

Diterima : 24 Desember 2024

Direvisi : 13 April 2025

Online : 13 April 2025

Edisi : 30 Juni 2025

Analisis Kebutuhan Buku Pengayaan Kimia Hijau Berbasis *Culturally Responsive Teaching* (CRT)

Galuh Fidy Pratiwi*, Antuni Wiyarsi

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Jl. ColomboNo1, Caturtunggal 55281, Yogyakarta, Indonesia

Email: : galuhfidya.2021@student.uny.ac.id*

Abstrak

Pembelajaran kimia di Indonesia saat ini menghadapi tantangan yang cukup kompleks, terutama dalam menyesuaikan kebutuhan belajar dengan latar belakang budaya siswa. Di sisi lain, pendidikan abad ke-21 mengharapkan siswa dapat menguasai sejumlah kompetensi kimia, salah satunya adalah literasi kimia yang memungkinkan siswa dengan budaya lokal yang berbeda dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih relevan dan membangun keberlanjutan isu-isu lingkungan yang global. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi persepsi guru kimia tentang kebutuhan dan karakteristik buku pengayaan kimia hijau berbasis CRT dengan integrasi SDGs yang baik dan sesuai dengan kebutuhan guru di lapangan. Untuk memenuhi tujuan ini, dilakukan penelitian survey dengan pendekatan kualitatif. Sebanyak 6 guru kimia berpartisipasi dalam penelitian ini. Data dikumpulkan menggunakan *open ended-questionnaire* yang berjumlah 16. Teknik analisis data yang digunakan adalah *content analysis* dengan metode *interpretative coding*. Hasil yang diperoleh yaitu guru menyatakan bahwa pengembangan buku pengayaan kimia berbasis *culturally responsive teaching* (CRT) perlu dilakukan untuk mendukung integrasi SDGs dan literasi kimia siswa SMA. Karakteristik buku pengayaan yang diharapkan oleh guru yaitu terdapat integrasi materi kimia hijau dengan yang lainnya, mendukung keberlanjutan, dan dapat membekali literasi kimia.

Kata kunci: *culturally responsive teaching* (CRT), literasi kimia, *sustainable development goals* (SDGs)

Abstract

Chemistry learning in Indonesia currently faces quite complex challenges, especially in adapting learning needs to students' cultural backgrounds. On the other hand, 21st century education expects students to master a number of chemical competencies, one of which is chemical literacy that allows students with different local cultures to create more relevant learning experiences and build sustainability on global environmental issues. This study aims to explore the perceptions of chemistry teachers about the needs and characteristics of CRT-based green chemistry enrichment books with SDGs integration that are good and in accordance with the needs of teachers in the field. To fulfill this objective, a survey research was conducted with a qualitative approach. A total of 6 chemistry teachers participated in this study. Data were collected using an open-ended questionnaire totaling 16. The data analysis technique used was content analysis with interpretative coding method. The results obtained were that teachers stated that the development of culturally responsive teaching (CRT)-based chemistry enrichment books needs to be done to support the integration of SDGs and chemical literacy of high school students. The characteristics of enrichment

books expected by teachers are the integration of other green chemistry materials, support sustainability, and can equip chemical literacy.

Keywords: *chemical literacy, culturally responsive teaching (CRT), sustainable development goals (SDGs)*

Pendahuluan

Pembelajaran kimia di Indonesia saat ini menghadapi tantangan yang cukup kompleks, terutama dalam menyesuaikan kebutuhan belajar dengan latar belakang budaya, bahasa, dan tradisi siswa (Thin, 2024). Perbedaan ini sering kali memengaruhi cara siswa mengaitkan konsep kimia dengan pengalaman sehari-hari mereka. Terlebih apabila pembelajaran kimia yang terlalu fokus pada teori dan kurang terhubung dengan kehidupan sehari-hari dapat menyebabkan rendahnya literasi kimia (Hammasa et al., 2024). Rendahnya literasi ini menghambat siswa dalam memahami dan mengaplikasikan konsep kimia secara efektif, baik dalam konteks akademik maupun kehidupan nyata (Crawford et al., 2024).

Literasi kimia menjadi salah satu tujuan penting dalam pembelajaran kimia (Lima et al., 2024). Literasi kimia yang mencakup pemahaman dan aplikasi konsep kimia untuk menyelesaikan masalah sains, teknologi, dan lingkungan sangat penting untuk mendukung keberlanjutan sesuai sustainable development goals (SDGs) (Ghazian & Lortie, 2024; Castillo Téllez et al., 2025). Dalam upaya meningkatkan literasi kimia, guru sebagai fasilitator pembelajaran membutuhkan sebuah media yang relevan dan kontekstual untuk mendukung proses pengajaran yang lebih efektif.

Media pembelajaran merupakan elemen penting sebagai alat pendukung dalam proses pembelajaran, sebab mampu merangsang pikiran, emosi, perhatian, serta meningkatkan keterampilan siswa (Šušterič et al., 2024). Terdapat berbagai jenis media pembelajaran yang bisa digunakan, termasuk media visual, audio, dan teknologi digital yang semakin berkembang pesat, semuanya dirancang untuk mendukung pembelajaran sesuai dengan kebutuhan siswa yang beragam (Petruše et al., 2024). Media pembelajaran, termasuk buku teks dan buku pengayaan, menjadi elemen penting dalam mendukung pembelajaran. Buku pengayaan, sebagai pelengkap buku teks, memperluas pemahaman sains dan teknologi, menumbuhkan karakter, dan mendukung tujuan pendidikan nasional (Singhal & Baune, 2024; Elsen et al., 2025).

Dari berbagai permasalahan di atas kurikulum merdeka memberikan ruang untuk eksplorasi yang lebih luas melalui pendekatan seperti Culturally Responsive Teaching (CRT), yang mengintegrasikan budaya siswa ke dalam pembelajaran, menciptakan pengalaman belajar yang lebih relevan, dan bermakna, serta meningkatkan penghargaan terhadap keragaman budaya (Wesley-Nero & Donley, 2024; Ialuna et al., 2024; Desimone et al., 2025). Selain itu, kimia hijau merupakan topik yang relevan dan dapat digunakan untuk mengarahkan siswa terhadap sikap menghargai keanekaragaman budaya melalui pendekatan lingkungan. Muatan yang terdapat dalam kimia hijau memiliki potensi besar untuk meningkatkan relevansi pembelajaran kimia di Indonesia, khususnya yang berkaitan dengan isu-isu lingkungan yang global (Shao, 2024). Konten yang tertuang dalam buku yang didasarkan pada prinsip-prinsip ini membantu siswa tidak hanya memahami proses dan reaksi kimia secara ilmiah tetapi juga mengevaluasi dan merancang solusi kimia yang lebih aman dan ramah lingkungan (Koulouglitotis et al., 2024).

Integrasi prinsip kimia hijau dan SDGs memiliki potensi besar meningkatkan kesadaran lingkungan siswa, meskipun penerapannya di tingkat sekolah menengah masih terbatas (Sposab & Rieckmann, 2025). Sebagai upaya, pengembangan modul bahan ajar kimia berbasis proyek yang mengintegrasikan isu-isu keberlanjutan (SDI), seperti air dan sanitasi, menunjukkan hasil yang sangat baik dari segi kedisiplinan oleh guru dan calon guru, serta keterbacaan oleh siswa (Aljamal & Speece, 2024). Selain itu, penelitian mengenai pengembangan buku pengayaan kimia digital berbasis kearifan lokal Kabupaten Indramayu juga menunjukkan hasil yang sangat baik. Temuan ini relevan dengan kendala minimnya bahan ajar yang mengintegrasikan kimia hijau dengan CRT dan SDGs. Oleh karena itu, buku pengayaan yang menggabungkan kimia hijau dengan materi lain, seperti stoikiometri, diperlukan untuk membantu siswa memahami penerapan konsep kimia dalam solusi ramah lingkungan.

Dengan demikian, analisis kebutuhan guru terhadap pengembangan buku pengayaan yang berbasis kimia hijau dan CRT sangat penting dilakukan untuk mendukung guru dalam mengajarkan materi kimia dengan pendekatan yang kontekstual dan relevan dengan kebutuhan siswa terhadap tantangan global yang dihadapi oleh keanekaragaman budaya saat ini. Analisis kebutuhan dilakukan melalui studi pustaka dan studi lapangan untuk menganalisis informasi yang bersumber dari guru kimia di SMA. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada semester pertama tahun ajaran 2024/2025. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan dan menggali pengetahuan awal guru kimia terhadap media pembelajaran buku pengayaan kimia hijau berbasis *culturally responsive teaching* (CRT) untuk mendukung integrasi SDGs dan literasi kimia siswa SMA. Dengan metode survei eksploratif dan pendekatan kualitatif, penelitian ini mencakup konsep/tema, seperti persepsi dan implementasi kurikulum merdeka, muatan fase E dan fase F dalam materi kimia, konsep kimia hijau dan perannya dalam mendukung pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), integrasi konten CRT pada pembelajaran kimia, penggunaan buku pengayaan dan literasi kimia.

Subjek penelitian adalah enam guru kimia dari Yogyakarta, Jawa Tengah, dan Kalimantan Selatan, yang dipilih melalui metode *purposive sampling*. Guru-guru kimia di SMA ini menganalisis muatan kimia serta kegiatan P5 yang dirancang untuk memperkuat nilai-nilai budaya lokal, sosial, dan lingkungan dapat diintegrasikan ke dalam pembelajaran kimia.

Data dikumpulkan melalui kuesioner terbuka (*open-ended questionnaire*) yang dirancang untuk menggali pandangan, persepsi, dan pengalaman guru kimia SMA terkait dengan pengembangan buku pengayaan kimia hijau berbasis *Culturally Responsive Teaching* (CRT) serta kaitannya dengan integrasi Sustainable Development Goals (SDGs) dan literasi kimia siswa. Kuesioner terdiri dari 17 soal terbuka yang berkaitan dengan (1) persepsi guru mengenai Kurikulum Merdeka dan penerapannya dalam pembelajaran kimia, (2) muatan fase E dan fase F dalam materi kimia, (3) pemahaman guru tentang kimia hijau dan hubungannya dengan SDGs, (4) integrasi konten CRT pada pembelajaran kimia, (5) pandangan guru tentang pengembangan buku pengayaan berbasis kimia hijau yang mendukung literasi kimia dan SDGs.

Instrumen tersebut disusun dalam *google form* sehingga responden diharuskan menjawab setiap pertanyaan disertai penjelasan dan argumentasi. Penggunaan pertanyaan terbuka memungkinkan pengumpulan data yang kaya dan mendalam, yang kemudian dianalisis secara kualitatif guna memahami kebutuhan nyata di lapangan.

Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan *content analysis* melalui pengkodean interpretatif. Setiap pertanyaan dalam instrumen penelitian dianalisis secara sistematis untuk mengidentifikasi tema-tema utama yang muncul dari respons guru. Setelah tema ditentukan, analisis dilanjutkan dengan mengidentifikasi subtema yang relevan, yang kemudian dihubungkan dengan pertanyaan-pertanyaan penelitian yang diajukan.

Data kualitatif ini diproses secara iteratif, mengikuti langkah-langkah analisis yang diusulkan oleh Hubberman, yang mencakup reduksi data, penyajian data, serta verifikasi atau penarikan kesimpulan. Data yang relevan disusun secara sistematis untuk mengidentifikasi pola dan hubungan yang signifikan, sedangkan data yang tidak relevan dikeluarkan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel yang menggambarkan frekuensi dan persentase kemunculan tema.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai kebutuhan guru dalam mengembangkan buku pengayaan berbasis CRT dan kimia hijau yang mendukung literasi kimia siswa serta pencapaian SDGs.

Hasil dan Pembahasan

Temuan dari penelitian ini dan diskusinya dijelaskan pada bagian Sini dengan menggunakan analisis konten dengan menganalisis pertanyaan demi pertanyaan sesuai dengan tema pertanyaan. Temuan penelitian ini disajikan dengan urutan pertanyaan di Tabel 1. Ada total 16 pertanyaan terbuka yang terdiri dari (1) kurikulum yang diterapkan dalam pembelajaran kimia saat ini, (2) persepsi keunggulan kurikulum merdeka, (3) implementasi kurikulum merdeka, (4) implementasi kurikulum merdeka dalam pembelajaran kimia, (5) kontribusi fase E dan F dalam Pembangunan berkelanjutan, (6) integrasi SDGs dalam pembelajaran kimia, (7) konsep kimia hijau dan penerapannya, (8) penerapan kimia hijau dalam pembelajaran berkelanjutan di sekolah, (9) definisi budaya, (10) kebiasaan dan budaya, (11) budaya dalam masyarakat dan lingkungan, (12) implementasi karakter budaya dalam kimia, (13) persepsi tentang CRT, (14) integrasi CRT dalam pembelajaran, (15) urgensi buku pengayaan, (16) peran buku pengayaan kimia hijau berbasis CRT.

Kurikulum yang Diterapkan dalam Pembelajaran Kimia Saat Ini

Pertanyaan Q1 yang diajukan kepada guru kimia di SMA; “Kurikulum apa yang saat ini diterapkan dalam pembelajaran kimia?” semua responden menyatakan bahwa mereka menerapkan kurikulum merdeka di sekolah. Oleh karenanya, pada pertanyaan dengan kode Q1 menunjukkan bahwa guru kimia di SMA sudah familiar tentang pembelajaran kurikulum merdeka. Dari keenam responden guru kimia dibuat koding dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kurikulum yang Diterapkan dalam Pembelajaran Kimia Saat Ini

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Kurikulum merdeka	6	100

Seperti yang disajikan dalam Tabel 1. bahwa responden seluruhnya telah menerapkan kurikulum merdeka dalam pembelajaran kimia. Temuan pada Q1 ini menandakan bahwa guru kimia memiliki peluang besar untuk mengintegrasikan pendidikan karakter serta soft skill kepada siswa (Wichaidit, 2025). Dengan penerapan kurikulum merdeka dalam pembelajaran kimia, diharapkan tidak hanya fokus pada pemahaman konsep ilmiah, tetapi juga mendorong pengalaman langsung, keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kerja sama, dan tanggung jawab siswa untuk kehidupan nyata..

Persepsi Keunggulan Kurikulum Merdeka

Pertanyaan Q2 adalah tentang keunggulan kurikulum merdeka bagi guru kimia. Pertanyaan yang diajukan kepada guru kimia SMA : “Bagaimana persepsi Bapak/Ibu mengenai keunggulan kurikulum Merdeka?” jawaban responden dikelompokkan berdasarkan kode dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Persepsi Keunggulan Kurikulum Merdeka

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Pendidikan karakter P5 (proyek dan penguatan profil pelajar Pancasila)	3	23
Relevansi	2	15
Fleksibilitas	2	15
Integrasi teknologi dalam pembelajaran	2	15
Pengembangan karakter melalui kebudayaan	1	8
Pembelajaran interaktif	1	8
Evaluasi keseluruhan	1	8
Pembelajaran aktif dan kolaboratif	1	8

Berdasarkan Tabel 2. sehubungan dengan keunggulan mengenai kurikulum merdeka, program pendidikan karakter P5 merupakan implementasi dari lima pilar pendidikan, yaitu pendidikan kreatif, kritis, komunikatif, kolaboratif, dan karakter. Salah satu pilar utama dalam Kurikulum Merdeka adalah karakter, yang mencakup pembentukan nilai-nilai moral, etika, dan perilaku yang positif bagi kehidupan (Wang et al., 2024).

“Cukup bagus. Kurikulum Merdeka menawarkan fleksibilitas, mendorong kemandirian siswa, dan penilaian holistik, serta mengintegrasikan teknologi dan pengembangan karakter untuk menciptakan pembelajaran yang relevan dan bermakna.” (P3)

Pendapat P3, guru memiliki persepsi bahwa Kurikulum Merdeka memberikan keleluasaan bagi bagi sekolah dan guru untuk menyesuakannya dengan kebutuhan dan potensi lokal (Poulton & Mockler, 2024). Beberapa contoh peluang tersebut adalah pendekatan pembelajaran yang lebih berpusat pada siswa, fleksibilitas dalam memilih materi ajar, serta pemanfaatan teknologi secara lebih intensif dalam proses belajar mengajar (Khalid et al., 2023).

“Kontekstual dikondisikan dengan sekolah mis budaya dan keseharian juga hal abdit saat ini baik lokal, nasional atau lebih luas lagi.” (P2)

Pendapat P2 tentang keunggulan Kurikulum Merdeka menekankan aspek kontekstual dalam pembelajaran, yaitu terdapat fleksibilitas untuk menyesuaikan materi atau pendekatan pembelajaran dengan latar belakang budaya siswa di sekolah tertentu (Karlin & Kang, 2025).

Peran Kurikulum Merdeka Dalam Pendidikan Karakter Kebhinekaan Siswa

Pertanyaan Q3 adalah tentang implementasi kurikulum merdeka dalam pendidikan karakter kebhinekaan. Pertanyaan yang diajukan kepada guru kimia SMA: “Bagaimana peran kurikulum Merdeka dalam pendidikan karakter kebhinekaan siswa?” jawaban responden dikelompokkan berdasarkan kode dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Peran Kurikulum Merdeka Dalam Pendidikan Karakter Kebhinekaan Siswa

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Pendidikan karakter P5 (proyek dan penguatan profil pelajar Pancasila)	6	50
Pengembangan karakter melalui kebudayaan	3	25
Pembelajaran aktif dan kolaboratif	2	17
Penilaian karakter sikap	1	8

Berdasarkan Tabel 3. Peran kurikulum merdeka terhadap pendidikan karakter kebhinekaan siswa proyek dan penguatan profil pelajar Pancasila sebesar 50%. Hal ini didukung dengan pendapat asli dari guru kimia yang telah menerapkan kurikulum merdeka.

“Kurikulum Merdeka mengenalkan nilai-nilai budaya dalam pembelajaran hal ini supaya siswa cinta budaya sendiri, menghargai keberagaman nilai-nilai budaya dalam masyarakat. Kurikulum Merdeka meningkatkan kemandirian siswa, siswa bebas berpartisipasi dalam pembelajaran sehingga memiliki rasa tanggung jawab. Kurikulum Merdeka mengembangkan kreativitas dan inovasi siswa.” (P6)

Pendidikan karakter memiliki hubungan yang erat dengan nilai-nilai budaya. Dalam Kurikulum Merdeka, terdapat proyek-proyek yang dirancang untuk memperkuat pencapaian profil pelajar Pancasila, yang memiliki ciri-ciri utama seperti beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, menghargai keberagaman global, bergotong royong, mandiri, bernalar kritis, dan kreatif. Salah satu contoh pendidikan karakter dalam kurikulum merdeka memberikan kesempatan bagi siswa untuk belajar dari budaya lokal dan nasional (Junaidi et al., 2024).

Implementasi Kurikulum Merdeka dalam Pembelajaran Kimia

Pertanyaan Q4 adalah tentang implementasi kurikulum merdeka dalam pembelajaran kimia. Pertanyaan yang diajukan kepada guru kimia SMA: “Bagaimana implementasi kurikulum merdeka pada pembelajaran kimia?” jawaban responden dikelompokkan berdasarkan kode dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Implementasi Kurikulum Merdeka dalam Pembelajaran Kimia

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Fleksibilitas	3	26
Integrasi teknologi dalam pembelajaran	2	19
Relevansi	1	9
Pembelajaran berbasis proyek	1	8
Kolaborasi dalam eksperimen	1	8

Pendidikan karakter P5	1	8
Experiential learning	1	8

Pada Tabel 4. sebanyak 26% responden menyetujui bahwa implementasi kurikulum merdeka terbesar dipengaruhi oleh faktor fleksibilitas. Adapun kebebasan dalam mengelola pembelajaran tersebut dilatarbelakangi karena kurikulum di Indonesia yang bersifat dinamis dan terus berkembang mengikuti perubahan zaman. Fokus yang ditekankan dalam kurikulum merdeka ialah kualitas pembelajaran dan pada umumnya disesuaikan pula dengan kebutuhan siswa (Mohiyeddini, 2024). Hal ini sesuai dengan pendapat asli dari guru kimia SMA yang telah menerapkan kurikulum merdeka, yakni sebagai berikut.

“Implementasi Kurikulum Merdeka dalam pembelajaran kimia melibatkan siswa dalam proyek berbasis masalah, eksperimen mandiri, dan kolaborasi, serta memanfaatkan teknologi untuk mendukung pemahaman konsep dan refleksi, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang aktif dan relevan.” P5.

Berdasarkan jawaban responden di atas, pembelajaran berbasis proyek (PjBL) merupakan salah satu faktor penting dalam pengembangan karakter siswa karena memberikan kesempatan bagi mereka untuk belajar melalui pengalaman langsung atau *experiential learning*. Dengan pembelajaran berbasis proyek, siswa akan mendapatkan pengalaman dan kolaborasi yang nyata dan bermakna dalam proses belajar (González-Cortés et al., 2024). Pembelajaran aktif melalui pendekatan *experiential learning* mewujudkan potensi pembelajaran aktif ((Rao et al., 2024).

Kontribusi Fase E Dan F dalam Pembangunan Berkelanjutan

Pertanyaan Q5 adalah tentang implementasi kurikulum merdeka dalam pembelajaran kimia. Pertanyaan yang diajukan kepada guru kimia SMA: “Dalam Kurikulum Merdeka terdapat dua muatan kimia, yakni fase E dan fase F. Bagaimana menurut Bapak/Ibu, kedua fase ini dapat berkontribusi terhadap pembelajaran kimia yang lebih mendukung pembangunan berkelanjutan?” jawaban responden dikelompokkan berdasarkan kode dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Kontribusi Fase E Dan F dalam Pembangunan Berkelanjutan

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Kemampuan guru	3	25
Pengelolaan kelas	2	25
Pembelajaran berbasis informasi	1	12,5
Kelancaran dalam implementasi pembelajaran	1	12,5
Sarana dan prasarana	1	12,5
Kompleksitas materi kimia	1	12,5

Berdasarkan Tabel 5. Kemampuan guru dalam mengelola kelas memiliki kontribusi terbesar dalam muatan kimia untuk mendukung Pembangunan berkelanjutan. Dari muatan fase tersebut saling mendukung satu sama lain, sejalan dengan jawaban responden sebagai berikut.

“Fase E: Siswa mulai diperkenalkan pada berbagai pilihan mata pelajaran yang berkaitan dengan sains, termasuk kimia. Hal ini memungkinkan siswa untuk memilih jalur pembelajaran yang sesuai dengan minat dan bakatnya, sehingga motivasi belajar dapat meningkat. Fase F: Pada fase ini, pilihan mata pelajaran semakin beragam, termasuk mata pelajaran yang berfokus pada lingkungan, energi, dan teknologi. Siswa dapat memilih mata pelajaran yang secara langsung berkaitan dengan isu-isu pembangunan berkelanjutan.” P3

“Kedua fase dalam Kurikulum Merdeka, yakni fase E dan fase F, dapat berkontribusi terhadap pembelajaran kimia yang mendukung pembangunan berkelanjutan dengan mengintegrasikan konsep kimia yang relevan dengan isu-isu lingkungan, seperti pengelolaan sumber daya alam dan pengurangan limbah, serta mendorong siswa untuk berpikir kritis dan kreatif dalam mencari solusi inovatif terhadap tantangan lingkungan.” P5

Kedua fase mendukung pembangunan berkelanjutan. Fase E berfokus pada keterampilan dasar literasi sains dan kimia, didukung pengelolaan kelas, metode pembelajaran efektif, praktikum, dan sarana memadai. Siswa juga diajak memanfaatkan teknologi untuk mengatasi tantangan seperti kerusakan ekosistem dan risiko kesehatan. Fase F memperkuat pemahaman dengan penerapan konsep kimia yang lebih spesifik dan praktis.

Integrasi SDGs dalam Pembelajaran Kimia

Pertanyaan Q6 adalah tentang integrasi SDGs dalam pembelajaran kimia yang diajukan kepada guru kimia SMA: *“Pada fase E dalam muatan kimia di SMA, pembelajaran diarahkan untuk mendukung Sustainable Development Goals (SDGs). Apa saja inisiatif atau strategi yang sudah Bapak/Ibu Guru lakukan untuk mengintegrasikan SDGs ke dalam pembelajaran kimia?”* jawaban responden dikelompokkan berdasarkan kode dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Integrasi SDGs dalam Pembelajaran Kimia

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Implementasi empat pilar pembangunan berkelanjutan	1	14
Experiential learning	5	72
Produksi keberlanjutan	1	14

“Saya mengintegrasikan SDGs ke dalam pembelajaran kimia dengan mengaitkan topik-topik seperti energi terbarukan, pengelolaan limbah, dan kimia hijau dalam praktikum serta diskusi kelas untuk meningkatkan kesadaran siswa terhadap keberlanjutan lingkungan.” P5

“Mengaitkan konsep kimia dg kehidupan sehari-hari, menyelesaikan masalah lingkungan contoh yg sdh kami lakukan limbah dapur yg berasal dari minyak dibuat jadi sabun cuci dan lilin, limbah sayur buah dibuat ekoenzim, sampah daun dibuat mjs kompos.” P6

Berdasarkan keempat pilar tersebut, berkaitan dengan pilar lingkungan dalam pembelajaran kimia, siswa dapat membuat proyek yang berfokus pada penggunaan kembali bahan kimia atau limbah industri, dengan tujuan meminimalkan pencemaran lingkungan (Johansson et al., 2024). Ilustrasi dari P6 Pengelolaan membuat sabun cuci dan lilin dari limbah minyak dapur, memanfaatkan limbah sayur dan buah menjadi ekoenzim, serta mengubah sampah daun menjadi kompos adalah pendekatan praktis yang tidak hanya mengajarkan konsep kimia, tetapi juga menanamkan kesadaran akan pentingnya menjaga lingkungan.

Konsep Kimia Hijau dan Penerapannya

Pertanyaan Q7 adalah tentang pemahaman guru kimia. Pertanyaan yang diajukan kepada guru kimia SMA: *“Bagaimana pemahaman Bapak/Ibu Guru mengenai konsep kimia hijau dan penerapannya dalam pembelajaran kimia?”* jawaban responden dikelompokkan berdasarkan kode dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Konsep Kimia Hijau dan Penerapannya

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Strategi pembelajaran inovatif	4	50
Implementasi empat pilar pembangunan berkelanjutan	1	12,5
Pembelajaran berbasis proyek	1	12,5
Pembelajaran berbasis informasi terkini	1	12,5
Produksi keberlanjutan	1	12,5

Berdasarkan Tabel 7. guru kimia sepakat bahwa penerapan kimia hijau dalam pembelajaran dapat diintegrasikan sesuai pengelolaan guru untuk mendukung keberlanjutan. Dasar pendekatan kimia hijau adalah merancang proses dan produk kimia yang mengurangi limbah serta penggunaan bahan berbahaya (Wattanakit et al., 2024). Hal tersebut sejalan dengan jawaban responden dari guru kimia yang telah menerapkan pendekatan kimia hijau, sebagai berikut.

“Kimia hijau adalah pendekatan untuk merancang proses dan produk kimia yang mengurangi atau menghilangkan penggunaan bahan berbahaya dan limbah, serta meminimalkan dampak lingkungan. Dalam pembelajaran, saya menerapkannya melalui proyek praktikum yang menekankan penggunaan bahan ramah lingkungan, efisiensi energi, dan diskusi mengenai alternatif proses kimia yang lebih berkelanjutan.” P5

“Sebenarnya bagus dalam mata pelajaran kimia diberikan bab kimia hijau, akan tetapi lebih baik include dalam mapel berkenalan dgn ilmu kimia.” P4

P5 menekankan penerapan kimia hijau melalui proyek praktikum dengan bahan ramah lingkungan, efisiensi energi, dan diskusi alternatif proses berkelanjutan. Pendekatan ini meminimalkan dampak lingkungan dan produksi limbah. Sementara itu, P4 menyarankan agar konsep kimia hijau diintegrasikan sejak awal dalam pembelajaran kimia, bukan sebagai topik terpisah (Wattanakit et al., 2024).

Penerapan Kimia Hijau dalam Pembelajaran Berkelanjutan

Pertanyaan Q8 adalah tentang penerapan kimia hijau. Pertanyaan yang diajukan kepada guru kimia SMA: “Bagaimana penerapan kimia hijau dalam pembelajaran berkelanjutan di sekolah Bapak/Ibu? Apakah sudah diterapkan? Jika ya, contoh seperti apa yang sudah dilakukan, dan dari sumber mana Bapak/Ibu mendapatkan materi kimia hijau tersebut?” jawaban responden dikelompokkan berdasarkan kode dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Penerapan Kimia Hijau dalam Pembelajaran Berkelanjutan

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Produksi berkekanjutan	4	66
Integrasi kearifan lokal	1	17
Penggunaan bahan-bahan lokal	1	17

“sudah, dengan menggunakan bahan percobaan yg ramah lingkungan, mengolah limbah contoh; percobaan kepolaran senyawa kovalen menggunakan bahan (air laut, air gula, spritus, air kelapa muda, air sawah, air abu).” P1

“Iya, kami mengganti bahan kimia berbahaya dengan bahan alami yang mudah didapat, seperti cuka, soda kue, atau buah-buahan, untuk melakukan percobaan asam basa atau fermentasi. Siswa diajak untuk membuat pupuk organik dari bahan-bahan alami seperti kulit buah, sayuran busuk, dan kotoran hewan.” P3

Jawaban P1 dan P3 menyoroti prinsip kimia hijau dengan meminimalkan bahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan, mencakup 66% responden. P1 menggunakan bahan lokal seperti air kelapa, air laut, dan air gula untuk percobaan kepolaran senyawa kovalen, mencerminkan pemanfaatan sumber daya lokal dan inovasi berkelanjutan, seperti eksplorasi kecap manis ramah lingkungan. P2 mengganti bahan kimia berbahaya dengan bahan alami seperti cuka dan soda kue. Pendekatan ini mendukung poin ke-3 SDGs, yang menekankan kesehatan manusia melalui pengelolaan bahan lokal dan pengelolaan sampah berkelanjutan.

Definisi Budaya

Pertanyaan Q9 adalah tentang definisi budaya. Pertanyaan yang diajukan kepada guru kimia SMA: “Bagaimana pemahaman Bapak/Ibu mengenai definisi ‘budaya’? Apakah Bapak/Ibu memiliki pandangan tertentu tentang konsep ini?”

Jawaban responden dikelompokkan berdasarkan kode dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Definisi Budaya

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Cara hidup	3	18,5
identitas kelompok	3	18,5
Nilai-nilai	2	13

Kebiasaan	2	13
Tradisi	2	13
Bentuk ekspresi	1	6
Pengembangan karakter	1	6
Warisan	1	6
Experiential learning	1	6

“Budaya kita, bisa buat kaget dan bangga karena peran kimia dan kemajuan kimia sdh bisa dilihat,..gamelan dari kemajuan metalurgi, keris dengan lekik lekiknya dan lapisan khusus, bathik yg sdh dikenakan Pangeran Diponegara 1825 - 1830..(teori Dalton..), tradisi bersih desa dan mempertahankan pohon pohon sebagai pertahanan sumber air/sendang, puasa tertentu(ngrowot, mutih...)(sekarang detox..intermating..).” P2

“saya memahami budaya sebagai keseluruhan cara hidup, nilai, tradisi, dan kebiasaan yang dimiliki oleh suatu kelompok masyarakat. Saya percaya bahwa budaya berperan penting dalam membentuk identitas individu dan masyarakat, serta menjadi sumber kekayaan dalam pembelajaran yang dapat meningkatkan rasa saling menghargai dan memahami keragaman di antara siswa.” P5

Tanggapan P2 menunjukkan bahwa budaya Indonesia, seperti gamelan, memiliki kekayaan ilmiah yang dapat diintegrasikan dengan kimia, misalnya teknik peleburan logam untuk menghasilkan kualitas suara khas. Sementara itu, P5 memandang budaya sebagai keseluruhan cara hidup yang mencakup nilai, tradisi, dan kebiasaan yang diwariskan antar generasi untuk menyesuaikan pola hidup dengan lingkungannya.

Kebiasaan dan Budaya

Pertanyaan Q10 adalah tentang korelasi kebiasaan dan budaya. Pertanyaan yang diajukan kepada guru kimia SMA: “Menurut Bapak/Ibu, apakah suatu kebiasaan yang dilakukan oleh sekelompok orang dapat dianggap sebagai budaya? Mengapa?”

Jawaban responden dikelompokkan berdasarkan kode dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Kebiasaan dan Budaya

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Kebiasaan	3	26
Tradisi	3	21
Warisan	2	21
Tokoh pendahulu	2	11
Nilai-nilai	2	11
Identitas kelompok	1	5
Cara hidup	1	5

“Iya, ini karena budaya itu sendiri terbentuk dari sekumpulan kebiasaan, nilai, norma, dan keyakinan yang diwariskan secara turun-temurun dalam suatu kelompok masyarakat. Kebiasaan-kebiasaan inilah yang membentuk identitas dan karakteristik unik dari suatu kelompok.” P3

“Ya, suatu kebiasaan yang dilakukan oleh sekelompok orang dapat dianggap sebagai budaya karena kebiasaan tersebut mencerminkan nilai, tradisi, dan identitas kelompok tersebut, serta menjadi bagian dari cara hidup yang diwariskan dari generasi ke generasi.” P5

P3 dan P5 sepakat bahwa budaya dan kebiasaan memiliki kaitan yang serupa, yakni diwariskan dalam suatu masyarakat. P3 menegaskan bahwa nilai yang diwariskan menciptakan identitas dan karakter unik suatu kelompok. Sementara itu, P5 menyatakan bahwa kebiasaan mencerminkan nilai, tradisi, dan identitas kelompok, serta merupakan bagian dari cara hidup yang diwariskan antar generasi.

Budaya dalam Masyarakat dan Lingkungan

Pertanyaan Q11 adalah tentang budaya di dalam Masyarakat dan lingkungan. Pertanyaan yang diajukan kepada guru kimia SMA: “Menurut Bapak/Ibu, apakah suatu budaya harus selalu berkaitan dengan fenomena tertentu dalam masyarakat atau lingkungan? Bagaimana hal ini dapat diintegrasikan dalam pembelajaran kimia?” jawaban responden dikelompokkan berdasarkan kode dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Budaya dalam Masyarakat dan Lingkungan

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Cara hidup	13	82
Pengembangan karakter	1	6
Warisan	1	6
Experiential learning	1	6

“Budaya dan fenomena masyarakat saling terkait erat. Dengan mengintegrasikan budaya dalam pembelajaran kimia, kita dapat menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna, relevan, dan inspiratif. Hal ini tidak hanya membantu siswa memahami konsep kimia, tetapi juga memperkaya pengetahuan dan wawasan mereka tentang budaya dan lingkungan sekitar.” P3

“Bisa, penggunaan konteks budaya seperti jeruk nipis utk membersihkan karat pada gamelan, Daun sirih untuk menjelaskan materi pembuatan batik.” P6

Tanggapan P3 menekankan bahwa budaya dan fenomena masyarakat memiliki hubungan yang sangat erat (Panuntun, 2020). P6 memberikan contoh konkret integrasi budaya dalam pembelajaran kimia, seperti penggunaan jeruk nipis untuk membersihkan karat pada gamelan. Contoh ini mencerminkan identitas kelompok melalui pengalaman belajar langsung yang terhubung dengan tradisi dan kebiasaan lokal.

Implementasi Karakter Budaya dalam Kimia

Pertanyaan Q12 adalah tentang implementasi karakter budaya dalam kimia. Pertanyaan yang diajukan kepada guru kimia SMA: “Melalui langkah pembelajaran seperti apa guru dapat mengupayakan implementasi karakter budaya dalam konteks pembelajaran kimia?” jawaban responden dikelompokkan berdasarkan kode dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 12.

Tabel 12. Implementasi Karakter Budaya dalam Kimia

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Integrasi kearifan lokal	4	31
Pembelajaran aktif dan berbasis pengalaman	3	24
Praktik keberlanjutan	2	15
Penggunaan bahan-bahan lokal	2	15
Pembelajaran aktif dan kolaboratif	2	15

Berdasarkan Tabel 12. integrasi kearifan lokal dalam implementasi karakter budaya dalam kimia memiliki kontribusi 31% dan didukung pula oleh pembelajaran aktif dan kolaboratif yang bersumber dari siswa. Hal ini didukung oleh jawaban responden asli guru kimia sebagai berikut.

“Mengenal budaya lokal, dengan mendalami budaya lokal di mana guru mengajar. Ini mencakup nilai-nilai, kebiasaan, dan kearifan lokal yang berkaitan dengan ilmu pengetahuan, khususnya kimia.” P3

Jawaban dari P3 bahwa kemampuan guru dalam mengenali budaya termasuk nilai-nilai, kebiasaan, dan kearifan lokal dibutuhkan untuk menciptakan pembelajaran yang kontekstual (Feng et al., 2024).

“Guru dapat mengupayakan implementasi karakter budaya dalam pembelajaran kimia melalui langkah pembelajaran yang meliputi pengenalan konsep kimia melalui contoh-contoh dari budaya lokal, proyek berbasis

komunitas yang melibatkan bahan alami, serta diskusi tentang dampak praktik budaya terhadap lingkungan dan Kesehatan.” P6

Guru dapat menggunakan contoh-contoh budaya lokal yang berhubungan dengan konsep kimia. Misalnya, dalam pembuatan batik, siswa diajak untuk melihat bagaimana proses kimia terjadi di dalamnya seperti penggunaan bahan alami lokal (kunyit, kulit bawang merah) untuk mewarnai batik.

Persepsi *Culturally Responsive Teaching* (CRT)

Pertanyaan Q13 adalah tentang persepsi guru kimia terhadap CRT. Pertanyaan yang diajukan kepada guru kimia SMA: “Bagaimana persepsi Bapak/Ibu tentang *Culturally Responsive Teaching* (CRT)? Apa saja keuntungan yang dapat diperoleh dari penerapan CRT dalam pembelajaran?” jawaban responden dikelompokkan berdasarkan kode dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 13.

Tabel 13. Persepsi *Culturally Responsive Teaching* (CRT)

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Pengembangan karakter melalui kebudayaan	5	27
Pendidikan karakter P5	4	22
Pembelajaran aktif dan kolaboratif	3	16
Pengelolaan kelas	2	11
Integrasi kearifan lokal	3	6
Kemampuan guru	2	6
Produksi keberlanjutan	2	6
Relevansi	1	6

Berdasarkan Tabel 13. sebanyak 100% guru kimia sepakat bahwa penerapan CRT memberikan keuntungan, dengan pengembangan karakter melalui budaya sebesar 27% dan karakter lain dalam P5 sebesar 22%. Pendekatan CRT membentuk pembelajaran kontekstual berbasis nilai kearifan lokal, budaya, dan pengetahuan lingkungan siswa, serta menghargai keragaman budaya dalam pembelajaran (Rusdiyani et al., 2024). Hal ini didukung oleh jawaban dari guru kimia yang telah memahami implementasi CRT dalam pembelajaran, yakni sebagai berikut.

“pendekatan pembelajaran yg mengintegrasikan materi pembelajaran dengan budaya peserta didik lebih mengenal dan melestarikan budaya indonesia (titik berat ke karakter).” P1

“CRT merupakan pendekatan pendidikan yg mengakui dan menghargai keragaman budaya peserta didik dengan tujuan menciptakan lingkungan belajar yg inklusif dan relevan. Keuntungan CRT membantu siswa merasa diterima dan dihargai, saling berkolaborasi, solidaritas, pembentukan karakter.” P6

P1 menekankan pentingnya pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan budaya siswa untuk memperkenalkan dan melestarikan budaya Indonesia. P6 mendukung dengan menambahkan bahwa integrasi budaya bertujuan memberdayakan siswa dalam keberagaman, memberikan wawasan budaya yang bermakna melalui pengetahuan akademik, sosial, dan sikap (Koskinen et al., 2024).

Integrasi CRT dalam Pembelajaran

Pertanyaan Q14 adalah tentang persepsi guru kimia terhadap CRT. Pertanyaan yang diajukan kepada guru kimia SMA: “Apakah Bapak/Ibu pernah mengintegrasikan CRT dalam pembelajaran kimia? Jika ya, bisa memberikan contohnya?” jawaban responden dikelompokkan berdasarkan kode dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 14.

Tabel 14. Integrasi CRT dalam Pembelajaran

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Produksi keberlanjutan	2	25,5
Penggunaan bahan-bahan lokal	2	25,5

Pembelajaran eksperimen	1	13
Pengembangan karakter melalui kebudayaan	1	13
Integrasi kearifan lokal	1	13

Berdasarkan Tabel 14. Terdapat 25,5% guru kimia yang telah mengintegrasikan pendekatan CRT dengan produksi keberlanjutan, seperti menggunakan bahan-bahan alam, sesuai dengan jawaban guru kimia di bawah ini.

“Pembersihan karat pada keris, gamelan dg jeruk nipis, pada P5, penjualan berbagai makanan tradisional tanpa bahan kimia, adat gunungan dr hasil panen dg pupuk organik tanpa pestisida.” P6

Tanggapan P6 mengilustrasikan jaman pusaka, yaitu pencucian pusaka dengan bahan seperti air kembang, jeruk nipis, dan minyak khusus untuk menjaga fisik dan nilai spiritual benda tersebut. Pendekatan CRT mendukung pendidikan karakter toleransi dan keselarasan nilai budaya Indonesia dalam pembelajaran (Harjatanaya, 2025).

Urgensi Buku Pengayaan

Pertanyaan Q15 adalah kebutuhan akan buku pengayaan kimia untuk mendukung pembelajaran. Pertanyaan yang diajukan kepada guru kimia SMA: “Menurut Bapak/Ibu, apakah diperlukan buku pengayaan bagi guru untuk mengembangkan literasi kimia siswa serta mendukung program berkelanjutan pemerintah, terutama yang berfokus pada materi kimia hijau? Mengapa hal ini penting?” jawaban responden dikelompokkan berdasarkan kode dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 15.

Tabel 15. Urgensi Buku Pengayaan

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Integrasi materi kimia lainnya	1	50
Kompleksitas materi kimia	1	50
N/A	4	-

Berdasarkan Tabel 15. responden sepakat bahwa buku pengayaan diperlukan untuk mengembangkan literasi kimia dan mendukung pembelajaran yang berorientasi pada pembangunan berkelanjutan.

“Sangat diperlukan karena pada materi Kimia Hijau sebagai bagian materi yang masih sulit terutama prinsip kimia hijau yg berhubungan ttg reaksi kimia.” P6

Tanggapan P6 menyatakan bahwa kimia hijau merupakan materi yang menantang karena melibatkan 12 prinsip yang sulit dibedakan, meskipun penting untuk melatih siswa berpikir kritis dalam memilih produk ramah lingkungan dan memecahkan masalah global seperti polusi, perubahan iklim, dan keberlanjutan sumber daya.

“Kalau untuk pembelajaran materi kimia hijau tidak bisa karena sudah tidak ada lagi di CP kurikulum merdeka, kalau diintegrasikan dalam materi pembelajaran kimia lain dan P5 masih bisa.” P3

Respon dari P3 menyebutkan bahwa kimia hijau meskipun tidak termuat dalam capaian pembelajaran, namun dapat diintegrasikan dengan materi kimia lainnya, sebagaimana peran buku pengayaan pada dasarnya hadir sebagai salah satu pendukung buku teks, yang dapat memperkaya materi-materi yang telah dipelajari dalam muatan kompetensi inti maupun kompetensi dasar.

Peran Buku Pengayaan Kimia Hijau Berbasis CRT

Pertanyaan Q16 adalah peran buku pengayaan kimia hijau berbasis CRT. Pertanyaan yang diajukan kepada guru kimia SMA: “Bagaimana menurut Bapak/Ibu peran buku pengayaan kimia hijau berbasis CRT dalam mendukung integrasi SDGs dan literasi kimia siswa?” jawaban responden dikelompokkan berdasarkan kode dengan frekuensi dan persentase yang disajikan dalam Tabel 16.

Tabel 16. Peran Buku Pengayaan Kimia Hijau Berbasis CRT

Kode	Frekuensi	Persentase (%)
Integrasi materi kimia lainnya	2	40
Mendukung keberlanjutan	2	40

Membekali literasi kimia	1	20
N/A	1	-

Berdasarkan Tabel 16. sebanyak 100% responden sepakat bahwa buku pengayaan kimia hijau berbasis CRT sangat dibutuhkan dalam pembelajaran kimia. Buku ini harus mencakup integrasi materi kimia lainnya (40%), mendukung keberlanjutan (20%), dan membekali literasi kimia (20%) untuk meningkatkan minat dan pemahaman siswa.

“Buku pengayaan kimia hijau berbasis CRT memiliki peran yang sangat penting dalam membentuk generasi muda yang memiliki kesadaran lingkungan, kemampuan berpikir kritis, dan keterampilan untuk menciptakan masa depan yang berkelanjutan. Dengan mengintegrasikan konsep kimia hijau, nilai-nilai CRT, dan tujuan SDGs, buku pengayaan dapat menjadi alat yang efektif untuk meningkatkan literasi kimia siswa dan mempersiapkan mereka untuk menghadapi tantangan global.” P3

“Buku pengayaan kimia hijau berbasis *Culturally Responsive Teaching* mendukung integrasi SDGs dan literasi kimia siswa dengan menyediakan konteks budaya yang relevan dan informasi tentang praktik berkelanjutan, sehingga meningkatkan kesadaran siswa terhadap keberlanjutan dan penerapan ilmu kimia dalam kehidupan sehari-hari.” P5

P3 menilai buku pengayaan yang mengintegrasikan kimia hijau, nilai CRT, dan SDGs penting untuk meningkatkan literasi kimia siswa. P5 menegaskan bahwa buku ini mendukung SDGs dan literasi kimia melalui konteks budaya yang relevan dan dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari untuk menyelesaikan masalah nyata.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengembangan buku pengayaan kimia hijau berbasis *culturally responsive teaching* (CRT) untuk mendukung integrasi SDGs dan literasi kimia siswa SMA. Adapun karakteristik buku pengayaan yang diharapkan oleh guru yaitu terdapat integrasi materi kimia lainnya, mendukung keberlanjutan, dan dapat membekali literasi kimia. Adapun keterbatasan dalam penelitian ini tidak dapat mejangkau semua kebudayaan lokal sehingga buku ini hanya digunakan untuk pendukung sumber belajar utama.

References

- Aljamal, A., & Speece, M. (2024). Building Student Sustainability Competencies through a Trash-Practice Nudge Project: Service Learning Case Study in Kuwait. *Sustainability*, *16*(18), 8102. <https://doi.org/10.3390/su16188102>
- Castillo Téllez, M., Castillo-Téllez, B., Mex Álvarez, D. C., García-Valladares, O., Domínguez Niño, A., & Mejía-Pérez, G. A. (2025). Solar Distillation as a Sustainable STEM Tool: Bridging Theory and Practice. *Sustainability*, *17*(2), 594. <https://doi.org/10.3390/su17020594>
- Crawford, M., Raheel, N., Korochkina, M., & Rastle, K. (2024). Inadequate foundational decoding skills constrain global literacy goals for pupils in low- and middle-income countries. *Nature Human Behaviour*, *9*(1). <https://doi.org/10.1038/s41562-024-02028-x>
- Desimone, L. M., Bell, N., Lentz, A., Hill, K. L., & Marianno, L. (2025). A Holistic Examination of How Professional Learning and Curriculum Relate to Ambitious and Culturally Relevant Instruction and Student Engagement. *AERA Open*, *11*. <https://doi.org/10.1177/23328584241310429>
- Elsen, V. den, Vermeeren, B., & Steijn, B. (2025). Retaining teachers: does enriching teachers' jobs contribute? A two-wave study. *The International Journal of Human Resource Management*, *36*(1), 1–24. <https://doi.org/10.1080/09585192.2024.2439261>
- Feng, X., Zhang, N., Yang, D., Lin, W., & Maulana, R. (2024). From awareness to action: multicultural attitudes and differentiated instruction of teachers in Chinese teacher education programmes. *Learning Environments Research*. <https://doi.org/10.1007/s10984-024-09518-9>
- Ghazian, N., & Lortie, C. J. (2024). Ten Simple Rules for Incorporating the UN Sustainable Development Goals (SDGs) into Environmental and Natural Science Courses. *Sustainability*, *16*(21), 9594. <https://doi.org/10.3390/su16219594>

- González-Cortés, J. J., Cantero, D., & Ramírez, M. (2024). Project-Based Learning in Bioprocess Engineering: MATLAB Software as a Tool for Industrial-Scale Bioreactor Design. *Computer Applications in Engineering Education*, 33(1). <https://doi.org/10.1002/cae.22811>
- Hammasa, H., Bakti, I., & Kusasi, M. (2024). Implementation of scaffolding strategy to improve chemical literacy capabilities and self-efficacy through use of the problem-based learning model at colloid material. *Quantum Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 15(1), 1–1. <https://doi.org/10.20527/quantum.v15i1.16851>
- Harjatanaya, T. Y. (2025). Contextualising religious education in multi-religious Indonesia to achieve unity-in-religious diversity. *Journal of Beliefs & Values*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/13617672.2025.2450958>
- Ialuna, F., Civitillo, S., Schachner, M. K., & Jugert, P. (2024). Culturally responsive teaching self-efficacy and cultural diversity climate are positively associated with the academic and psychological adjustment of immigrant and nonimmigrant students. *Cultural Diversity & Ethnic Minority Psychology*. <https://doi.org/10.1037/cdp0000697>
- Johansson, A.-C., Selander, A., Soleimanisalim, A. H., Nordsvahn, R., & Shafaghat, H. (2024). Chemical recycling of complex reject streams from the paper industry via thermal and catalytic pyrolysis. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 181, 106572. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2024.106572>
- Junaidi, J., Raharjo, A. B., Sahid, N., Sukanadi, I. M., & Wicaksana, D. K. (2024). Character Education Model in Wayang Kulit for Early Childhood. *Harmonia Journal of Arts Research and Education*, 24(2), 386–400. <https://doi.org/10.15294/harmonia.v24i2.9625>
- Karlin, G., & Kang, H. (2025). Refugee Learning Center in Indonesia: A Habitat for Refugee Well-Being in Transit. *European Journal of Education*, 60(1). <https://doi.org/10.1111/ejed.12926>
- Khalid, N., Zapparrata, N., & Phillips, B. C. (2023). Theoretical underpinnings of technology-based interactive instruction. *Teaching and Learning in Nursing*, 19(1). <https://doi.org/10.1016/j.teln.2023.10.004>
- Koskinen, L., Campbell, B. J., Aarts, C., Hemingway, A., Juhansoo, T., Mitchell, M. P., Critchley, K., & Nordstrom, P. M. (2024). Enhancing cultural competence: Trans-Atlantic experiences of European and Canadian nursing students. *International Journal of Nursing Practice*, 15(6), 502–509. <https://doi.org/10.1111/j.1440-172x.2009.01776.x>
- Koulougliotis, D., Paschalidou, K., & Salta, K. (2024). Secondary School Students' Engagement with Environmental Issues via Teaching Approaches Inspired by Green Chemistry. *Sustainability*, 16(16), 7052–7052. <https://doi.org/10.3390/su16167052>
- Lima, M. S., Pozzer, L., & Queiroz, S. L. (2024). Evidence of graphical literacy in students' oral presentations: An example from undergraduate chemistry education. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.22001>
- Mohiyeddini, C. (2024). Self-directed teaching: a holistic framework for educator autonomy. *Frontiers in Medicine*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1479885>
- Petruse, R. E., Grecu, V., Chiliban, M.-B., & Tâlvan, E.-T. (2024). Comparative Analysis of Mixed Reality and PowerPoint in Education: Tailoring Learning Approaches to Cognitive Profiles. *Sensors*, 24(16). <https://doi.org/10.20944/preprints202406.0776.v1>
- Poulton, P., & Mockler, N. (2024). Early career teachers' curriculum realities: implications of school context on a continuum of curriculum-making possibilities. *Journal of Curriculum Studies*, 1–26. <https://doi.org/10.1080/00220272.2024.2436351>
- Rao, Z., Bajpai, A., & Zhang, H. (2024). Active learning strategies for the design of sustainable alloys. *Philosophical Transactions of the Royal Society a Mathematical Physical and Engineering Sciences*, 382(2284). <https://doi.org/10.1098/rsta.2023.0242>
- Rusdiyani, I., Ruhiat, Y., Syafrizal, S., Isyanto, A. Y., & Herlina, E. (2024). Multi-Cultural and Local Wisdom-based Curriculum Development Model in the Independent Campus Learning Program to Improve Graduates' Micro Skills. *Evolutionary Studies in Imaginative Culture*, 1166–1178. <https://doi.org/10.70082/esiculture.vi.1303>
- Shao, Q. (2024). Chemistry of Materials for Energy and Environmental Sustainability. *Molecules*, 29(24), 5929. <https://doi.org/10.3390/molecules29245929>

- Singhal, G., & Baune, B. T. (2024). A bibliometric analysis of studies on environmental enrichment spanning 1967–2024: patterns and trends over the years. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 18. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2024.1501377>
- Sposab, K., & Rieckmann, M. (2025). Development of Sustainability Competencies in Secondary School Education: A Scoping Literature Review. *SSRN Electronic Journal*, 16(23). <https://doi.org/10.2139/ssrn.5089150>
- Šušterič, N., Ošljak, K. K., & Tašner, V. (2024). Exploring Media Literacy Formation at the Intersection of Family, School, and Peers. *Media and Communication*, 13. <https://doi.org/10.17645/mac.9098>
- Thinh, M. P. (2024). Adapting teaching practices and enhancing intercultural competence: student teachers' experiences in an international exchange program. *Journal for Multicultural Education*, 19(1). <https://doi.org/10.1108/jme-06-2024-0077>
- Wang, Y., Su, S., Xiao, J., & Lin, D. (2024). Positive character and psychological well-being: A nuanced examination among adolescents from diverse rural–urban and migration contexts. *Journal of Adolescence*, 97(1). <https://doi.org/10.1002/jad.12409>
- Wattanakit, C., Fan, X., Mukti, R. R., & Alex, A. (2024). Green Chemistry, Catalysis, and Waste Valorization for a Circular Economy. *ChemPlusChem*, 89(9). <https://doi.org/10.1002/cplu.202400389>
- Wesley-Nero, S., & Donley, K. (2024). Culturally and linguistically responsive pedagogy: Examining teachers' conceptualizations of affirmative instructional practices for multilingual learners. *TESOL Journal*, 15(4). <https://doi.org/10.1002/tesj.881>
- Wichaidit, P. R. (2025). Understanding growth mindset and chemistry mindsets of high-achieving students and the impact of influential language on learning motivation. *Chemistry Education Research and Practice*. <https://doi.org/10.1039/d4rp00218k>

