



JOURNAL OF CHEMISTRY EDUCATION AND INTEGRATION

P-ISSN : 2829-2774, E-ISSN : 2829-1921

Secretariat : Jalan H.R Soebrantas Km. 15 No. 155 Kelurahan
Simpang Baru Kecamatan Tuah Madani, Pekanbaru, Riau,
Indonesia

Website : <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/JCEI>



Pekanbaru, 4th August 2026

LETTER OF ACCEPTANCE

No: 072/JCEI/PKA/VIII/2026

Dear Authors,

Based on reviewers' recommendation, I am pleased to inform you that the following manuscript has been **accepted** for publication in the **Journal of Chemistry Education and Integration**. It will appear in Volume 5, Issue 2, August 2026.

Manuscript id	40234
Authors	Nurhayati Meha, Mukhlis
Institution	Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Aceh
Title	Implementasi Bahan Ajar Kimia Hijau Berbasis SDGs pada Kompetensi Siswa: Studi Literature
Volume	5
Issue	2
Years	August 2026

Thank you very much for submitting your article to "**Journal of Chemistry Education and Integration**", we look forward to receive more article in future.

Best Regards
Editor-in-Chief



Dr. Zona Octarya, M. Si.
NIP. 198410262023212049



IMPLEMENTASI BAHAN AJAR DENGAN PENDEKATAN KIMIA HIJAU BERBASIS SDGs TERHADAP KOMPETENSI SISWA: *LITERATURE STUDY*

Nurhayati Meha^{1*}, Mukhlis²

¹Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry,
Banda Aceh, Aceh, 23111, Indonesia

²Fakultas Tarbiyah, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Aceh, 23111,
Indonesia

*E-mail: 220208019@student.ar-raniry.ac.id

Received: August 2, 2026 ; Accepted: August 24, 2026; Published: August 30, 2026

Abstract

Implementing teaching materials using a green chemistry approach based on the Sustainable Development Goals (SDGs) is one effort to support sustainable chemistry learning. This study aims to analyze the characteristics of the implementation of teaching materials using a green chemistry approach based on the type of teaching material, its relevance to the SDGs, and its contribution to student competencies. The method used was a Systematic Literature Review (SLR) with the PRISMA approach on 21 articles published in 2021-2025. The results of this study indicate that e-modules are the dominant type of teaching material developed, while SDG integration is dominated by SDG 4 (quality education). The implementation of green chemistry teaching materials based on SDGs contributes most to students' scientific literacy, learning outcomes, and critical thinking skills. These findings indicate that the development of green chemistry teaching materials in chemistry learning already supports the desired goals, but the integration of SDG goals is still limited. Through this study, the development of green chemistry teaching materials based on SDGs can serve as a reference for teachers, teaching material developers, and future researchers.

Keyword: Teaching Materials, Green Chemistry, Sustainable Development Goals , Student Competencies

Abstrak

Implementasi bahan ajar dengan menerapkan pendekatan kimia hijau berbasis Sustainable Development Goals (SDGs) menjadi salah satu upaya untuk mendukung pembelajaran kimia berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik implementasi bahan ajar dengan pendekatan kimia hijau berbasis SDGs berdasarkan jenis bahan ajar, relevansinya dengan SDGs serta kontribusinya terhadap kompetensi siswa. Metode yang digunakan yaitu Systematic Literature Review (SLR) dengan pendekatan PRISMA terhadap 21 artikel yang dipublikasikan pada tahun 2021-2025. Hasil kajian ini menunjukkan e-modul adalah jenis bahan ajar yang dominan dikembangkan, sedangkan integrasi SDGs didominasi pada SDG 4 (pendidikan berkualitas). Implementasi bahan ajar kimia hijau berbasis SDGs paling banyak berkontribusi terhadap literasi sains, hasil belajar, dan kemampuan berpikir kritis siswa. Temuan ini menunjukkan bahwa pengembangan bahan ajar kimia hijau pada pembelajaran kimia sudah mendukung keberlanjutan, meskipun integrasi tujuan SDGs masih terbatas. Melalui kajian ini, pengembangan bahan ajar kimia hijau berbasis SDGs dapat menjadi rujukan bagi guru, pengembang bahan ajar, dan peneliti selanjutnya.

Kata kunci: Bahan Ajar, Kimia Hijau, Tujuan Pembangunan Berkelanjutan, Kompetensi Siswa

PENDAHULUAN

Pendidikan pada abad 21 kini menggeser paradigma bukan hanya sekadar menyampaikan pengetahuan, namun sebagai sarana strategi untuk menciptakan generasi yang peka terhadap pentingnya pembangunan berkelanjutan. Komunitas global berkomitmen melalui agenda *Sustainable Development Goals* (SDGs) menekankan keterlibatan siswa dalam menerapkan nilai-nilai dalam pembangunan berkelanjutan (Amorós Molina et al., 2023; Van Tulder et al., 2021). Kerangka dalam tujuan pembangunan berkelanjutan memiliki 17 tujuan, salah satunya pendidikan berkualitas pada SDGs 4 (Nazar et al., 2018). Target ini direspon oleh UNESCO melalui kerangka pedagogis *Education for Sustainable Development* (ESD) guna mendorong kompetensi siswa terhadap lingkungan, ekonomi, dan sosial (Sari et al 2025). Pada cabang ilmu pengetahuan, bidang kimia menjadi salah satu bidang yang berhubungan langsung dengan pengelolaan bahan berbahaya, pencemaran lingkungan, serta produksi bertanggung jawab sehingga menjadikan kimia sebagai bidang ilmu dalam menerapkan pendidikan berbasis keberlanjutan (Kurul et al., 2025).

Dalam konteks pendidikan, kimia hijau (*green chemistry*) menjadi salah satu pendekatan dalam mengaitkan konsep-konsep kimia dengan tujuan berkelanjutan (Mitarlis et al., 2023; Ruslan, 2025). Dalam penelitian ini, kimia hijau dilakukan sebagai pendekatan yang diterapkan dalam bahan ajar dan proses pembelajaran kimia. Berbagai studi terdahulu menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran dengan landasan pendekatan kimia hijau tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep siswa, namun juga mengembangkan literasi sains, keterampilan berpikir kritis, dan membangun tanggung jawab terhadap lingkungan (Inayah et al., 2022; Janah & Hidayah, 2025). Sejalan dengan itu, penelitian oleh Br. Simangunsong & Darmana (2025) menyatakan bahwa pembelajaran kimia yang berorientasi keberlanjutan tidak hanya memperdalam aspek kognitif siswa, tetapi juga mengembangkan karakter peduli lingkungan, berpikir kritis, dan bertanggung jawab sosial. Dengan demikian, penerapan dengan pendekatan kimia hijau dalam pengembangan bahan ajar dapat menghubungkan konsep kimia dengan tujuan keberlanjutan dalam proses pembelajaran.

Penelitian terdahulu sudah banyak mengembangkan bahan ajar dengan pendekatan kimia hijau dalam berbagai karakteristik, baik berupa cetak maupun versi digital. Karakteristik bahan ajar yang dikembangkan tidak hanya dari segi format, tetapi juga dari jenis bahan ajar, materi yang dikaitkan, serta model pembelajaran yang digunakan (Amanda et al., 2023; Nurliyana et al., 2025). Selain itu, implementasi bahan ajar dalam pembelajaran memberikan dampak positif terhadap kompetensi siswa dalam peningkatan hasil belajar, literasi sains, dan berpikir kritis siswa (Rahmani et al., 2025; Aulia Putri et al., 2025). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa implementasi bahan ajar kimia hijau tidak hanya meningkatkan penguasaan konsep, tetapi juga memiliki kesadaran lingkungan yang tinggi (Br. Simangunsong & Darmana, 2025).

Implementasi bahan ajar kimia hijau memiliki keterkaitan dengan tujuan pembangunan keberlanjutan serta kompetensi siswa, sehingga perlu untuk dikaji karena tidak hanya berkaitan dengan bentuk pembelajaran namun juga keberlanjutan dan capaian pembelajaran

yang dihasilkan. Penelitian mengenai bahan ajar kimia hijau sebagian besar menggunakan desain *Research and Development* (R&D). Namun, pengembangan tersebut tidak hanya berfokus pada pengembangan produk pembelajaran, tetapi implementasi juga dilaksanakan melalui uji coba kepada siswa guna mengevaluasi validitas, kepraktisan, dan efektivitas terhadap kompetensi siswa (Pratiwi & Mitarlis, 2025; Janah & Hidayah, 2025). Temuan mengenai bahan ajar dalam menerapkan pendekatan kimia hijau sudah berkembang pada berbagai karakteristik. Namun, belum memberikan gambaran secara sistematis mengenai karakteristik bahan ajar yang digunakan, relevansi SDGs yang diintegrasikan, serta kompetensi siswa yang paling banyak diperoleh. Dengan demikian bahan ajar kimia hijau berbasis SDGs dan kompetensi siswa masih perlu ditindak lanjuti. Berdasarkan hal tersebut terdapat kesenjangan berupa terbatasnya gambaran secara sistematis mengenai karakteristik bahan ajar dengan pendekatan kimia hijau, orientasi SDGs yang diintegrasikan, serta kompetensi siswa yang dihasilkan dengan *Systematic Literature Review* (SLR) menggunakan panduan PRISMA.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan dengan SLR untuk mensintesis karakteristik bahan ajar dengan pendekatan kimia hijau, orientasi SDGs yang diintegrasikan, serta kompetensi siswa yang dihasilkan. Kajian ini bertujuan untuk memberikan gambaran terkait karakteristik bahan ajar dengan pendekatan kimia hijau berbasis SDGs yang meliputi jenis bahan ajar, relevansi dengan SDGs serta kompetensi siswa yang dihasilkan. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran dalam mengembangkan bahan ajar yang komprehensif sekaligus sebagai rujukan bagi penelitian yang akan datang di bidang pendidikan kimia berbasis keberlanjutan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dirancang dengan studi literatur menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengkaji secara mendalam karakteristik implementasi bahan ajar dengan pendekatan kimia hijau berbasis SDGs pada kompetensi siswa. Metode SLR menggunakan tahapan-tahapan terstruktur yang mencakup menelaah, menilai dan menyajikan temuan dari berbagai penelitian terdahulu (Ardyan et al., 2023). Tahapan tersebut dilakukan secara sistematis dengan fokus kajian pada implementasi bahan ajar dengan pendekatan kimia hijau berbasis SDGs pada kompetensi siswa. Tahapan-tahapan tersebut dilakukan dengan mengikuti panduan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) edisi 2020 (Page et al., 2021). Pedoman ini dilakukan dengan transparan dan sistematis serta menciptakan kejelasan di setiap penyaringan artikel sehingga terlaksana secara terstruktur.

Tahap Menelaah dilakukan dengan menentukan fokus kajian berdasarkan rumusan masalah yaitu implementasi bahan ajar dengan pendekatan kimia hijau berbasis SDGs serta kompetensi siswa yang dihasilkan. Berdasarkan fokus kajian pencarian yang dilakukan pada artikel dengan jenis bahan ajar, relevansi dengan SDGs, dan kompetensi siswa yang dihasilkan. Selanjutnya ditentukan sumber database, kata kunci, serta kriteria inklusi untuk menyaring

pencarian dan pemilihan artikel. Pencarian dilakukan melalui database seperti Google Scholar, DOAJ, ResearchGate, Garuda, dan ACS Publications dengan kata kunci bahan ajar, kimia hijau, Tujuan Pembangunan Berkelanjutan, Kompetensi siswa, green chemistry, Sustainable Development Goals, dan Student competence dengan batas publikasi 2021-2025. Hasil pencarian awal memperoleh 115 artikel.

Tahap penilaian dilakukan untuk kesesuaian dan kelayakan artikel yang akan dianalisis. Penilaian dilakukan dengan panduan PRISMA edisi 2020 meliputi identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi. Tahap identifikasi yaitu artikel yang disesuaikan dengan kata kunci sehingga memperoleh 115 artikel. Tahap penyaringan dilakukan berdasarkan judul dan abstrak serta kriteria inklusi yang ditetapkan. Penyaringan ini menghasilkan 70 artikel yang memenuhi kriteria. Tahap kelayakan yaitu artikel yang diperoleh pada penyaringan ditelaah secara penuh (*full text*) untuk menyesuaikan dengan fokus kajian sehingga menghasilkan 24 artikel. Pada tahap inklusi artikel yang memenuhi kriteria layak diperiksa kembali kelengkapan data yang disesuaikan dengan rumusan masalah menghasilkan 21 artikel.

Proses pemilihan artikel disajikan pada diagram PRISMA di bawah ini:



Gambar 1: Diagram proses pencarian dan pemilihan publikasi

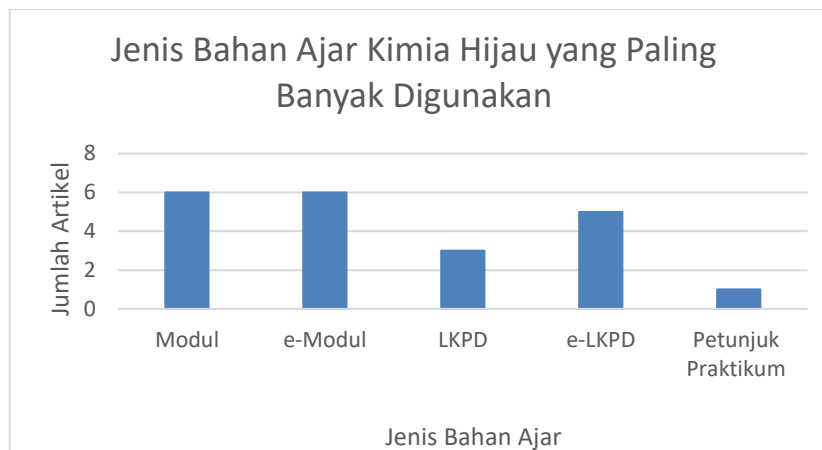
Analisis data dilakukan menggunakan *content analysis* dengan beberapa tahap yaitu: (1) menentukan unit analisis, untuk menentukan lembar coding meliputi jenis bahan ajar, model pembelajaran, relevansi SDGs, serta kompetensi siswa. (2) Proses coding dilakukan dengan lembar coding (*coding shet*) sesuai dengan rumusan masalah. (3) menghitung frekuensi yang muncul pada setiap kategori yang dimunculkan dalam bentuk tabel maupun grafik. (4) merumuskan kemunculan pada tabel atau grafik untuk menjelaskan karakteristik bahan ajar kimia hijau berbasis SDGs serta kompetensi siswa yang dihasilkan.

TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian disajikan dalam bagian ini yang diperoleh secara struktur berdasarkan ketetapan kriteria yang jelas. Kriteria ini berfokus pada karakteristik implementasi bahan ajar dengan pendekatan kimia hijau, relevansi dengan SDGs, serta kompetensi siswa yang dihasilkan. Studi ini bertujuan untuk memberikan gambaran terkait karakteristik kimia hijau melalui jenis bahan ajar, relevansi SDGs dan kompetensi siswa yang dihasilkan. Berdasarkan hasil telaah pada 21 artikel ditemukan bahwa jenis bahan ajar yang berfokus pada karakteristik tersebut dari tahun 2021 sampai dengan 2025 yang paling banyak muncul yaitu bahan ajar e-modul (*electronic modul*).

Data tersebut terlampir pada Gambar 2 yang menyajikan jenis-jenis bahan ajar yang muncul. Berdasarkan klasifikasi yang terdapat pada artikel mencakup jenis bahan ajar berupa modul, e-modul, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), e-LKPD (*electronic LKPD*), dan petunjuk praktikum. Berdasarkan Gambar 2. Kemunculan bahan ajar terbanyak yaitu pada e-modul (6) dan modul (6), kemudian LKPD (3), e-LKPD (5), dan petunjuk praktikum (1).

E-modul mendominasi dalam pengembangan bahan ajar, hal ini menunjukkan bahwa pengembang lebih banyak memilih bahan ajar digital yang dapat diakses melalui berbagai perangkat serta dapat memadukan audiovisual seperti teks, video, animasi dan simulasi interaktif yang mendukung pemahaman konsep kimia (Ririn Eva Hidayati & Naimatul Khoroh, 2025; Sayyidatuzzahrah et al., 2025). Perkembangan e-modul dikaitkan dengan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran kimia hijau berbasis SDGs. E-modul yang dikembangkan oleh Muhaimrin (2021) menegaskan bahwa bahan ajar digital dengan konteks lingkungan dapat meningkatkan pemahaman, keterlibatan serta pemahaman siswa. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Setiawan dan Rahmawati (2022) menemukan bahwa modul elektronik mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan mampu membentuk literasi ekologi siswa secara efektif.



Gambar 2. Jenis-jenis bahan ajar yang paling banyak digunakan

Perkembangan bahan ajar cetak maupun versi digital masih sama-sama dikembangkan. Hal ini menunjukkan bahan ajar cetak masih relevan digunakan, terutama pada wilayah sekolah yang memiliki kendala teknologi (Suryati et al., 2021; Witri et al., 2023). Menurut Norbertus Tri Suswanto Saptadi et al. (2024) modul adalah bahan ajar cetak yang sistematis untuk membantu siswa belajar secara mandiri. Disisi lain, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan E-LKPD juga sudah banyak dikembangkan. Lembar kerja Peserta Didik memberikan kerangka kerja terstruktur guna membantu proses belajar siswa secara mandiri dan berpusat pada siswa (Zulfa et al., 2025; Basri et al., 2024; Nikmatur Rohmaya et al., 2023). Penelitian yang dilakukan oleh (Halisah et al., 2025) mengembangkan dua jenis bahan ajar yaitu LKPD dan modul. Bahan ajar modul dan LKPD yang dikembangkan berkontribusi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sehingga siswa mampu mengembangkan kemampuannya terutama dalam berpikir kritis.

Bahan ajar kimia hijau tidak hanya sebagai media untuk menyampaikan materi kepada siswa, namun juga diterapkan dengan model pembelajaran yang berpusat pada siswa seperti, *Problem Based Learning* (PBL) dan *Project Based Learning* (PjBL). Melalui PBL siswa diberikan kesempatan untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan permasalahan lingkungan yang berkaitan dengan konsep kimia. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Aufa et al., (2021) yang menemukan bahwa penerapan e-modul berbasis PBL terbukti secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan menumbuhkan sikap peduli lingkungan siswa. Sementara, model pembelajaran PjBL diterapkan mengarahkan siswa menghasilkan produk yang berkaitan dengan konsep kimia. Melalui penerapan PjBL siswa dibimbing memahami konsep, kemudian di aplikasikan ke dalam kehidupan nyata seperti pencegahan limbah berbahaya (Zulfa et al., 2025).

Tabel 1: Relevansi dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs)

Relevansi SDGs	Jumlah Artikel
SDGs 4	9
SDGs 8	1
SDGs 9	2
SDGs 12	7
SDGs 13	2

Berdasarkan Tabel 1 SDGs 4 (pendidikan berkualitas) muncul di seluruh artikel. Pengembangan bahan ajar untuk pendidikan berkualitas merupakan upaya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran berbasis keberlanjutan. UNESCO, (2020) menegaskan bahwa kontribusi pendidikan menjadi salah satu upaya dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan melalui kerangka *Education for Sustainable Development (ESD)*. Kemunculan SDGs 4 pada seluruh artikel menempatkan bahwa bahan ajar dirancang bukan hanya untuk menyampaikan materi, namun juga upaya untuk membentuk pendidikan menuju pembangunan berkelanjutan. Kemunculan SDGs 12 (konsumsi & produksi yang bertanggung jawab) memiliki 7 artikel. Pada pembelajaran kimia dikaitkan secara nyata melalui kegiatan praktikum yang ramah lingkungan. Penelitian oleh (Sundusiyah et al., 2023) mengembangkan petunjuk praktikum melalui materi asam basa yang dirancang pada penggunaan bahan kimia berbahaya serta menekankan limbah sisa eksperimen, sehingga memenuhi dalam prinsip produksi dan konsumsi yang bertanggung jawab.

Bahan ajar dengan kepedulian dalam meningkatkan kesadaran akan isu lingkungan yang dimunculkan pada SDGs 13 (penanganan perubahan iklim) (Nikmatur Rohmaya et al., 2023). Selain modul ajar yang diterapkan, agar pembelajaran secara terstruktur dikaitkan dengan model pembelajaran. Melalui model pembelajaran PjBL yang berorientasi lingkungan, siswa diarahkan untuk menumbuhkan minat kewirausahaan siswa (Hakim et al., 2025). Minat kewirausahaan untuk pertumbuhan ekonomi menjadi salah satu tujuan pembangunan pada SDGs 8 yaitu pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi (Etty Indriani, 2025). Namun, rendahnya kemunculan SDGs 9 dan SDGs 8 menjadi celah pada bahan ajar kimia hijau saat ini. Pendekatan yang mengaitkan proyek kimia dengan industri serta minat dengan kewirausahaan sains masih jarang dikaitkan dengan kompetensi siswa melalui bahan ajar kimia hijau.



Gambar 3. Kompetensi siswa yang diperoleh

Melalui Gambar 3 diperoleh bahwa bahan ajar kimia hijau berkontribusi pada kompetensi siswa. Literasi sains sebagai parameter utama yang mendominasi tersebar. Pada kimia hijau, literasi sains tidak hanya untuk pemahaman teori secara ilmiah, melainkan menuntun kapasitas siswa dalam mengkritisi terkait ekologi serta penerapan pemahaman kimia dalam pemecahan masalah di lingkungan sosial (Suryati et al., 2021). Pertumbuhan akademik siswa pada aspek kognitif (Farah Attiyah Nurrahmah, 2023; Marta et al., 2024; Sumanti et al., 2025). Kemampuan tersebut positif dengan perkembangan kecerdasan lain seperti literasi ilmiah dan penalaran kritis dengan model pembelajaran PjBL (Halisah et al., 2025). Pengembangan bahan ajar kimia hijau yang diintegrasikan dengan model pembelajaran PBL menumbuhkan motivasi belajar siswa (Prinesia Togatorop et al., 2025). Namun, berpikir kreatif masih jarang dilaporkan menunjukkan bahan ajar kimia hijau hanya sebagian besar merancang dengan memberikan ruang kemandirian dan imajinasi kreatif siswa.

Bahan ajar berupa e-modul dengan pendekatan kimia hijau yang dikembangkan terbukti berpengaruh positif terhadap kompetensi siswa, baik literasi sains maupun kemampuan berpikir kritis (Mukhlis et al., 2026; Putri Roudhoh et al., 2026). Kompetensi siswa dalam pengembangan bahan ajar kimia hijau masih berorientasi pada peningkatan kualitas pembelajaran (SDGs 4) dan belum sepenuhnya mengintegrasikan keberlanjutan yang lebih luas. Kompetensi siswa yang diintegrasikan dengan pembangunan berkelanjutan memperoleh kualitas belajar serta pembentukan kesadaran terhadap konsumsi yang bertanggung jawab dan isu lingkungan. Kompetensi yang paling dominan yaitu literasi sains, berpikir kritis dan hasil belajar meningkat sehingga implementasi bahan ajar kimia hijau tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep kimia, namun juga kemampuan siswa dalam memahami dan pemecahan masalah keberlanjutan secara ilmiah. Hasil kajian ini menunjukkan bahwa bahan ajar dengan pendekatan kimia hijau sudah berorientasi pada pembangunan berkelanjutan. Namun, bahan ajar yang digunakan perlu dikembangkan dan divariatifkan serta diintegrasikan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan dan berkontribusi dalam menumbuhkan kompetensi siswa.

SIMPULAN

Berdasarkan telaah terhadap 21 artikel dapat disimpulkan bahwa implementasi bahan ajar dengan pendekatan kimia hijau berbasis *Sustainable Development Goals* (SDGs) memiliki karakteristik utama yaitu bahan ajar didominasi pada modul dan e-modul, bahan ajar kimia hijau didominasi mengintegrasikan SDGs 4 (pendidikan berkualitas) dan SDGs 12 (konsumsi dan produksi bertanggung jawab) serta kompetensi siswa yang diperoleh peningkatan literasi sains dan kemampuan berpikir kritis. Hasil kajian ini menunjukkan bahwa pembelajaran kimia dengan pendekatan kimia hijau sudah berorientasi pada pembangunan berkelanjutan.

Berdasarkan temuan ini, peluang untuk penelitian selanjutnya mengembangkan bahan ajar dengan pembangunan berkelanjutan lebih variatif melalui isu kimia, lingkungan, maupun kewirausahaan (SDGs 8), serta menumbuhkan motivasi dan berpikir kreatif siswa. Melalui kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran secara komprehensif mengenai karakteristik bahan ajar dengan pendekatan kimia hijau, relevansi dengan SDGs yang diintegrasikan serta kompetensi siswa yang diperoleh. Selain itu, temuan ini juga sebagai rujukan bagi guru, pengembang bahan ajar, dan peneliti selanjutnya.

REFERENSI

- Amanda, F., Mawardi, M., & Suryani, O. (2023). Development of Textbooks to Support Merdeka Curriculum Learning on Green Chemistry Material in Phase E. *Jurnal Paedagogy*, 10(3), 635. <https://doi.org/10.33394/jp.v10i3.8126>
- Amorós Molina, Á., Helldén, D., Alfvén, T., Niemi, M., Leander, K., Nordenstedt, H., Rehn, C., Ndejjo, R., Wanyenze, R., & Biermann, O. (2023). Integrating the United Nations sustainable development goals into higher education globally: a scoping review. In *Global Health Action* 16(1). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/16549716.2023.2190649>
- Ardyan, E., Boari, Y., Akhmad, A., Yuliyani, L., Hildawati, H., Suarni, A., Anurogo, D., Ifadah, E., Judijanto, L., & Efitra, E. (2023). *Metode Penelitian Kualitatif Dan Kuantitatif: Pendekatan Metode Kualitatif dan Kuantitatif di Berbagai Bidang*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Aufa, M. N., Rusmansyah, R., Hasbie, M., Jaidie, A., & Yunita, A. (2021). The Effect of Using e-module Model Problem Based Learning (PBL) Based on Wetland Environment on Critical Thinking Skills and Environmental Care Attitudes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(3), 401–407. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i3.732>
- Aulia, P., & Haryani, M. E. (2025). Pengembangan petunjuk praktikum kimia berbasis green chemistry pada materi termokimia. *JIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(8), 9728-9732.
- Aulia P, Nasieka., Leny., Iriani, R & Rumansyah (2025). Pengembangan E-Modul Green Chemistry Berbasis Problem Based Learning Dengan Konteks Socio Scientific Issues Untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik. *Journal of Chemistry and Education*), 9(1), 46–55. <http://jtam.ulm.ac.id/index.php/jcae>

- Basri, Y., Irhasyurna, Y., & Khairunnisa, Y. (n.d.). Pengembangan E-Lkpd Berbasis Liveworksheets Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Green Chemistry. *Journal of Banua Science Education*. 4(2). Retrieved <https://jbse.ulm.ac.id/index.php/JBSE>
- Br. Simangunsong, A. D., & Darmana, A. (2025). Revitalisasi Pembelajaran Kimia dalam Meningkatkan Kontribusi Menuju Green Chemistry. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 5(02), 423–429. <https://doi.org/10.47709/jpsk.v5i02.7155>
- Disa, R. R., Muntari, M., & Hadisaputra, S. (2024). Pengembangan Modul Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry Pada Materi Kesetimbangan Kimia Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Kelas XI. *Chemistry Education Practice*, 7(1), 128-133.
- Etty Indriani. (2025). *Investasi Berkelanjutan Paradigma Baru Menuju SDGs*. Deepublish
- Hakim, F., (2025). Pengembangan Bahan Ajar Kimia Berbasis Proyek Yang Berorientasi Pada Pemikiran Kewirausahaan Sains. *Jurnal Education and Development*, 13(1), 15–20. <https://doi.org/10.37081/ed.v13i1.6456>
- Halisah, N., Jusniar, J., & Auliah, A. (2025). Green Chemistry Integrated Teaching Module Design to Optimize High School Students Critical Thinking Skills (Study on the Main Topic of Acid and based). *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 14(2), 216. <https://doi.org/10.35580/sainsmat142717772025>
- Hidayati, E. Rin., & Khoiroh, N. (2025). Integrasi Budaya dalam Pembelajaran Kimia Hijau Pengaruh E-Modul bBerbasis Culturally Responsive Teaching terhadap HOTS (1). *Inovasi: Jurnal Diklat Keagamaan*. <https://doi.org/https://doi.org/10.52048/inovasi.v19i1.637>
- Inayah, S., Wayan Dasna., Habidin., (2022). Implementasi Green Chemistry dalam Pembelajaran Kimia: Literature Review. *Hidrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 10(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.33394/hjkk.v10i1.4611>
- Izzania, R. A., Sumarni, W., & Harjono, H. (2024). Pengembangan E-Modul Ajar Kimia Hijau Bermuatan Etno-STEM Berbasis Guided Inquiry Untuk Membekali Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(1), 7-16. <https://doi.org/10.15294/jipk.v18i1.46536>
- Janah, S. N., & Hidayah, R. (2025). Development of E-Worksheet Project-Based Learning on Green Chemistry Materials to Improve Students Creative Thinking Skills. *Jurnal Pijar Mipa*, 20(3), 488–493. <https://doi.org/10.29303/jpm.v20i3.8891>
- Kurul, F., Doruk, B., & Topkaya, S. N. (2025). Principles Of Green Chemistry: Building A Sustainable Future. *Discover Chemistry*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44371-025-00152-9>
- Kelana, H, Ardian., Irawan, Sakka., Karubaba, Marice & Sahar, Adnan. Kelayakan Bahan Ajar Interaktif E-Modul Pembelajaran Kimia pada Materi Koloid Berbasis Kearifan

- Local Papua. *SCIENCE: Jurnal inovasi Pendidikan dan IPA* 4(5).
<https://doi.org/10.51878/science.v5i4.7110>
- Marta, I., Rahmawati, N., & Dwiningsih, K. (2024). Implementasi E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-Stem Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Sistem Koloid Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar Peserta Didik. *UNESA Journal of Chemical Education*, 13(3).
<https://doi.org/10.26740/uiced.v13n3.p199-204>
- Mitarlis, Azizah, U., & Yonata, B. (2023). The Integration of Green Chemistry Principles in Basic Chemistry Learning to Support Achievement of Sustainable Development Goals (SDGs) Through Education. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 233–254.
<https://doi.org/10.3926/jotse.1892>
- Mufidah, R., & Dwiningsih, K. (2024). Development of a Problem-Based Learning-Oriented Interactive E-Worksheet on Chemical Equilibrium to Enhance Students' Scientific Literacy Skills. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 9(2), 370-385.
<https://doi.org/10.20961/jkpk.v9i2.89480>
- Mukhlis., Arusman., Yacob, Fakhri., (2026). Development of a Basic Learning Module on Unit Conversion and Energy Based on Science Literacy. *Jurnal Edumaspul*, 10(1), 2026–2126.
<https://doi.org/10.33487/edumaspul.v9i1>
- Nazar, R., Chaudhry, I. S., Ali, S., & Faheem, M. (2018). Role Of Quality Education for Sustainable Development Goals (Sdgs). *PEOPLE: International Journal of Social Sciences*, 4(2), 486–501. <https://doi.org/10.20319/pijss.2018.42.486501>
- Rohmaya, N., Suardana, I. N., & Tika, I. N. (2023). Efektifitas E-LKPD kimia SMA/MA dengan model pembelajaran berbasis masalah berkonteks isu-isu sosial sains dalam meningkatkan literasi sains peserta didik. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(1), 25-33.
<https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.825>
- Nurliyana, Rayandra Asyhar, & Afrida. (2025). Pengembangan E-LKPD Berbasis Pendekatan Kontekstual Berbantuan Canva pada Materi Kimia Hijau di SMA. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 3(4), 1253–1264.
<https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.580>
- Nurrahmah, A, Farah., Nawawi, Effendi., Hidayah., (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Green Cemistry pada Praktikum Laju Reaksi di Laboratorium SMA. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 7.
<https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jipk.v7i1.59083>
- Norbertus Tri Suswanto Saptadi, Zuraini, Rina Andriani, Lasri, Chairunnisa, Rahmi Hayati, Mohd Jaisar Raju, Indarwati, Rosalinda, Giandari Maulani, Tri Hutami Wardoyo, Reina A. Hadikusumo, & Sumiyati. (2024). *Pendidikan Multilingual*. Sada Kurnia Pustaka.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.

- M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pertiwi, AM, & Wahyuningrpaum, D. (2024). Pengembangan bahan ajar kimia hijau berbasis sintesis senyawa organik. *EduChemia: Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 9 (2), 132-148. <http://dx.doi.org/10.30870/educhemia.v9i2.24452>
- Putri Roudhoh, Wilda Syahri, Afrida, A., Muhammad Haris Effendi Hasibuan, & Febbry Romundza. (2026). Pengembangan E-Modul Materi Kimia Hijau Berbasis Problem Based Learning (PBL) Berbantuan Heyzine Flipbook Berorientasi Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 16(2), 256–265. <https://doi.org/10.37630/jpm.v16i2.4141>
- Putri, K, M., & Suryelita., 2024. Pengembangan E-Modul Konsep Kimia Dalam Pengelolaan Lingkungan & Fenomena Global Sesuai Kurikulum Merdeka untuk Fase E SMA/MA. *EduKimia*. 6(3). <https://doi.org/10.24036/ekj.v6.a555>
- Pratiwi, K. R., & Mitarlis, M. (2025). Development of Green Chemistry Oriented Student Worksheets with Guided Inquiry Model to Improve Science Literacy Skills on Reaction Rate Material. *Jurnal Pijar MIPA*, 20(5), 850–856. <https://doi.org/10.29303/jpm.v20i5.9337>
- Rahmani, M., Pulungan, A. N., Ridho, D., & Kurniawan, E. D. A. (2025). Development of An Interactive E-Module Based on Green Chemistry on Reaction Rate Matter. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 17(1), 1–8. <https://doi.org/10.22437/jisic.v17i1.41109>
- Rahmawati, I. M. N., & Dwiningsih, K. (2024). Implementasi E-Lkpd Koloid Berbasis Problem Based Learning-Stem Pada Materi Sistem Koloid Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar....Peserta Didik. *UNESA Journal of Chemical Education*, 13(3), 199-204. <https://doi.org/10.26740/ujced.v13n3.p199-204>
- Ria, Zulfa., Muntari., & Anwar, Y. A. S. (2025). Pengembangan LKPD Berbasis Proyek Terintegrasi Green Chemistry Pada Materi Hukum Dasar Kimia. *Chemistry Education Practice*, 8(1), 37–48. <https://doi.org/10.29303/cep.v8i1.8294>
- Ruslan, Z. A. (2025). Peran Kimia Hijau Dalam Pendidikan Untuk Pembangunan Berkelanjutan. *Dalton : Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, 8(1), 60. <https://doi.org/10.31602/dl.v8i1.18409>
- Rohmaya N., Suardana, N., & Tika, N., (2023). Efektifitas E-LKPD Kimia SMA/MA dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berkonteks Isu-isu Sosial Sains dalam Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(1), 25–33.
- Sayyidatuzzahrah, E., Sofia, B. F. D., & Siahaan, J. (2025). Pengembangan E-Modul Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry pada Materi Laju Reaksi. *Chemistry Education Practice*, 8(1). <https://doi.org/10.29303/cep.v8i1.5766>

- Sumanti, T., Gani, A., Yusrizal, Y., Khaldun, I., Winarni, S., & Nabilah, P. (2025). PBL-Based Online Worksheet on Green Chemistry to Enhance Students' Literacy and Numeracy Skills. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 4(2), 451–465. <https://doi.org/10.46843/jpm.v4i2.487>
- Sundusiyah, A., Mulyanti, S., & Kartika Sari, W. (2023). Pengembangan Petunjuk Praktikum Larutan Asam Basa Berbasis Pbl (Problem Based Learning) Berorientasi Green Chemistry Development of Practical Instruction of Acid and Base Solution PBL (Problem Based Learning) Based with Green Chemistry Oriented. *Jurnal Zarah*, 11(1), 41–46.
- Suryati, S., Hendrawani, H., & Walidatun, N. (2021). Pengaruh Modul PBL Berorientasi Green Chemistry pada Materi Hidrolisis Garam terhadap Literasi Sains Siswa. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 9(1), 86. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v9i1.4343>
- Togatorop, P., Asrial, & Syahri, W. (2025). Pengembangan E-LKPD Kimia Hijau Berbasis Project Based Learning Terintegrasi Kearifan Lokal di SMA Fase E. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 3(4), 5261–5271. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.1022>
- UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: a roadmap*. UNESCO Publishing. <https://doi.org/10.54675/YFRE1448>
- Van Tulder, R., Rodrigues, S. B., Mirza, H., & Sexsmith, K. (2021). The UN's Sustainable Development Goals: Can Multinational Enterprises Lead the Decade of Action? *Journal of International Business Policy* 4(1). <https://doi.org/10.1057/s42214-020-00095-1>
- Witri, R. E., Hardeli, Kurniawati, D., & Yerimadesi. (2023). Integrated Green Chemistry Problem-Based Learning Module Development to Improve Science Process Skills Senior High School Students on Basic Chemicals Law. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 6188–6196. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.4380>

