi, dan kreasi yang esensial guna menyelesaikan masalah kompleks dan membuat keputusan yang efektif ([Sari & Juandi, 2023](#)). Dalam pembelajaran kimia, HOTS dapat dikembangkan melalui berbagai strategi, termasuk pendekatan berorientasi proyek, model pembelajaran berlandaskan inkuiri, serta pendekatan kontekstual ([Kusumadani, dkk., 2024](#)).

HOTS tidak hanya mendukung pemahaman mendalam siswa terhadap konsep kimia, namun juga memungkinkan siswa dapat mengaplikasikan konsep tersebut dalam situasi nyata ([Kwangmuang, dkk., 2021](#)). Sebagai contoh, dalam pembelajaran kimia hijau, siswa dapat diminta untuk menganalisis dampak penggunaan bahan kimia tertentu terhadap lingkungan atau merancang solusi alternatif yang lebih ramah lingkungan ([Hidayati, 2024](#)). Pembelajaran berbasis HOTS juga relevan dalam membekali peserta didik merespon permasalahan dunia di masa mendatang ([Hidayati & Arief, 2024](#)).

E-modul adalah media pembelajaran berbasis digital yang dirancang untuk mendukung proses belajar mandiri siswa ([Hidayati, 2017](#)). Keunggulan e-modul terletak pada fleksibilitasnya, memberikan kesempatan peserta didik untuk belajar tanpa dibatasi oleh ruang dan waktu, serta interaktivitasnya yang dapat mendorong semangat dan partisipasi peserta didik dalam aktivitas belajar ([Hidayati, 2023](#)). E-modul yang dirancang dengan baik tidak hanya menyediakan informasi, tetapi juga mencakup elemen interaktif, seperti kuis, simulasi, dan video pembelajaran, yang mendukung pembelajaran aktif ([Lastri, 2023](#)).

Dalam konteks pembelajaran kimia hijau berbasis CRT, e-modul dapat menjadi alat yang efektif untuk mengintegrasikan konten kimia dengan nilai-nilai budaya lokal. Modul ini dapat dirancang untuk mencakup studi kasus lokal, aktivitas berbasis proyek, dan materi pembelajaran yang relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa. Dengan demikian, e-modul tidak hanya mendukung penguasaan konsep kimia tetapi juga membantu siswa mengembangkan HOTS.

Pengembangan e-modul berbasis CRT didasarkan pada teori konstruktivisme, yang menekankan pentingnya pengalaman belajar yang bermakna dan relevan dengan kehidupan siswa ([Erawati & Adnyana, 2024](#)). Pembelajaran yang efektif terjadi ketika siswa terlibat secara aktif dalam proses belajar dan mampu menghubungkan informasi baru dengan pengetahuan sebelumnya ([Arafah, dkk., 2023](#)). Dalam konteks ini, pendekatan CRT dan konsep kimia hijau berperan dalam membangun pembelajaran yang sesuai dengan konteks dan kebutuhan siswa.

Konstruktivisme juga mendukung pendekatan pembelajaran berbasis inkuiri dan proyek, yang dapat diterapkan dalam e-modul untuk mendorong keterlibatan aktif siswa ([Erawati & Adnyana, 2024](#)). Melalui

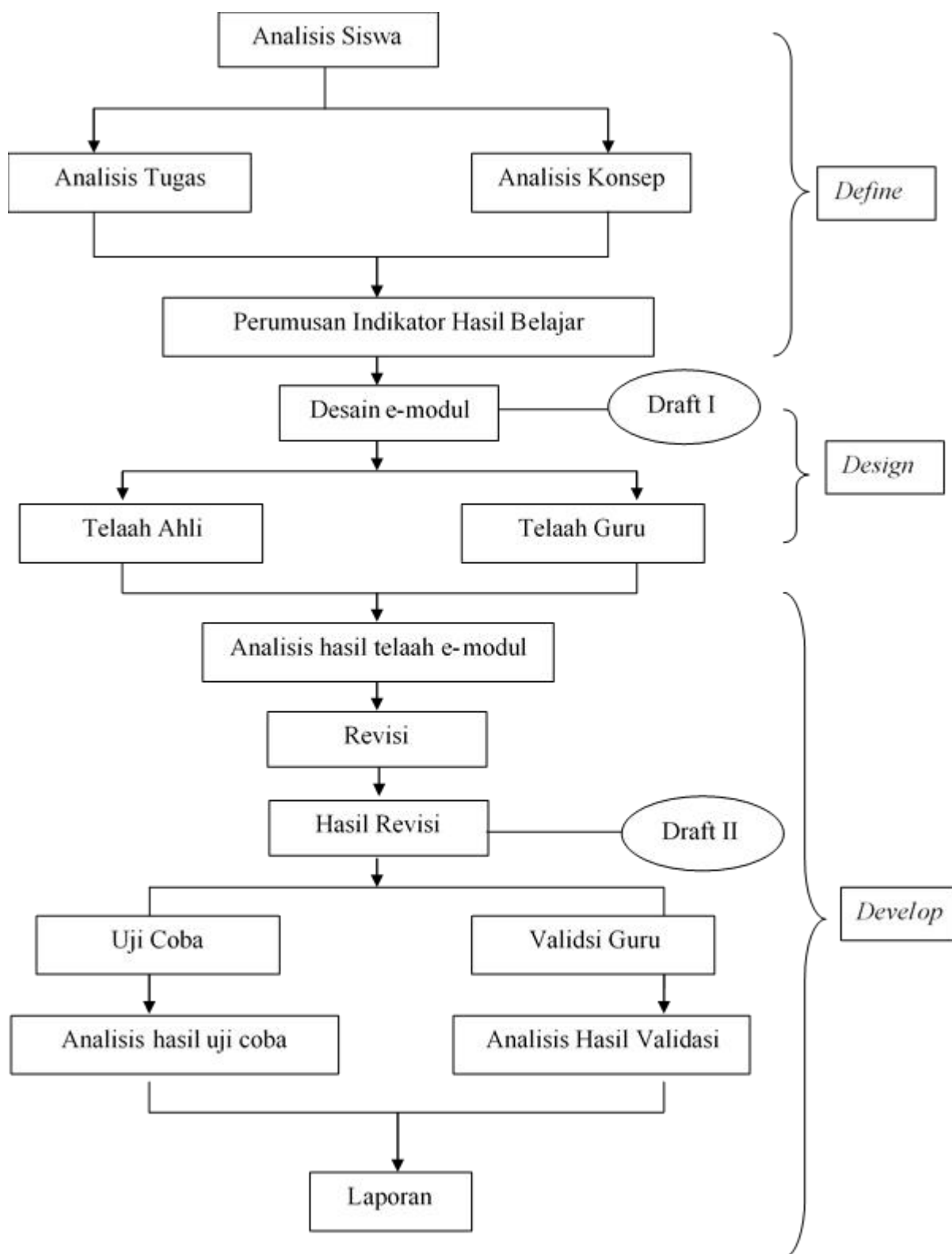
aktivitas ini, peserta didik bukan sekedar menguasai konsep kimia hijau namun sekaligus mampu mengaplikasikannya pada situasi nyata, seperti merancang solusi berbasis budaya lokal untuk masalah lingkungan.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan materi kimia hijau dengan pendekatan CRT dalam bentuk e-modul interaktif. Selain itu, penelitian ini berkontribusi dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik lewat pembelajaran berbasis teknologi yang kontekstual, relevan, dan berorientasi pada keberlanjutan. Oleh karena itu, luaran penelitian ini berpotensi menjadi model pembelajaran inovatif yang mampu meningkatkan kualitas pendidikan kimia di Indonesia.

Berdasarkan teori dan kajian empiris yang telah diuraikan, pengembangan e-modul kimia hijau dengan pendekatan CRT memiliki potensi besar untuk meningkatkan HOTS siswa. Modul ini bukan sekedar menyajikan eksplorasi akademik yang interaktif dan relevan, namun sekaligus mendorong siswa agar memahami pentingnya prinsip kimia hijau dalam menjaga keberlanjutan lingkungan. Dengan mengintegrasikan budaya lokal, e-modul ini menghadirkan strategi pengajaran yang lebih menyeluruh, relevan dengan konteks, dan bermakna. Dengan demikian, kajian ini dimaksudkan agar mampu berkontribusi secara berarti dalam mendorong inovasi pendidikan kimia di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Studi ini termasuk dalam riset pengembangan (*Research and Development, R&D*) yang dirancang guna menghasilkan e-modul Kimia Hijau berbasis pendekatan *Culturally Responsive Teaching* (CRT) untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi murid. Pengembangan e-modul tersebut dilakukan dengan menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Prosedur penelitian disajikan dalam Gambar 1. Populasi dalam riset ini mencakup semua peserta didik kelas X di MAN 1 Kota Malang. Sampel dipilih secara *purposive sampling*. Kelas X-M ditetapkan menjadi kelompok eksperimen (menggunakan e-modul berbasis CRT), sedangkan kelas X-L menjadi kelompok kontrol (dengan modul konvensional). Pemilihan kelas X-M dan X-L ditetapkan secara *purposive* berdasarkan kesetaraan karakteristik siswa dalam hal kemampuan akademik, latar belakang sosial-budaya, serta akses terhadap teknologi pembelajaran. Penentuan ini bertujuan untuk meminimalkan bias dalam penelitian dan memastikan bahwa perbedaan hasil antara kedua kelompok benar-benar disebabkan oleh intervensi penggunaan e-modul berbasis *Culturally Responsive Teaching* (CRT), bukan oleh faktor eksternal lainnya. Dengan demikian, analisis efektivitas e-modul dapat dilakukan secara lebih objektif dan valid.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut. *Define* (Pendefinisian): Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, karakteristik siswa kelas X, dan relevansi materi Kimia Hijau dengan konteks budaya lokal. Data diperoleh melalui wawancara dan observasi. *Design* (Perancangan): Pada tahap ini, dibuat rancangan e-modul yang disusun berdasarkan pendekatan *Culturally Responsive Teaching*. Konten e-modul dirancang agar sesuai dengan kurikulum Kimia kelas X, serta mencakup aktivitas yang merangsang keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS). *Development* (Pengembangan): E-modul dikembangkan berdasarkan desain yang telah dibuat, dilengkapi dengan fitur interaktif seperti video, animasi, dan latihan soal HOTS. Produk ini divalidasi oleh ahli materi, ahli media, dan guru kimia guna memastikan kelayakannya. E-modul yang telah tervalidasi kemudian diterapkan dalam pembelajaran siswa kelas X. Pada tahap ini, digunakan metode quasi eksperimen dengan desain *pretest-posttest control group*. Dua kelompok

siswa, yakni kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, dilibatkan untuk mengevaluasi efektivitas e-modul. Kelompok eksperimen menggunakan e-modul Kimia Hijau berbasis CRT, sedangkan kelompok kontrol menggunakan modul konvensional. *Dessiminate* (Desiminasi): Desiminasi dilakukan melalui kegiatan MGMP Kimia.

Penelitian ini menggunakan beberapa teknik pengumpulan data, yaitu: a) Tes HOTS, yang diberikan kepada siswa di kelompok eksperimen dan kontrol sebelum serta setelah pembelajaran untuk mengukur peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi; b) Observasi, yakni pengamatan terhadap aktivitas siswa saat menggunakan e-modul di kelas; c) Wawancara, yang bertujuan menggali tanggapan guru dan siswa mengenai penggunaan e-modul; d) Angket, digunakan untuk menilai persepsi siswa terkait kemudahan penggunaan dan relevansi e-modul; serta e) Dokumentasi, yang mencakup pengumpulan data hasil belajar siswa dan catatan aktivitas selama pembelajaran.

Penelitian ini menggunakan beberapa teknik analisis data, yaitu: a) analisis deskriptif kuantitatif untuk mengevaluasi hasil pretest dan posttest, b) uji *t-test* independen guna membandingkan skor posttest antara kelompok eksperimen dan kontrol, serta c) uji *N-Gain* untuk menilai peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS). Sementara itu, data dari wawancara dan observasi dianalisis secara kualitatif menggunakan pendekatan analisis tematik. Data yang diperoleh dikategorikan berdasarkan pola dan tema yang muncul, kemudian diinterpretasikan untuk memahami persepsi siswa dan guru terhadap efektivitas e-modul berbasis *Culturally Responsive Teaching* (CRT) dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Analisis ini dilakukan secara mendalam untuk melengkapi temuan kuantitatif dan memberikan pemahaman yang lebih komprehensif terkait dampak implementasi e-modul dalam pembelajaran.

Dalam penelitian ini, e-modul berbasis *Culturally Responsive Teaching* (CRT) dianggap berhasil dan efektif jika memenuhi dua kriteria utama: (1) Hasil validasi dari para ahli menunjukkan bahwa produk ini termasuk dalam kategori "sangat valid" dengan skor rata-rata minimal 80 pada aspek bahasa, penyajian, isi, dan kesesuaian dengan CRT; serta (2) hasil uji efektivitas menunjukkan kemajuan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa kelompok eksperimen dengan nilai *n-gain* tidak kurang dari 0,50 (kategori sedang) serta perbedaan skor posttest antara kelompok eksperimen dan kontrol yang signifikan secara statistik ($p < 0,05$). Kriteria ini digunakan untuk memastikan bahwa e-modul yang dikembangkan tidak hanya valid dari segi isi dan desain, tetapi juga memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan HOTS siswa.

Keterbatasan penelitian

Beberapa kendala yang muncul dalam studi ini meliputi:

1. Variasi literasi digital siswa, yang memengaruhi pemanfaatan fitur interaktif dalam e-modul.
2. Keterbatasan integrasi budaya, karena belum mencakup konteks budaya lokal yang lebih luas dan beragam.
3. Durasi intervensi yang relatif singkat, sehingga dampak jangka panjang terhadap HOTS belum dapat diamati secara menyeluruh.
4. Keterbatasan infrastruktur, seperti akses internet dan perangkat digital yang tidak merata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

E-modul yang dikembangkan ditampilkan dalam Gambar 2. E-modul yang dikembangkan sesuai dengan materi kimia hijau yang telah diintegrasikan dengan pendekatan *Culturally Responsive Teaching* (CRT), yang

bercirikan: 1. considering content integration, 2. facilitating knowledge construction, 3. prejudice reduction, 4. social justice, dan 5. academic development.



Gambar 2. Visualisasi e-modul

E-modul yang disusun telah divalidasi oleh dua dosen pendidikan kimia dan satu guru kimia yang berperan sebagai validator V1, V2, dan V3. Kualitas e-modul yang dinilai mencakup bahasa, penyajian, isi, dan kesesuaian dengan CRT. Hasil rata-rata skor penilaian ditampilkan dalam Tabel 1. Uji validitas dan reliabilitas juga dilakukan terhadap instrumen penelitian. Hasil uji validitas menunjukkan instrumen penelitian memiliki r hitung (0,691) yang lebih besar dari r tabel (0,404), yang bermakna bahwa instrumen penelitian valid. Uji reliabilitas dilakukan dengan rumus Cronbach Alpha dengan nilai acuan 0,7. Instrumen dikatakan reliabel jika nilai Cronbach Alpha > 0,7. Hasil uji reliabilitas didapatkan nilai Cronbach Alpha sebesar 0,873, yang bermakna bahwa instrumen reliabel.

Tabel 1. Hasil Validasi

Aspek	V1	V2	V3	Rata-rata	Kategori
Bahasa	83	85	84	84	Sangat Valid
Penyajian	84	84	85	84	Sangat Valid
Isi	84	83	86	84	Sangat Valid
Kesesuaian dengan CRT	84	83	87	85	Sangat Valid

Tabel 1 menunjukkan bahwa semua aspek termasuk dalam kategori sangat valid. Data yang diberikan pada Tabel 1 merupakan hasil yang diperoleh setelah peneliti merevisi beberapa bagian dalam e-modul, seperti yang disarankan oleh validator. Revisi tersebut meliputi desain sampul, tampilan gambar, jenis huruf, dan isi

lembar kerja siswa. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Arifin (2024) yang menekankan mengenai pentingnya pemilihan ukuran huruf yang sesuai (Arifin, dkk., 2024). Secara umum, ukuran huruf diukur dalam satuan poin per inci, dengan standar 12 poin untuk teks. Meskipun persepsi terhadap ukuran huruf dapat bervariasi antar individu, standar tersebut dianggap ideal bagi pembaca dengan kondisi mata yang sehat, faktor tersebut telah dipastikan sesuai. Artinya, jenis huruf tidak perlu diperbesar atau diperkecil. Resolusi gambar harus diperbesar untuk menghindari pikselasi. Gambar, menurut Sakti & Emiliannur (2024), merupakan alat penting untuk memberikan representasi visual lebih nyata dari suatu permasalahan. Dengan adanya gambar, seseorang dapat memahami ide atau informasi yang disampaikan secara lebih jelas dibandingkan dengan teks tertulis maupun lisan (Sakti & Emiliannur, 2024).

Data angket respon siswa digunakan untuk menyempurnakan e-modul. Data angket respon siswa ditampilkan dalam Tabel 2. Berdasarkan wawancara dengan siswa, e-modul yang disusun dinilai cocok untuk dipergunakan.

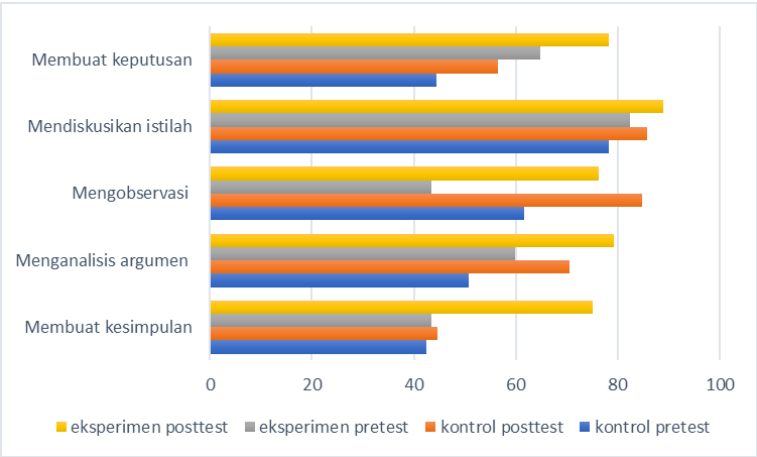
Tabel 2. Data angket respon siswa

Aspek	Persentase (%)	Kategori
Isi	85	Sangat layak
Penyajian	84	Sangat layak
Bahasa	82	Sangat layak
Kesesuaian dengan CRT	86	Sangat layak

Dari data yang tersaji dalam Tabel 2, diketahui bahwa, tidak semua siswa menganggap bahasa e-modul mudah dipahami. Hal ini dapat dimaklumi karena kecepatan memahami bacaan dipengaruhi oleh kemampuan siswa dalam mengolah informasi. Kemampuan siswa dalam memahami bahasa dalam e-modul pun cenderung bervariasi. Namun, beberapa istilah masih perlu dijelaskan dengan lebih jelas. Pemilihan kata dan struktur kalimat memegang peran penting dalam media pembelajaran karena berpengaruh terhadap tingkat keterpahamannya.

E-modul yang disusun dilengkapi dengan lembar observasi serta lembar refleksi bagi siswa. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Amoneit dkk. (2024), yang menekankan bahwa dalam merancang sarana pembelajaran, penting untuk mempertimbangkan temuan dari evaluasi respons siswa, cara mereka merespons pertanyaan atau menyelesaikan latihan, serta menyediakan peluang untuk berlatih lebih lanjut (Amoneit, dkk., 2024). Namun, tidak semua siswa menganggap e-modul tersebut memiliki materi yang mudah dipahami ketika digunakan dalam kelompok. Hal ini wajar saja karena ada kalanya sebagian siswa merasa kesulitan untuk berinteraksi dan bekerja sama dengan siswa lain. Hal ini juga dapat disebabkan oleh jumlah anggota kelompok. Menurut Kusumadani dkk. (2024), kelompok belajar yang ideal tidak boleh terlalu besar, yaitu antara empat sampai delapan orang (Kusumadani, dkk., 2024). Siswa merupakan makhluk individu yang berbeda satu sama lain. Perbedaan sifat antar siswa terkadang dapat menimbulkan kejengkelan dan kesalahpahaman sehingga kerjasama antar anggota kelompok sedikit sulit dilakukan. Di sisi lain, sebagian besar siswa menganggap lembar observasi dan diskusi bermanfaat.

Untuk menilai keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik dilakukan pretest serta posttest. Pretest dilakukan sebelum siswa melaksanakan pembelajaran menggunakan e-modul. Posttest dilaksanakan setelah siswa melaksanakan kegiatan pembelajaran. Hasil pretest dan posttes untuk kelas eksperimen dan kontrol dapat diilustrasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Data pretest dan postes siswa

Data pretest dan posttest dianalisis melalui uji normalitas dan homogenitas. Pengujian tersebut dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS 23. Hasil uji normalitas disajikan dalam Tabel 3, sementara hasil uji homogenitas dapat ditemukan dalam Tabel 4.

Tabel 3. Hasil uji normalitas

Data	Statistic	df	Sig.
Preko	0,164	32	0,112
Posko	0,163	32	0,116
Preek	0,180	32	0,063
Posek	0,153	32	0,173

Tabel 4. Hasil uji homogenitas

Based on mean	Statistic	df1	df2	Sig.
	0,837	1	68	0,388

Data yang tersaji dalam Tabel 3 menginformasikan bahwa seluruh data mempunyai hasil sig. lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data tersebut terdistribusi normal. Data yang tercantum dalam Tabel 4 menyampaikan infomasi bahwa data homogen.

Uji n-gain juga dilakukan terhadap data pretest dan posttest. Hasil uji n-gain dapat dilihat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji n-gain

Data	Kontrol	Eksperimen
Rata-rata Pretes	55,53	58,77
Rata-rata Postes	68,48	79,60
Rata-rata n-gain	0,29	0,51

Data yang termuat dalam Tabel 5 memperlihatkan bahwa rata-rata n-gain untuk kelas kontrol dan eksperimen masing-masing sebesar 0,29 dan 0,51. Hasil uji *n-gain* juga digunakan untuk uji *t-test*. Adapun data uji *t-test* dituangkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Data uji t-test

Kelas	Jumlah Siswa	Sig.2-tailed
Kontrol	32	0,008
Eksperimen	32	

Hasil yang didapati berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa e-modul berorientasi CRT yang disusun dapat mempengaruhi peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa. Tabel tersebut menyajikan luaran uji *t-test* terhadap nilai *posttest* keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa di kedua kelompok. Nilai *p-*

value sebesar 0,008 ($< 0,05$) mengindikasikan adanya perbedaan nyata berdasarkan analisis statistik antara nilai HOTS siswa yang menggunakan e-modul berbasis *Culturally Responsive Teaching* (CRT) dengan siswa yang menggunakan modul konvensional. Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan e-modul berbasis CRT memberikan dampak yang lebih besar terhadap peningkatan HOTS dibandingkan metode pembelajaran konvensional.

Pembahasan

E-modul Kimia Hijau dikembangkan dengan konsep *Culturally Responsive Teaching* (CRT) sebagai upaya mengoptimalkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Pendekatan CRT memiliki 5 ciri yaitu 1. *considering content integration*, 2. *facilitating knowledge construction*, 3. *prejudice reduction*, 4. *social justice*, dan 5. *academic development*.

Tahap *considering content integration* atau integrasi konten dilakukan dengan memasukkan unsur budaya ke dalam proses pengajaran, menciptakan lingkungan kolaboratif antara pendidik dengan peserta didik, serta memberikan penghargaan atas pencapaian siswa. Pendekatan ini dapat mengembangkan soft skills pada siswa, seperti cinta terhadap tanah air, motivasi belajar, dan rasa ingin tahu yang tinggi. Tahap *considering content integration* dilakukan dengan membaca narasi 'Batik sebagai Warisan Budaya Indonesia'. Dengan cara ini, peserta didik dilatih untuk menganalisis bagaimana aktivitas membuat batik menyebabkan masalah serius terhadap lingkungan ([Fitriah, dkk., 2024](#)).

Pada tahap *facilitating knowledge construction*, peserta didik diajak untuk mengamati kasus polusi dan hubungannya dengan konsep kimia yang disajikan dalam e-modul. Dalam tahap ini, guru berperan sebagai fasilitator, membantu siswa membangun pengetahuan berdasarkan pemahaman awal yang telah mereka miliki. Guru mendorong siswa untuk berpikir kritis dan terbuka dalam mengolah pengetahuan yang diperoleh ([Nawa, dkk., 2025](#); [Putri, dkk., 2024](#)). Tahapan ini membantu siswa memperluas wawasan dan membentuk pemahaman yang lebih mendalam.

Kedua tahap ini bertujuan untuk memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi murid. Dalam tahap ini, peserta didik membaca dan memahami isu-isu yang disajikan. Melalui kegiatan tersebut, mereka dilatih untuk mengasah kemampuan berpikir kritis, terutama dalam menganalisis argumen dan melakukan observasi. Peserta didik juga diharapkan untuk mengamati dan menganalisis dampak berbagai aktivitas terhadap ekosistem berdasarkan data, gambar, dan video yang disediakan. Langkah tersebut bukan sekedar memperkuat penguasaan konsep mereka, melainkan pula mendorong pengembangan argumentasi yang didukung oleh bukti ilmiah ([Arifin, dkk., 2024](#)).

Pada tahap *prejudice reduction*, peserta didik mendiskusikan permasalahan serta solusi alternatif terkait limbah produksi batik. Guru menggunakan pendekatan kontekstual untuk menciptakan suasana belajar yang inklusif, bebas dari diskriminasi suku bangsa, budaya, status sosial, atau linguistik. Proses tersebut berfokus pada mendorong komunikasi efektif diantara peserta didik serta membangun suasana belajar yang mendukung. Hasil dari implementasi langkah ini adalah meningkatnya sikap inklusif, kesadaran kolektif, dan kepedulian interpersonal dalam komunikasi antara siswa dan guru. Dalam proses ini, siswa berkolaborasi secara berkelompok guna menuntaskan aktivitas diskusi. Kolaborasi ini melatih mereka untuk membangun keterampilan berpikir tingkat tinggi, sekaligus mendorong sikap ilmiah, seperti objektivitas, menghargai pendapat orang lain, mendengarkan secara kritis, dan membuat keputusan berdasarkan data yang ada ([Rampean, dkk., 2022](#)).

Tahap *academic development* melibatkan peserta didik dalam mendiskusikan pertanyaan dan definisi kimia hijau melalui fenomena proses pembuatan batik yang ramah lingkungan. Proses ini bertujuan mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dengan menekankan pada diskusi istilah, penarikan kesimpulan, dan pengambilan keputusan. Selain itu, peserta didik diajak untuk melakukan refleksi kritis dengan tetap memperhatikan data, meskipun data tersebut terlihat kecil atau kurang signifikan. Tahap ini dirancang untuk memperkuat kemampuan peserta didik dalam menghubungkan informasi yang dimiliki dengan pengambilan keputusan yang didasarkan pada analisis mendalam dan berbasis data yang tersedia ([Sari & Juandi, 2023](#)).

Pretest dan posttest dilaksanakan guna mengukur keterampilan berpikir tingkat tinggi murid. Pretest dilakukan sebelum pengajaran dan setelah diberikan pembelajaran menggunakan e-modul berbasis CRT, dilakukan posttest. Hasil pretest menunjukkan bahwa baik kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol memiliki tingkat keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) yang relatif rendah, dengan rata-rata skor awal yang tidak jauh berbeda (55,53 untuk kelompok kontrol dan 58,77 untuk kelompok eksperimen). Hal ini mengindikasikan bahwa sebelum intervensi, kedua kelompok memiliki kemampuan yang setara, sehingga perbedaan hasil posttest dapat lebih objektif dalam merefleksikan efektivitas e-modul berbasis *Culturally Responsive Teaching* (CRT).

Setelah diberikan perlakuan, hasil posttest menunjukkan peningkatan yang lebih signifikan pada kelompok eksperimen (79,60) dibandingkan kelompok kontrol (68,48). Analisis n-gain menunjukkan bahwa peningkatan HOTS pada kelompok eksperimen berada dalam kategori sedang (0,51), sedangkan untuk kelas kontrol menempati kategori rendah (0,29). Nilai p sebesar 0,008 ($< 0,05$) dalam uji t-test mengindikasikan terdapat perbedaan peningkatan keterampilan HOTS antara kedua kelompok memiliki perbedaan nyata berdasarkan analisis statistik. Temuan ini konsisten dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa penerapan *Culturally Responsive Teaching* berpotensi mengembangkan keterampilan berpikir murid melalui mengaitkan topik pembelajaran dengan dimensi budaya individu yang belajar, sehingga lebih bermakna dan aplikatif ([Rahayu, dkk., 2024](#); [Rahmawati, dkk., 2023](#)).

Perbedaan yang signifikan ini mendukung temuan Putri dkk. (2024) yang mengungkapkan bahwa pengajaran berbasis *Culturally Responsive Teaching* berpotensi memicu keterlibatan dan pemahaman siswa karena materi lebih relevan dengan pengalaman budaya mereka ([Putri, dkk., 2024](#)). Lebih lanjut, temuan ini juga selaras dengan kajian Fitriah dkk. (2024), yang menemukan bahwa pendekatan berbasis CRT berpotensi memfasilitasi murid mengasah keterampilan berpikir kritis dan evaluative dengan lebih efektif dibandingkan metode yang tidak mempertimbangkan konteks budaya ([Fitriah, dkk., 2024](#)).

Meskipun hasil uji t-test menunjukkan efektivitas e-modul dalam meningkatkan HOTS, hasil ini perlu diinterpretasikan dengan mempertimbangkan keterbatasan penelitian. Faktor lain seperti bimbingan dari guru, intensitas diskusi dalam kelas, serta kesiapan siswa dalam mengadopsi pendekatan pembelajaran berbasis budaya juga dapat memengaruhi hasil yang diperoleh. Oleh karena itu, penelitian lanjutan direkomendasikan untuk mengeksplorasi lebih lanjut bagaimana kombinasi e-modul dengan strategi pembelajaran lain, seperti diskusi berbasis proyek atau pendekatan inkuiri, dapat lebih mengoptimalkan peningkatan HOTS siswa.

Selain itu, pendekatan CRT dalam e-modul ini memfasilitasi konstruksi pengetahuan yang lebih aktif melalui integrasi nilai budaya dan kontekstualisasi pembelajaran, sebagaimana dijelaskan dalam teori konstruktivisme. Dengan menghadirkan eksperensial pembelajaran yang lebih kontekstual, siswa lebih

termotivasi untuk berpikir analitis dan kritis dalam memahami konsep kimia hijau. Temuan ini menguatkan hasil riset Rahmawati (2023), yang mengungkapkan bahwa integrasi budaya dalam kegiatan belajar dapat memperdalam penguasaan konsep dan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa secara lebih efektif dibandingkan metode konvensional ([Rahmawati, dkk., 2023](#)).

Hasil analisis n-gain mengindikasikan bahwa perkembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa pada kelompok eksperimen berada dalam kategori sedang (0,51). Meskipun terdapat perbedaan yang signifikan dibandingkan kelompok kontrol (0,29, kategori rendah), hasil ini menunjukkan bahwa efektivitas e-modul berbasis *Culturally Responsive Teaching* (CRT) dalam meningkatkan HOTS belum mencapai kategori tinggi (>0,70).

Salah satu faktor yang dapat menjelaskan mengapa peningkatan HOTS tidak lebih tinggi adalah proses adaptasi siswa terhadap pendekatan pembelajaran yang digunakan. Pendekatan CRT menekankan integrasi budaya dalam pembelajaran, yang bagi sebagian siswa merupakan sesuatu yang baru dalam pembelajaran kimia. Menurut Masarudin, dkk. (2025), keberhasilan CRT sangat bergantung pada sejauh mana siswa dapat mengaitkan konsep ilmiah dengan pengalaman budaya mereka ([Masarudin, dkk., 2025](#)). Dalam penelitian ini, meskipun e-modul telah dirancang untuk menghubungkan prinsip kimia hijau dengan konteks budaya lokal, tidak semua siswa memiliki pengalaman budaya yang sama, sehingga tidak semua dari mereka dapat langsung memahami dan mengaitkan materi dengan baik.

Selain itu, pendekatan pembelajaran berbasis HOTS membutuhkan waktu yang lebih panjang agar siswa terbiasa dengan proses berpikir analitis, evaluatif, dan kreatif. Teori konstruktivisme menyatakan bahwa pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi terjadi secara bertahap melalui interaksi sosial dan pengalaman belajar yang berkelanjutan ([Arafah, dkk., 2023](#)). Dalam penelitian ini, intervensi melalui e-modul dilakukan dalam jangka waktu yang relatif terbatas, sehingga belum cukup untuk membentuk pola pikir yang lebih kompleks secara optimal. Hasil ini konsisten dengan penelitian Hidayati & Arief (2024), yang menemukan bahwa pengembangan HOTS membutuhkan latihan yang berulang serta dukungan pedagogis yang kuat dari guru untuk membimbing siswa dalam berpikir reflektif dan mendalam ([Hidayati & Arief, 2024](#)).

Faktor lain yang dapat memengaruhi hasil ini adalah keterbatasan interaksi langsung antara siswa dan guru dalam penggunaan e-modul. Meskipun e-modul telah dirancang dengan fitur interaktif, pembelajaran HOTS sering kali lebih efektif dalam lingkungan yang memungkinkan diskusi mendalam dan refleksi kritis bersama ([Sari & Juandi, 2023](#)). Dalam studi Sakti (2023), ditemukan bahwa meskipun pembelajaran berbasis teknologi dapat meningkatkan pemahaman siswa, keterlibatan aktif dalam diskusi kelas dan bimbingan langsung dari guru tetap menjadi faktor penting dalam mengoptimalkan pengembangan HOTS ([Sakti, 2023](#)). Oleh karena itu, efektivitas e-modul dalam penelitian ini kemungkinan masih terbatas oleh kurangnya kesempatan bagi siswa untuk mendiskusikan konsep-konsep yang lebih kompleks secara lebih mendalam.

Implikasi dari temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun e-modul berorientasi CRT telah terbukti efektif dalam meningkatkan HOTS, penggunaannya perlu didukung oleh strategi pembelajaran tambahan untuk mencapai efektivitas yang lebih tinggi. Sebagai solusi, penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi integrasi e-modul ini dengan pendekatan pembelajaran berbasis diskusi kelompok, proyek berbasis investigasi, atau bimbingan reflektif oleh guru. Dengan demikian, siswa dapat lebih aktif dalam mengonstruksi pengetahuan mereka, serta meningkatkan kemampuan berpikir analitis dan kreatif secara lebih signifikan.

Meskipun penelitian ini menunjukkan efektivitas e-modul berbasis *Culturally Responsive Teaching* (CRT) mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi individu yang belajar, terdapat beberapa kendala yang

dihadapi selama proses implementasi. Salah satu tantangan utama adalah adaptasi siswa terhadap penggunaan e-modul berbasis digital. Tidak semua siswa memiliki tingkat literasi digital yang sama, sehingga beberapa dari mereka mengalami kesulitan dalam menavigasi fitur interaktif yang disediakan dalam e-modul. Hal ini sejalan dengan temuan Palakova (2023), yang menyatakan bahwa efektivitas e-modul bergantung pada pengalaman pengguna dalam mengakses dan memahami konten digital secara mandiri.

Selain itu, penerapan pendekatan CRT dalam pembelajaran kimia juga menghadapi tantangan dalam mengintegrasikan nilai budaya lokal secara mendalam ke dalam konsep kimia hijau. Meskipun materi telah disusun dengan mempertimbangkan aspek budaya, masih terdapat keterbatasan dalam menyediakan contoh konkret dari berbagai daerah yang lebih beragam. Kondisi ini disebabkan oleh terbatasnya waktu dan sumber daya dalam menghimpun data budaya lokal secara lebih komprehensif. Penelitian Rahmawati, dkk. (2023) menunjukkan bahwa efektivitas pembelajaran berbasis CRT sangat bergantung pada kedalaman integrasi budaya yang digunakan dalam materi ajar, sehingga penelitian lanjutan diperlukan untuk memperkaya konten budaya dalam e-modul ini.

Dari sisi teknis, implementasi e-modul di MAN 1 Kota Malang juga menghadapi kendala dalam hal ketersediaan perangkat dan koneksi internet yang tidak selalu stabil. Beberapa siswa mengalami kesulitan mengakses e-modul di luar jam pelajaran karena keterbatasan perangkat pribadi atau akses internet yang terbatas di lingkungan mereka. Kendala ini menunjukkan bahwa meskipun e-modul berbasis CRT menawarkan fleksibilitas dalam pembelajaran mandiri, faktor infrastruktur masih menjadi tantangan yang perlu diperhatikan dalam penerapannya di sekolah-sekolah dengan fasilitas teknologi yang beragam ([Febrizal, dkk., 2023](#)).

Dari segi evaluasi pembelajaran, keterbatasan lain yang muncul adalah waktu yang relatif singkat dalam pelaksanaan penelitian ini. Proses pengukuran HOTS melalui pretest dan posttest dilakukan dalam periode pembelajaran yang terbatas, sehingga belum dapat mengamati dampak jangka panjang dari penggunaan e-modul berbasis CRT. Penelitian jangka panjang diperlukan untuk mengeksplorasi bagaimana e-modul ini dapat memberikan dampak berkelanjutan terhadap peningkatan keterampilan berpikir siswa dalam jangka waktu yang lebih panjang.

KESIMPULAN

Temuan utama

Penelitian ini menemukan bahwa e-modul kimia hijau berbasis Culturally Responsive Teaching (CRT) yang dikembangkan tergolong sangat valid berdasarkan penilaian para ahli dari aspek bahasa, penyajian, isi, dan kesesuaian dengan pendekatan CRT. Hasil uji efektivitas menunjukkan bahwa penggunaan e-modul secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills / HOTS) siswa, dengan nilai *n-gain* sebesar 0,51 (kategori sedang) untuk kelompok eksperimen, dibandingkan 0,29 (kategori rendah) untuk kelompok kontrol. Perbedaan tersebut juga signifikan secara statistik ($p = 0,008$), menegaskan bahwa integrasi budaya dalam pembelajaran kimia hijau berdampak positif terhadap peningkatan HOTS.

Implikasi

Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis CRT dalam e-modul kimia tidak hanya memperkuat keterlibatan siswa, tetapi juga membantu mereka memahami konsep-konsep kimia dalam konteks kehidupan dan budaya lokal. Implementasi modul ini berpotensi menjadi solusi inovatif untuk

meningkatkan kualitas pembelajaran kimia berbasis keberlanjutan, sekaligus mengembangkan kemampuan analitis, evaluatif, dan kreatif siswa. Pendekatan ini juga mendorong pembelajaran yang lebih inklusif, bermakna, dan adaptif terhadap keberagaman budaya siswa.

Rekomendasi penelitian lanjutan

Penelitian selanjutnya disarankan untuk:

1. Mengembangkan e-modul berbasis CRT yang mencakup lebih banyak variasi budaya lokal dari berbagai daerah di Indonesia.
2. Menggabungkan e-modul ini dengan strategi pembelajaran kolaboratif, seperti proyek berbasis investigasi atau diskusi reflektif untuk memperkuat pengembangan HOTS.

REFERENSI

- Abdalla, H., & Moussa, A. (2024). Culturally Responsive Teaching: Navigating Models and Implementing Effective Strategies. *Acta Pedagogica Asiana*, 3(2), 91–100. <https://doi.org/10.53623/apga.v3i2.432>
- Abdul Sakti. (2023). Meningkatkan Pembelajaran Melalui Teknologi Digital. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 2(2), 212–219. <https://doi.org/10.55606/juprit.v2i2.2025>
- Amonet, M., Weckowska, D., Spahr, S., Wagner, O., Adeli, M., Mai, I., & Haag, R. (2024). Green chemistry and responsible research and innovation: Moving beyond the 12 principles. *Journal of Cleaner Production*, 484(July), 144011. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144011>
- Arafah, A. A., Sukriadi, S., & Samsuddin, A. F. (2023). Implikasi Teori Belajar Konstruktivisme pada Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(2), 358–366. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i2.946>
- Araripe, E., & Zuin Zeidler, V. G. (2024). Advancing sustainable chemistry education: Insights from real-world case studies. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 9(November), 100436. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2024.100436>
- Arifin, A. A., Ramdani, A., Andayani, Y., & Hariadi, I. (2024). Pengembangan E-Modul Ekosistem Berbasis Model Culturally Responsive Transformative Teaching dengan Pendekatan Socio-Scientific Issues Berbantuan Software 3D Pageflip Professional. *Journal of Classroom Action Research*, 6(3). <https://doi.org/10.29303/jcar.v6i3.9035>
- Erawati, N. K., & Adnyana, P. B. (2024). Implementation of Jean Peaget's Theory of Contructivism in Learning: a Literature Review. *Indonesian Journal of Educational Development (IJED)*, 5(3), 394–401. <https://doi.org/10.59672/ijed.v5i3.4148>
- Febrizal, F., Hernani, H., & Mudzakir, A. (2023). Systematic Literature Review: Peran Pembelajaran Kimia terhadap Keberlanjutan dalam Konteks Education for Sustainable Development (ESD). *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 14(2), 238. <https://doi.org/10.20527/quantum.v14i2.15963>
- Fitriah, L., Gaol, M. E. L., Cahyanti, N. R., Yamalia, N., Maharani, N., Iriani, I. T., & Surayanah, S. (2024). Pembelajaran Berbasis Pendekatan Culturally Responsive Teaching Di Sekolah Dasar. *Journal of Language, Literature, and Arts*, 4(6), 643–650. <https://doi.org/10.17977/um064v4i62024p643-650>
- Hidayati, R. E. (2017). The Development of Student Worksheet Based on CORE (Connecting, Organizing, Reflecting and Extending). *Journal of Chemistry Education Research*, 1(2), 44–47.
- Hidayati, Ririn Eva. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Google Sites Terintegrasi Augmented Reality Pada Topik Bentuk Molekul. *Jurnal Diklat Keagamaan*, 17(2), 125–138.
- Hidayati, Ririn Eva. (2024). Inovasi Pembelajaran Kimia : Implementasi Pembelajaran Kimia Berbasis Literasi Keagamaan Lintas Budaya Sebagai Alternatif Membangun Sikap Moderasi Beragama Chemistry Learning Innovation : Implementation of Chemistry Learning Based on Cross-Cultural Religi. *Inovasi: Jurnal Diklat Keagamaan*, 18(2), 151–168.
- Hidayati, Ririn Eva, & Arief, Z. (2024). Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik: Analisis Pada Topik Hidrokarbon. *Inovasi-Jurnal Diklat Keagamaan*, 18(1), 26–35. <https://doi.org/10.52048/inovasi.v18i1.496>
- Kusumadani, A. I., Affandy, H., Sunarno, W., Suryana, R., & Andiena, R. Z. (2024). Novel Approach in Enhancing Science Education Through Problem-Based Creative Learning and Delphi Evaluation. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 13(4), 668–679. <https://doi.org/10.15294/jpii.v13i4.852>
- Kwangmuang, P., Jarutkamolpong, S., Sangboonraung, W., & Daungtod, S. (2021). Heliyon The development of learning innovation to enhance higher order thinking skills for students in Thailand junior high schools. *Heliyon*, 7(6), e07309. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07309>

- Lastri, Y. (2023). Pengembangan Dan Pemanfaatan Bahan Ajar E-Modul Dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Citra Pendidikan*, 3(3), 1139–1146. <https://doi.org/10.38048/jcp.v3i3.1914>
- Masarudin, B. A., Prihatin, Y., & Maufur, M. (2025). Implementation of Multicultural Education through Differentiated Learning : A Case Study at Play Ground. *Journal of English Language and Education*, 10(1), 370–377. <https://doi.org/10.31004/jele.v10i1.651>
- Maylia, E. C., Amelia, A. P., Suwarna, D. M., Muyassaroh, I., & Jenuri, J. (2024). Strategi Pembelajaran Inkuiri Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SD. *Jurnal Review Pendidikan Dasar : Jurnal Kajian Pendidikan Dan Hasil Penelitian*, 10(1), 32–41. <https://doi.org/10.26740/jrpd.v10n1.p32-41>
- Mhlongo, S., Mbatha, K., Ramatsetse, B., & Dlamini, R. (2023). Challenges, opportunities, and prospects of adopting and using smart digital technologies in learning environments: An iterative review. *Heliyon*, 9(6), e16348. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16348>
- Nawa, K., Sirait, D., Yarshal, D., & Siregar, N. S. (2025). Pengaruh Culturally Responsive Teaching terhadap Partisipasi dan Motivasi Siswa dalam Pembelajaran IPAS Kelas V SDN 060812 Medan. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6(1), 120–128. <http://doi.org/10.54373/imeij.v6i1.2460>
- Novita, L., Windiyani, T., Sukmanasa, E., & Utari, R. L. (2023). Higher Order Thinking Skills in Evaluation of IV Grade Thematic Materials in Elementary Schools. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 7(3), 498–507. <https://doi.org/10.23887/jisd.v7i3.57003>
- Poláková, M., Suleimanová, J. H., Madzík, P., Copuš, L., Molnárová, I., & Polednová, J. (2023). Soft skills and their importance in the labour market under the conditions of Industry 5.0. *Heliyon*, 9(8). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18670>
- Putri Diana, N., Hariyono, E., & Dwi Maharani, T. (2024). Culturally Responsive Teaching dalam Pembelajaran IPA: Analisis Soft Skills Peserta Didik SMPN 2 Lamongan. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 13(2), 139–150. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v13i2.86585>
- Rahayu, B. N., Muchlis, M., & Mumpuni, A. W. (2024). The Implementation of Culturally Responsive Teaching to Improve Students' Learning Outcomes and Activity. *Journal of Educational Chemistry (JEC)*, 5(2), 97–106. <https://doi.org/10.21580/jec.2023.5.2.16407>
- Rahmawati, Y., Mardiah, A., Taylor, E., Taylor, P. C., & Ridwan, A. (2023). Chemistry Learning through Culturally Responsive Transformative Teaching (CRTT): Educating Indonesian High School Students for Cultural Sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, 15(8), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su15086925>
- Rampean, B. A. O., Rohaeti, E., & Utami, W. P. (2022). Teacher Difficulties for Develop Higher Order Thinking Skills Assessment Instrument on Reaction Rate. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 6(1), 11–19. <https://doi.org/10.23887/jpk.v6i1.40898>
- Sakti, M. T., & Emiliannur, E. (2024). Analisis Kebutuhan Pengembangan E-Lkpd Berbasis Ecopreneurship pada Topik Energi Terbarukan untuk Meningkatkan Perilaku Peduli Lingkungan Siswa SMA. *Jurnal MIPA Dan Pembelajarannya*, 4(11), 1–18. <https://doi.org/10.17977/um067.v4.i11.2024.4>
- Sari, R. N., & Juandi, D. (2023). Improving Student's Critical Thinking Skills in Mathematics Education: A Systematic Literature Review. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 845–861. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i1.2091>
- Widyawati, R., Novita, M., Patonah, S., & Roshayanti, F. (2024). Tantangan dan Peluang dalam Pendidikan Kimia Hijau Berorientasi Education for Sustainable Development (ESD) di Sekolah Menengah Atas : Studi Kasus di Kabupaten Sragen. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(001), 537–548.