

Pemberdayaan Guru Kimia Melalui Inovasi Pembelajaran Berbasis Green Chemistry dan Kearifan Lokal

Ratna Azizah Mashami^{1,a*}, Ahmadi^{2,a}, Hendrawani^{3,a}

^aDepartment of Chemistry Education, Faculty of Science, Technology, and Applied Sciences, Mandalika University of Education. Jl. Pemuda No. 59A, Mataram, Indonesia. Postal code: 83125

*Corresponding Author e-mail: ratnamashami@undikma.ac.id

Received: Month Year; Revised: Month Year; Published: Month Year

Abstrak: Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru MGMP Kimia Kabupaten Lombok Tengah dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran berbasis *Green Chemistry* dan kearifan lokal. Permasalahan utama yang dihadapi guru adalah rendahnya pemahaman terhadap prinsip *Green Chemistry* dan keterbatasan perangkat ajar inovatif yang relevan dengan potensi lokal, sehingga siswa kesulitan memahami keterkaitan konsep kimia dengan fenomena nyata. Untuk menjawab masalah tersebut, tim pengabdian menerapkan metode *Participatory Action Research* (PAR) melalui empat tahapan: sosialisasi dan pemetaan kebutuhan, pelatihan intensif, pendampingan pengembangan perangkat ajar, serta evaluasi dan disseminasi hasil. Instrumen yang digunakan meliputi pre-test dan post-test, rubrik validasi, lembar observasi kelas, dan kuesioner siswa. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan signifikan pemahaman guru, dengan rata-rata skor N-Gain 0,66 (kategori sedang) dan lebih dari 90% guru mengalami peningkatan minimal kategori sedang. Validasi perangkat ajar menghasilkan rata-rata skor 86% (kategori sangat layak), sedangkan observasi keterlaksanaan pembelajaran mencapai 85,7% (baik–sangat baik). Respon siswa juga sangat positif, dengan rata-rata skor 86,2% yang menunjukkan pembelajaran berbasis *Green Chemistry* dan kearifan lokal mampu meningkatkan motivasi, keterlibatan, serta kesadaran lingkungan. Simpulan dari program ini adalah pendekatan kolaboratif berbasis kearifan lokal dan prinsip keberlanjutan terbukti efektif meningkatkan kapasitas guru, menghasilkan perangkat ajar yang relevan, serta mendukung pencapaian SDG 4 (Pendidikan Berkualitas) dan SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab).

Kata Kunci: Pemberdayaan Guru; Inovasi Pembelajaran; *Green Chemistry*; Kearifan Lokal.

Empowering Chemistry Teachers through Learning Innovation Based on Green Chemistry and Local Wisdom

Abstract: This community service program aims to improve the competence of chemistry teachers in the MGMP (Chemistry Subject Teacher Forum) of Central Lombok Regency in designing and implementing learning based on *Green Chemistry* and local wisdom. The main problems faced by teachers are the low level of understanding of *Green Chemistry* principles and the limited availability of innovative teaching materials relevant to local potential, making it difficult for students to comprehend the connection between chemistry concepts and real-life phenomena. To address these issues, the service team applied the Participatory Action Research (PAR) method through four stages: socialization and needs assessment, intensive training, mentoring in the development of teaching materials, and evaluation and dissemination of results. The instruments used included pre-tests and post-tests, validation rubrics, classroom observation sheets, and student questionnaires. The analysis results showed a significant improvement in teachers' understanding, with an average N-Gain score of 0.66 (medium category) and more than 90% of teachers achieving at least a medium category improvement. The validation of teaching materials produced an average score of 86% (highly feasible category), while classroom observation of implementation reached 85.7% (good to very good category). Student responses were also very positive, with an average score of 86.2%, indicating that learning based on *Green Chemistry* and local wisdom effectively enhanced motivation, engagement, and environmental awareness. In conclusion, this program demonstrates that a collaborative approach based on local wisdom and sustainability principles is effective in improving teacher capacity, producing relevant teaching materials, and supporting the achievement of SDG 4 (Quality Education) and SDG 12 (Responsible Consumption and Production).

Keywords: Teacher Empowerment; Learning Innovation; *Green Chemistry*; Local Wisdom.

How to Cite: Mashami, R. A., Ahmadi, A., & Hendrawani, H. (2025). Pemberdayaan Guru Kimia Melalui Inovasi Pembelajaran Berbasis *Green Chemistry* dan Kearifan Lokal. *Lumbung Inovasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 10(3), 832–846. <https://doi.org/10.36312/linov.v10i3.3434>



PENDAHULUAN

Pendidikan kimia di tingkat sekolah menengah memiliki peran penting dalam membekali siswa dengan literasi sains, keterampilan berpikir kritis, dan kesadaran ekologis. Namun, praktik pembelajaran kimia di Indonesia masih didominasi pendekatan tradisional yang abstrak, berbasis hafalan, serta minim mengaitkan konsep dengan konteks kehidupan nyata. Akibatnya, siswa kesulitan memahami keterhubungan konsep kimia dengan fenomena sehari-hari. Di Lombok Tengah, potensi kearifan lokal seperti fermentasi tuak manis, pemanfaatan abu dapur, serta tanaman herbal tradisional sesungguhnya dapat menjadi sumber belajar kontekstual, tetapi belum banyak diintegrasikan dalam perangkat ajar. Di sisi lain, isu global keberlanjutan menuntut hadirnya *Green Chemistry* sebagai paradigma baru dalam pendidikan. *Green Chemistry* menekankan efisiensi bahan, pencegahan limbah, dan keamanan praktik laboratorium, sehingga relevan diajarkan sejak jenjang sekolah (Anastas & Eghbali, 2010). Kajian literatur internasional menunjukkan bahwa pendidikan kimia berkelanjutan mendorong siswa mengembangkan keterampilan sistem berpikir, keselamatan, dan kesadaran lingkungan (Chen et al., 2020). Dengan demikian, integrasi antara potensi lokal dan prinsip *Green Chemistry* merupakan strategi tepat untuk menghadirkan pembelajaran kimia yang kontekstual, bermakna, dan selaras dengan tuntutan pembangunan berkelanjutan.

Permasalahan utama yang dihadapi MGMP Kimia Lombok Tengah adalah rendahnya kompetensi guru dalam mengembangkan pembelajaran berbasis kearifan lokal dan *Green Chemistry*, serta keterbatasan perangkat ajar inovatif yang sesuai konteks. Mayoritas guru masih mengandalkan perangkat ajar generik yang tidak mengakomodasi potensi daerah, sehingga siswa kurang merasakan relevansi pembelajaran. Kondisi ini terkait erat dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs), terutama Goal 4 (Pendidikan Berkualitas) yang menekankan pentingnya pendidikan inklusif dan berkualitas, serta Goal 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab) yang relevan dengan nilai-nilai *Green Chemistry*. Studi internasional mendukung urgensi ini. Di Jerman, penerapan *Education for Sustainable Development (ESD)* dalam kimia terbukti efektif meningkatkan kesadaran ekologis siswa (Burmeister et al., 2012). Demikian pula, integrasi *Green Chemistry* dalam kurikulum membangun keterampilan sistem berpikir dan meningkatkan pemahaman keberlanjutan (Aubrecht et al., 2019). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pembelajaran kimia yang berbasis pada praktik berkelanjutan dapat memperkuat literasi sains siswa sekaligus membentuk karakter peduli lingkungan (Etzkorn & Ferguson, 2023). Dengan demikian, urgensi program pengabdian ini sangat tinggi untuk menjawab kebutuhan pengembangan kapasitas guru dan penyediaan perangkat ajar yang selaras dengan SDGs.

Analisis kesenjangan menunjukkan adanya jurang besar antara tuntutan pembelajaran berkelanjutan dan praktik aktual di sekolah mitra. Guru di Lombok Tengah belum terbiasa mengintegrasikan potensi lokal dan prinsip *Green Chemistry* karena minimnya pelatihan tematik, keterbatasan literatur, dan ketiadaan contoh perangkat ajar berbasis riset. Padahal, studi global menegaskan pentingnya strategi sistematis dalam mengintegrasikan *Green Chemistry* ke dalam kurikulum sekolah (Eilks & Linkwitz, 2022). Lebih lanjut, suatu penelitian mengembangkan instrumen

untuk menilai pemahaman prinsip *Green Chemistry* dan menegaskan perlunya inovasi pendidikan yang lebih aplikatif. Di sisi lain, kajian sistematis terbaru menunjukkan bahwa *Green Chemistry* berperan besar dalam mendukung transisi menuju kimia berkelanjutan (Sánchez Morales et al., 2024). Berdasarkan kondisi tersebut, kebaruan utama program ini terletak pada pengembangan dan penerapan pendekatan Ethno-Green Based Learning (EGBL), sebuah model pembelajaran integratif yang secara sistematis menyatukan potensi kearifan lokal dengan prinsip-prinsip *Green Chemistry* dalam satu perangkat ajar berbasis riset. Pendekatan ini tidak sekadar menampilkan aspek budaya lokal, tetapi secara sadar dirancang untuk membentuk kompetensi abad ke-21 yang berorientasi keberlanjutan. Berbeda dari etnosains konvensional yang bersifat informatif dan simbolik, EGBL menekankan transformasi pedagogis melalui nilai efisiensi, tanggung jawab ekologis, dan literasi sains kritis yang relevan dengan konteks lokal dan global. Dengan dukungan buku ajar hasil riset tim serta pendampingan intensif, program ini menawarkan solusi praktis untuk menutup gap antara kebutuhan lokal dan tren global pendidikan kimia.

Tujuan utama program pengabdian ini adalah meningkatkan kompetensi guru MGMP Kimia Lombok Tengah dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran kimia berbasis kearifan lokal dan *Green Chemistry*, serta menghasilkan perangkat ajar inovatif yang siap diimplementasikan dan direplikasi. Secara lebih rinci, tujuan program adalah: (1) memberikan pelatihan tematik mengenai strategi pembelajaran berbasis *Green Chemistry* dan kearifan lokal, (2) mendampingi guru dalam menyusun dan mengimplementasikan perangkat ajar kontekstual berupa RPP, LKPD, dan praktikum sederhana, serta (3) menghasilkan buku kompilasi perangkat ajar MGMP sebagai rujukan berkelanjutan. Kontribusi program ini terbagi dua. Secara akademis, program memperkaya literatur pendidikan kimia dengan menghadirkan model pembelajaran inovatif yang berbasis riset, kontekstual, dan berorientasi keberlanjutan. Secara praktis, program berkontribusi langsung pada pencapaian SDGs Goal 4 melalui peningkatan kualitas pendidikan sains di sekolah, serta SDGs Goal 12 melalui penanaman nilai konsumsi dan produksi bertanggung jawab sejak dulu. Indikator keberhasilan meliputi: peningkatan pemahaman guru $\geq 80\%$ berdasarkan *pre-post test*, tersusunnya minimal 25 perangkat ajar inovatif, serta publikasi buku kompilasi perangkat ajar MGMP. Dengan demikian, program ini tidak hanya menanggapi persoalan lokal, tetapi juga memberikan kontribusi nyata terhadap transformasi pendidikan kimia berkelanjutan di Indonesia yang selaras dengan agenda global.

METODE PELAKSANAAN

Tahapan Kegiatan

Metode pengabdian yang digunakan dalam program ini adalah pendekatan partisipatif-kolaboratif dengan model *Participatory Action Research (PAR)*. Model ini dipilih karena menempatkan guru MGMP Kimia Lombok Tengah tidak hanya sebagai penerima manfaat, tetapi juga sebagai mitra aktif (*co-developer*) yang terlibat penuh dalam seluruh rangkaian kegiatan.

Secara garis besar, kegiatan terdiri atas empat tahapan utama yang saling terhubung seperti terlihat pada Gambar 1.

1. Sosialisasi program dan pemetaan kebutuhan

Kegiatan dimulai dengan sosialisasi kepada seluruh anggota MGMP Kimia Lombok Tengah. Sosialisasi bertujuan menyampaikan maksud, tujuan, dan manfaat program secara menyeluruh, termasuk ruang lingkup kegiatan, jadwal pelaksanaan, dan peran masing-masing pihak. Selain itu, kegiatan ini

juga menjadi momen penting untuk membangun komitmen bersama, meningkatkan kesadaran akan pentingnya pembelajaran kontekstual, serta menyepakati bentuk keterlibatan aktif dari mitra.

2. Pelatihan intensif

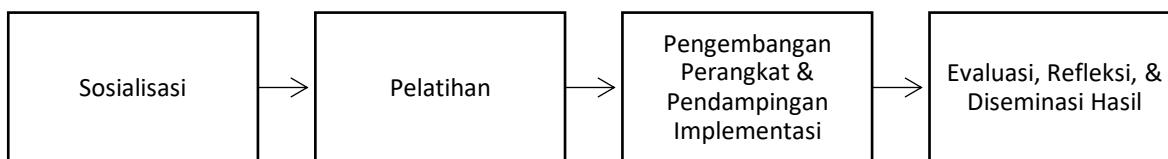
Guru diberikan pelatihan tematik mengenai strategi pembelajaran berbasis *Green Chemistry* dan kearifan lokal. Pelatihan dilakukan dalam bentuk *workshop*, simulasi pembelajaran, dan diskusi kelompok, sehingga guru mendapatkan pengalaman praktis dalam merancang kegiatan pembelajaran yang kontekstual.

3. Pengembangan perangkat ajar dan pendampingan implementasi

Pada tahap ini, guru menyusun perangkat ajar berupa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), serta kegiatan praktikum sederhana berbasis bahan lokal. Tim pengabdian memberikan pendampingan intensif baik pada saat penyusunan maupun implementasi di kelas.

4. Evaluasi, refleksi, dan diseminasi hasil

Tahap terakhir meliputi evaluasi efektivitas perangkat ajar melalui observasi kelas, refleksi bersama guru, serta pengumpulan data dari siswa. Selain itu, diadakan unjuk hasil di mana seluruh guru mempresentasikan produk ajarnya. Produk yang terkumpul selanjutnya disusun dalam bentuk buku kompilasi perangkat ajar MGMP, yang kemudian didistribusikan untuk dimanfaatkan oleh komunitas guru lebih luas.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Keempat tahap ini saling terhubung dan membentuk sebuah siklus belajar berkelanjutan. Dengan desain seperti ini, guru tidak hanya mendapatkan materi pelatihan, tetapi juga melalui pengalaman nyata dalam mengembangkan, mengimplementasikan, mengevaluasi, dan menyebarkan inovasi pembelajaran.

Mitra Sasaran

Komunitas sasaran dalam kegiatan ini adalah guru-guru Kimia yang tergabung dalam MGMP Kimia Kabupaten Lombok Tengah, dengan jumlah peserta inti sebanyak 25 orang yang berasal dari berbagai SMA negeri dan swasta. Komunitas ini dipilih karena memiliki posisi strategis sebagai forum profesional yang dapat menyebarluaskan inovasi pembelajaran kepada sekolah-sekolah anggota. Peran mitra dalam kegiatan tidak hanya sebagai peserta, tetapi juga sebagai pengembang bersama perangkat ajar, penguji lapangan, sekaligus agen diseminasi praktik baik ke sekolah lain. Kontribusi mitra sangat dominan dalam tahap pengembangan perangkat ajar, karena mereka ikut menyusun, mengimplementasikan, dan merevisi perangkat berdasarkan konteks sekolah masing-masing. Dengan keterlibatan

multipihak tersebut, program tidak hanya bersifat *top-down*, tetapi menjadi gerakan kolaboratif yang berorientasi pada kebutuhan nyata guru dan sekolah.

Dengan peran tersebut, mitra tidak hanya menjadi peserta, tetapi berfungsi sebagai *co-developer* dalam setiap tahap program, sebagaimana prinsip utama dalam pendekatan *Participatory Action Research (PAR)* yang menempatkan mitra sebagai subjek aktif pemberdayaan.

Ilmu Pengetahuan dan Teknologi yang Diterapkan

Ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek) yang ditransfer dalam program ini mencakup konsep, metode, dan perangkat ajar berbasis *Green Chemistry* dan kearifan lokal. Dari sisi konsep, guru diperkenalkan pada 12 prinsip *Green Chemistry* yang relevan untuk pendidikan, seperti pencegahan limbah, penggunaan bahan terbarukan, dan desain reaksi yang lebih aman (Anastas & Eghbali, 2010). Dari sisi metode, guru dilatih mengintegrasikan potensi kearifan lokal—misalnya proses fermentasi, pemanfaatan abu dapur, serta pengolahan bahan herbal—ke dalam pembelajaran kimia yang sesuai kurikulum. Transfer teknologi dilakukan melalui penggunaan buku ajar berbasis riset tim pengusul sebagai sumber belajar utama, pengembangan perangkat ajar inovatif berupa RPP, LKPD, dan praktikum sederhana berbasis kontekstual, serta pendampingan implementasi perangkat ajar di kelas. Iptek yang ditransfer tidak hanya berupa konten, tetapi juga metode penyampaian pembelajaran aktif, berbasis proyek, dan berorientasi masalah. Dengan demikian, guru tidak hanya menerima pengetahuan, tetapi juga keterampilan praktis dalam merancang pembelajaran berkelanjutan. Transfer Iptek ini diharapkan mampu menjawab masalah rendahnya kompetensi guru dan keterbatasan perangkat ajar kontekstual, serta mendorong terbentuknya budaya inovasi di MGMP Kimia Lombok Tengah.

Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data dalam program pengabdian ini adalah:

1. Lembar Pre-test dan Post-test

Instrumen ini digunakan untuk mengukur peningkatan pemahaman guru terhadap konsep *Green Chemistry* dan integrasi kearifan lokal dalam pembelajaran. Soal terdiri dari 20 butir pilihan ganda yang menilai penguasaan konsep dasar, serta 2 soal uraian untuk mengukur kemampuan analisis.

2. Rubrik Validasi Perangkat Ajar

Rubrik ini digunakan untuk menilai kelayakan perangkat ajar (RPP, LKPD, media ajar) yang dikembangkan guru. Aspek yang dinilai meliputi kelayakan isi, kebahasaan, strategi pembelajaran, keterpaduan dengan prinsip *Green Chemistry*, dan desain tampilan. Validasi dilakukan oleh dua validator ahli, dan hasilnya dianalisis dalam bentuk persentase kelayakan.

3. Lembar Observasi Kelas

Instrumen ini digunakan untuk mengukur keterlaksanaan perangkat ajar saat diimplementasikan di kelas. Aspek observasi meliputi aktivitas guru, partisipasi siswa, keterpaduan materi dengan kearifan lokal, dan efektivitas strategi pembelajaran. Observasi dilakukan oleh tim pengabdian selama uji coba perangkat ajar.

4. Kuesioner Siswa

Instrumen ini digunakan untuk mengukur respon siswa terhadap pembelajaran berbasis *Green Chemistry* dan kearifan lokal. Kuesioner disusun dengan skala

Likert 1–5 dan mencakup aspek motivasi belajar, kebermaknaan pembelajaran, kesadaran lingkungan, keterlibatan aktif, serta kepuasan belajar.

Indikator Keberhasilan

Indikator keberhasilan dalam program pengabdian ini dirumuskan secara terukur untuk menilai sejauh mana tujuan kegiatan tercapai. Indikator keberhasilan program meliputi::

1. Minimal 80% guru mengalami peningkatan pemahaman.
2. Perangkat ajar divalidasi dengan skor rata-rata minimal 85%.
3. Minimal 85% guru memperoleh kategori baik hingga sangat baik dalam keterlaksanaan pembelajaran di kelas.
4. Minimal 80% respon siswa berada pada kategori positif hingga sangat positif.

Teknik Analisis Data

1. Analisis N-Gain

Digunakan untuk mengukur peningkatan pemahaman guru berdasarkan hasil pre-test dan post-test, sehingga terlihat efektivitas pelatihan.

Rumus N-Gain adalah:

$$g = \frac{Skor\ posttest - Skor\ pretest}{Skor\ maksimal - Skor\ pretest}$$

Kriteria interpretasi N-Gain:

- $g < 0,3$ = Rendah
- $0,3 \leq g \leq 0,7$ = Sedang
- $g > 0,7$ = Tinggi

2. Analisis Persentase

Secara umum, analisis ini digunakan untuk validasi perangkat ajar, observasi keterlaksanaan pembelajaran, dan respon siswa. Skor dihitung dalam bentuk persentase, lalu dikategorikan. Rumus yang digunakan:

$$Persentase = \frac{Skor\ yang\ diperoleh}{Skor\ maksimal} \times 100\%$$

Kriteria:

- 81–100% = Sangat Layak
- 61–80% = Layak
- 41–60% = Cukup Layak
- 21–40% = Kurang Layak
- $\leq 20\%$ = Tidak Layak

3. Analisis Deskriptif Kualitatif

Catatan refleksi guru, masukan siswa, dan hasil diskusi dianalisis secara kualitatif melalui proses reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Analisis ini melengkapi data kuantitatif dengan menggali informasi yang lebih mendalam tentang pengalaman guru dan persepsi siswa.

HASIL DAN DISKUSI

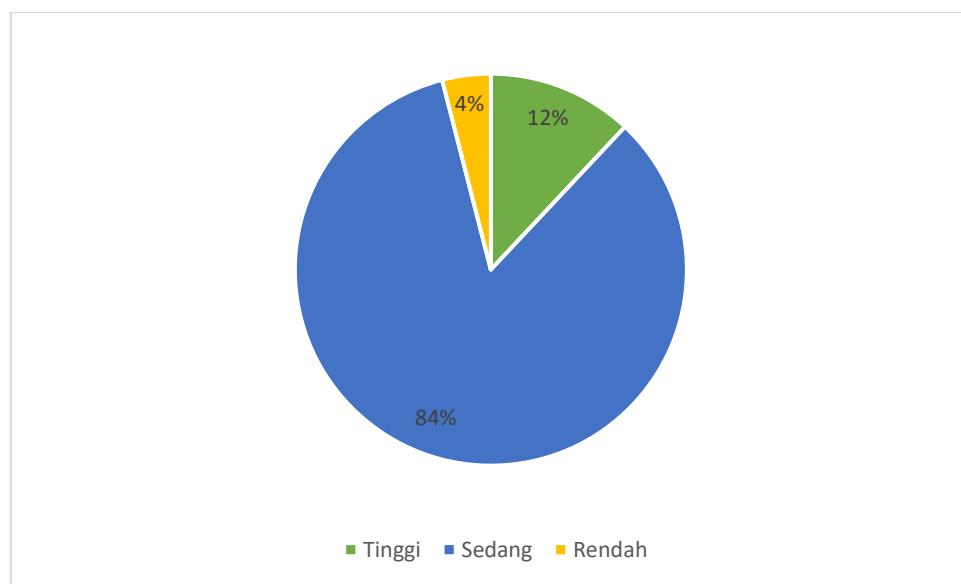
Peningkatan Pemahaman Guru terhadap *Green Chemistry* dan Kearifan Lokal

Hasil analisis instrumen *pre-test* dan *post-test* terhadap 25 guru MGMP Kimia Kabupaten Lombok Tengah menunjukkan adanya peningkatan pemahaman yang signifikan mengenai konsep *Green Chemistry* dan integrasi kearifan lokal. Tabel 1 menunjukkan nilai rata-rata *pre-test* guru adalah 27,9, sedangkan nilai rata-rata *post-test* meningkat menjadi 43,5 dari skor maksimal 50. Untuk mengetahui efektivitas pelatihan secara lebih rinci, hasil analisis peningkatan pemahaman guru melalui *pre-test* dan *post-test* dihitung menggunakan rumus N-Gain. Perhitungan menggunakan rumus N-Gain menghasilkan rata-rata 0,66, yang berada pada kategori sedang.

Tabel 1. Hasil Analisis Data *pre-test* dan *post-test*

Kriteria	Nilai <i>pre-test</i>	Nilai <i>post-test</i>	N-gain
Terendah	24	35	0.29
Tertinggi	32	48	0.74
Rata-rata	27,9	43,5	0,66

Nilai N-Gain kemudian dikategorikan ke dalam tiga tingkatan, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Distribusi kategori N-Gain guru MGMP Kimia Kabupaten Lombok Tengah disajikan pada Gambar 2. Distribusi N-Gain menunjukkan bahwa sebanyak 21 guru (84%) berada pada kategori sedang, 3 guru (12%) mencapai kategori tinggi, dan hanya 1 guru (4%) yang berada pada kategori rendah. Hasil ini mengindikasikan bahwa sebagian besar guru mengalami peningkatan pemahaman yang konsisten setelah mengikuti pelatihan dan pendampingan, dengan sebagian kecil guru bahkan menunjukkan capaian peningkatan yang sangat tinggi. Sementara itu, satu guru yang berada pada kategori rendah kemungkinan dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti keterbatasan literasi awal atau kendala dalam mengikuti proses pelatihan secara penuh.



Gambar 2. Distribusi Peningkatan Pemahaman Guru

Peningkatan pemahaman guru terhadap *Green Chemistry* dan kearifan lokal merupakan bagian integral dari transformasi metode pembelajaran kimia yang sejalan dengan prinsip *Education for Sustainable Development (ESD)*. Pendekatan

ini tidak hanya menekankan penguasaan konsep secara algoritmik, tetapi juga mengarahkan pembelajaran ke ranah kognitif tingkat tinggi melalui integrasi pendekatan interdisipliner dan kontekstual. Integrasi *Green Chemistry* dalam kurikulum telah terbukti mendorong literasi sains, keterampilan berpikir sistem, dan kesadaran ekologis siswa (Aubrecht et al., 2019; Burmeister et al., 2012; Chen et al., 2020). Dalam konteks pelatihan guru, pencapaian N-Gain yang signifikan mencerminkan keberhasilan strategi pelatihan yang menggabungkan prinsip *problem-based learning* (PBL), di mana guru tidak hanya menerima materi secara pasif tetapi secara aktif terlibat dalam merancang solusi kontekstual berbasis lokal. Dengan demikian, penyediaan pelatihan dan sumber daya yang mendukung implementasi prinsip *Green Chemistry* tidak hanya meningkatkan kepercayaan diri guru, tetapi juga membentuk pola pikir pedagogis yang reflektif dan adaptif terhadap tantangan keberlanjutan (Jusniar, 2023; Karpudewan et al., 2011, 2016).

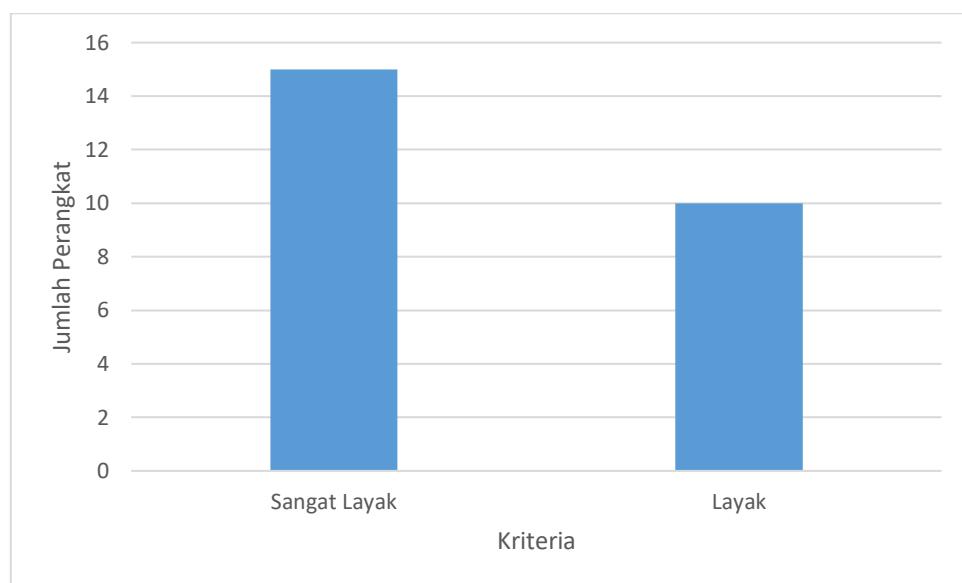
Dalam konteks kearifan lokal, integrasi elemen budaya dan pengetahuan tradisional ke dalam materi kimia telah terbukti secara signifikan dapat meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan pengetahuan kimia lokal, atau etnokimia, dalam pengajaran menyediakan jembatan antara konsep-konsep ilmiah dengan nilai-nilai budaya yang melekat pada kehidupan sehari-hari, sehingga pembelajaran menjadi lebih relevan dan kontekstual (Rahmawati et al., 2017; Sutrisno et al., 2020). Inisiatif seperti pengembangan bahan ajar berbasis kearifan lokal, misalnya melalui penyusunan modul atau e-worksheet yang mengangkat kearifan lokal, telah terbukti dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan keterampilan komunikasi di kalangan siswa, sekaligus memberikan dorongan terhadap identitas budaya dan motivasi belajar (Fadli & Irwanto, 2020; Salsabila & Rohaeti, 2024). Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep kimia, tetapi juga menyiapkan guru untuk mengintegrasikan nilai-nilai budaya yang autentik ke dalam proses pembelajaran, menciptakan lingkungan belajar yang inklusif dan berkelanjutan (Rahmawati et al., 2017).

Melalui integrasi kedua pendekatan tersebut, yaitu *Green Chemistry* dan kearifan lokal, guru diharapkan dapat mengembangkan metode pengajaran yang inovatif dan kontekstual, sehingga mampu meningkatkan kualitas pendidikan kimia secara keseluruhan. Kombinasi strategi ini menuntut adanya pelatihan yang komprehensif dan dukungan institusional untuk memastikan bahwa para guru dapat menerapkan prinsip-prinsip keberlanjutan dan nilai-nilai budaya dalam setiap aspek pengajaran. Pendekatan yang bersinergi antara *Green Chemistry* dan etnokimia tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual, tetapi juga memupuk sikap dan nilai-nilai pro-lingkungan serta penghargaan terhadap warisan budaya lokal (Rahmawati et al., 2017; Sutrisno et al., 2020). Dengan demikian, penyelenggaraan program peningkatan kapasitas guru yang mengintegrasikan kedua konsep ini merupakan langkah strategis untuk mendukung transformasi sistem pendidikan kimia yang lebih adaptif dan responsif terhadap tantangan abad ke-21 (Jusniar, 2023; Salsabila & Rohaeti, 2024).

Pengembangan Perangkat Ajar Kontekstual

Hasil validasi perangkat ajar yang dikembangkan oleh 25 guru mitra menunjukkan bahwa kualitas perangkat ajar secara umum berada pada kategori sangat layak. Rata-rata skor validasi dari dua orang validator adalah 64,5 dari skor maksimal 75 atau setara dengan 86,0%. Data pada Gambar 3 menunjukkan sebanyak 15 perangkat ajar (60%) memperoleh kategori sangat layak, sedangkan 10 perangkat ajar (40%) berada pada kategori layak. Tidak ada perangkat ajar yang

masuk kategori kurang layak maupun tidak layak, sehingga semua produk dapat diimplementasikan di sekolah dengan sedikit atau tanpa revisi besar. Perangkat ajar dengan kategori sangat layak umumnya menampilkan keterpaduan konsep *Green Chemistry* dengan kearifan lokal secara eksplisit, penggunaan bahasa yang jelas, serta strategi pembelajaran aktif yang sesuai dengan karakteristik siswa SMA. Sementara itu, perangkat dengan kategori layak masih mendapat catatan perbaikan, terutama pada aspek keterpaduan prinsip *Green Chemistry* dan kebahasaan. Temuan ini wajar, karena sebagian guru masih dalam tahap awal beradaptasi dengan paradigma pembelajaran berkelanjutan dan integrasi kearifan lokal.



Gambar 3. Hasil Validasi Perangkat Ajar Guru

Setiap perangkat ajar yang dikembangkan mencakup tujuan pembelajaran berorientasi pada literasi sains dan kesadaran lingkungan, strategi pembelajaran aktif, serta aktivitas siswa berbasis kontekstual. Topik-topik kimia abstrak dikaitkan dengan fenomena lokal, misalnya reaksi redoks dengan proses fermentasi tuak manis, konsep asam–basa dengan penggunaan abu dapur tradisional, serta senyawa organik dengan pemanfaatan tanaman herbal. Antusiasme guru dalam menambahkan ilustrasi lokal dan contoh kasus dari lingkungan sekitar menunjukkan bahwa keterlibatan mereka sebagai *co-developer* menghasilkan perangkat ajar yang lebih relevan, tidak hanya bagi siswa tetapi juga bagi budaya belajar di sekolah. Dengan demikian, perangkat ajar ini menjadi instrumen nyata bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran berbasis riset dan keberlanjutan.

Secara teoretis, perangkat ajar yang berorientasi pada literasi sains dan kesadaran lingkungan perlu mengintegrasikan konten ilmiah dengan konteks sosial dan budaya lokal. penerapan *systems thinking* dalam pendidikan kimia mampu memperlihatkan keterkaitan antara konsep kimia dengan isu keberlanjutan, sehingga siswa dapat memahami urgensi praktik ramah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari (Aubrecht et al., 2019). Strategi pembelajaran aktif seperti *problem-based learning* (PBL) dan *inquiry-based learning* juga terbukti efektif mendorong konstruksi pengetahuan melalui eksplorasi dan refleksi kritis atas fenomena nyata (Sudarmin et al., 2019; Verawati et al., 2023). Misalnya, saat mempelajari reaksi redoks melalui fermentasi tuak manis, siswa tidak hanya memahami aspek ilmiah oksidasi–reduksi tetapi juga menghargai nilai budaya yang melatarinya. Demikian pula, penggunaan

abu dapur untuk mempelajari konsep asam–basa memungkinkan siswa menghubungkan teori kimia dengan praktik tradisional yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari.

Lebih jauh, pendekatan berbasis kearifan lokal juga memungkinkan penggabungan aspek interdisipliner. Kajian tentang tanaman herbal dalam pembelajaran senyawa organik, misalnya, dapat mengaitkan aspek kesehatan, ekologi, dan budaya lokal secara terpadu. Hal ini sejalan penelitian yang menegaskan pentingnya pembelajaran interdisipliner dalam membekali generasi muda menghadapi tantangan global keberlanjutan (Gawlik-Kobylińska et al., 2020). Dengan cara ini, siswa tidak hanya menyerap materi secara pasif, tetapi juga belajar menghubungkan teori dengan praktik, sekaligus mengembangkan keterampilan analitis dan argumentasi ilmiah.

Selain itu, perangkat ajar yang menekankan literasi sains dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam menafsirkan data lingkungan dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari (Wissinger et al., 2021). Hasil program pengabdian ini konsisten dengan temuan tersebut: pembelajaran yang berfokus pada pemecahan masalah berbasis konteks lokal terbukti menumbuhkan kesadaran lingkungan sekaligus memperkuat pemahaman ilmiah. Oleh karena itu, integrasi strategi pembelajaran aktif, pemanfaatan sumber daya lokal, dan orientasi pada literasi sains menjadi landasan penting untuk membangun kompetensi ilmiah sekaligus karakter peduli lingkungan pada siswa SMA.

Implementasi di Kelas dan Respon Siswa

Hasil observasi kelas menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran berbasis *Green Chemistry* dan kearifan lokal oleh guru mitra tergolong sangat baik. Rata-rata skor keseluruhan mencapai 85,7%, dengan 14 guru (56%) berada pada kategori sangat baik dan 11 guru (44%) pada kategori baik. Tidak ada guru yang memperoleh kategori cukup atau kurang, sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh guru mampu mengimplementasikan perangkat ajar sesuai dengan tujuan program. Guru yang memperoleh kategori sangat baik umumnya menunjukkan penguasaan langkah pembelajaran, mampu memfasilitasi diskusi kelompok secara aktif, serta mengintegrasikan contoh kontekstual berbasis kearifan lokal dengan jelas. Aktivitas siswa selama pembelajaran juga terlihat tinggi, baik dalam bentuk partisipasi diskusi, keberanian bertanya, maupun keterlibatan dalam eksperimen sederhana. Sebaliknya, guru yang berada pada kategori baik cenderung masih menghadapi tantangan dalam mengelola waktu, terutama pada sesi refleksi dan diskusi akhir, serta perlu memperkuat penekanan pada keterkaitan pembelajaran dengan prinsip keberlanjutan.

Sejalan dengan hasil observasi, kuesioner yang diisi oleh 376 siswa menunjukkan bahwa respon mereka terhadap pembelajaran berbasis *Green Chemistry* dan kearifan lokal sangat positif (Tabel 2). Rata-rata skor keseluruhan mencapai 4,31 dari 5 atau 86,2%, termasuk kategori sangat positif. Sebagian besar butir pernyataan (70%) memperoleh penilaian sangat positif, terutama pada aspek penggunaan bahan lokal yang aman (90%), kebermaknaan pembelajaran (88%), serta kesadaran lingkungan (88%). Sebanyak 30% butir pernyataan berada pada kategori positif, khususnya terkait keaktifan siswa dalam diskusi dan keberanian bertanya. Tidak ada pernyataan yang masuk kategori netral maupun negatif, yang berarti pendekatan pembelajaran ini diterima dengan baik oleh hampir seluruh siswa. Temuan ini mengindikasikan bahwa perangkat ajar yang dikembangkan guru

efektif dalam meningkatkan motivasi belajar, memperkuat pemahaman konsep, dan menanamkan kesadaran keberlanjutan pada siswa.

Tabel 2. Respon Siswa Terhadap Pembelajaran

No	Pernyataan	Rata-rata Skor	Percentase (%)	Kategori
1	Pembelajaran lebih mudah dipahami dengan perangkat ajar berbasis kearifan lokal	4,4	88,0%	Sangat Positif
2	Contoh lokal (abu dapur, fermentasi, tanaman herbal) membantu memahami konsep kimia	4,3	86,0%	Sangat Positif
3	Saya lebih termotivasi belajar kimia karena materi dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari	4,2	84,0%	Positif
4	Saya lebih aktif dalam bertanya, berdiskusi, dan bekerja sama	4,1	82,0%	Positif
5	Eksperimen menggunakan bahan lokal aman dan ramah lingkungan	4,5	90,0%	Sangat Positif
6	Saya menjadi lebih sadar pentingnya menjaga lingkungan melalui pembelajaran kimia	4,4	88,0%	Sangat Positif
7	Perangkat ajar membuat pelajaran lebih menarik	4,3	86,0%	Sangat Positif
8	Saya lebih percaya diri memahami konsep kimia setelah pembelajaran ini	4,2	84,0%	Positif
9	Saya lebih suka pembelajaran yang mengaitkan kimia dengan budaya/praktik lokal	4,3	86,0%	Sangat Positif
10	Secara keseluruhan, pembelajaran ini lebih bermanfaat dibanding metode konvensional	4,4	88,0%	Sangat Positif

Penelitian sebelumnya memperkuat temuan ini. Sebuah studi melaporkan bahwa 95% siswa menyatakan sangat tertarik dan menginginkan lebih banyak integrasi nilai budaya serta materi yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Mutiah et al., 2024). Integrasi kearifan lokal terbukti meningkatkan rasa percaya diri dan antusiasme siswa, terutama ketika topik abstrak seperti asam–basa dijelaskan melalui praktik lokal, misalnya penggunaan abu dapur. Persepsi positif siswa terhadap pembelajaran berbasis konteks lokal juga ditemukan dalam penelitian lain, yang menunjukkan bahwa materi dirasakan lebih relevan dan mudah dipahami (Pamenang, 2021). Hal ini diperkuat dengan temuan bahwa integrasi unsur-unsur lokal dalam pembelajaran kimia mampu meningkatkan motivasi dan sikap siswa terhadap pelajaran, sekaligus menumbuhkan rasa ingin tahu yang tinggi (Khery et al., 2020).

Lebih lanjut, penggunaan eksperimen sederhana berbasis bahan ramah lingkungan memberi peluang bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan praktik sekaligus kemampuan berpikir kritis. Aktivitas berbasis konteks terbukti dapat meningkatkan motivasi belajar dan sikap positif siswa terhadap kimia secara signifikan (Ulusoy & Önen, 2014). Dengan pendekatan ini, interaksi kelas menjadi lebih dinamis, dominasi guru berkurang, dan siswa lebih aktif dalam mengonstruksi pengetahuan. Temuan tersebut sejalan dengan tujuan program pengabdian, yaitu menciptakan lingkungan belajar yang inklusif dan menempatkan siswa sebagai agen aktif dalam menghubungkan teori dengan praktik.

Dengan demikian, implementasi perangkat ajar berbasis *Green Chemistry* dan kearifan lokal tidak hanya efektif dalam menyampaikan materi kimia secara konseptual, tetapi juga memberdayakan siswa untuk belajar secara autentik melalui konteks budaya mereka sendiri. Strategi ini terbukti mendukung pengembangan literasi sains, menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, serta membangun karakter

siswa sebagai individu yang peduli lingkungan, kritis, dan kreatif dalam menghadapi persoalan keberlanjutan masa kini.

Diseminasi Hasil dan Dampak Berkelanjutan

Tahap akhir program pengabdian ditandai dengan kegiatan unjuk hasil yang dihadiri oleh semua guru MGMP Kimia Kabupaten Lombok Tengah. Dalam kegiatan ini, guru mempresentasikan perangkat ajar kontekstual yang telah mereka kembangkan dan implementasikan. Dampak jangka pendek yang terukur adalah meningkatnya kepercayaan diri guru dalam mempresentasikan karya mereka dan komitmen untuk menggunakan perangkat tersebut secara rutin di kelas. Dampak jangka menengah terlihat dari antusiasme sekolah lain yang bukan peserta untuk mengadopsi perangkat ini. Bahkan, beberapa guru menyatakan kesiapannya untuk menjadi fasilitator pelatihan di luar program. Secara umum, hasil evaluasi akhir menunjukkan bahwa 100% target luaran tercapai sesuai indikator, yang meliputi peningkatan kompetensi guru, pengembangan perangkat ajar, implementasi di kelas, serta diseminasi hasil dalam bentuk buku dan forum kolaboratif.

Secara keseluruhan, hasil program pengabdian ini memberikan kontribusi nyata terhadap pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*). Peningkatan pemahaman guru dan pengembangan perangkat ajar kontekstual yang berorientasi pada literasi sains mendukung SDG 4: Pendidikan Berkualitas, khususnya pada target 4.7, yaitu memastikan bahwa semua peserta didik memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mempromosikan pembangunan berkelanjutan. Sementara itu, integrasi prinsip *Green Chemistry* ke dalam perangkat ajar dan praktik kelas memperkuat kontribusi pada SDG 12: Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab, karena pembelajaran yang dilakukan menanamkan kesadaran akan praktik ramah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari.

Namun demikian, implementasi program ini juga menghadapi sejumlah tantangan. Pertama, keterbatasan sumber daya literatur dan bahan ajar berbahasa Indonesia yang secara spesifik membahas *Green Chemistry* berbasis konteks lokal, sehingga guru masih memerlukan pendampingan dalam menyesuaikan materi. Kedua, terdapat variasi kesiapan guru dalam mengintegrasikan inovasi pembelajaran; sebagian guru masih terbiasa dengan pendekatan konvensional sehingga adaptasi memerlukan waktu lebih panjang. Ketiga, keterbatasan fasilitas praktikum di sekolah-sekolah mitra menjadi kendala dalam melakukan eksperimen yang lebih kompleks, meskipun hal ini diatasi dengan penggunaan bahan sederhana berbasis lokal. Keempat, dukungan kebijakan dan birokrasi pendidikan juga masih diperlukan agar hasil pengabdian dapat diperluas ke sekolah lain secara lebih sistematis.

Tantangan-tantangan tersebut sejalan dengan temuan yang menyoroti hambatan implementasi *Education for Sustainable Development (ESD)*, khususnya terkait keterbatasan infrastruktur, kesiapan tenaga pendidik, dan dukungan kebijakan. Dengan demikian, meskipun program ini telah mencapai hasil yang sangat positif, diperlukan strategi lanjutan berupa penguatan kapasitas guru, penyediaan sumber belajar yang lebih memadai, serta advokasi kebijakan agar inovasi pembelajaran berbasis *Green Chemistry* dan kearifan lokal dapat terus berlanjut dan memberikan dampak yang lebih luas.

KESIMPULAN

Program pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan bersama MGMP Kimia Lombok Tengah telah berhasil mencapai seluruh target yang ditetapkan. Peningkatan kompetensi guru terlihat dari pergeseran pemahaman mereka terhadap prinsip *Green Chemistry* dan kemampuan mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam pembelajaran kimia. Perangkat ajar kontekstual yang dihasilkan tidak hanya memenuhi standar akademik, tetapi juga relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa sehingga berdampak pada meningkatnya keterlibatan mereka di kelas. Diseminasi hasil melalui seminar, penerbitan buku kompilasi perangkat ajar, serta pembentukan forum komunikasi daring menegaskan adanya keberlanjutan dari program ini, di mana guru tidak hanya menjadi penerima manfaat, melainkan juga aktor penting dalam menyebarluaskan inovasi. Evaluasi keseluruhan menunjukkan bahwa metode partisipatif-kolaboratif yang diterapkan efektif menjawab masalah rendahnya kapasitas guru sekaligus mendukung tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan, khususnya SDG 4 tentang pendidikan berkualitas dan SDG 12 tentang konsumsi serta produksi yang bertanggung jawab. Temuan ini memperlihatkan bahwa integrasi riset perguruan tinggi dengan praktik pendidikan lapangan dapat menjadi solusi nyata untuk meningkatkan mutu pembelajaran, memperkuat peran komunitas profesional, serta menumbuhkan budaya inovasi yang berakar pada potensi lokal.

REKOMENDASI

Berdasarkan capaian dan evaluasi program, ada beberapa rekomendasi yang dapat dijadikan acuan untuk keberlanjutan kegiatan pengabdian serupa di masa depan. Pertama, perlu dilakukan pelatihan lanjutan dengan fokus yang lebih spesifik, misalnya pengembangan asesmen autentik berbasis *Green Chemistry* atau eksperimen laboratorium ramah lingkungan, agar guru semakin terampil mengintegrasikan nilai keberlanjutan ke dalam pembelajaran. Kedua, perangkat ajar yang telah dihasilkan sebaiknya didigitalisasi dalam bentuk modul interaktif atau platform daring sehingga lebih mudah diakses dan diperbarui sesuai kebutuhan. Ketiga, perluasan skala program ke MGMP mata pelajaran lain, seperti Biologi atau Fisika, sangat dianjurkan karena pendekatan kontekstual berbasis kearifan lokal berpotensi diterapkan secara lintas disiplin ilmu. Keempat, kerja sama dengan pemerintah daerah dan lembaga pendidikan tinggi perlu terus diperkuat agar dukungan kebijakan, pendanaan, dan fasilitasi program dapat lebih optimal.

Hambatan yang perlu diperhatikan ke depan adalah keterbatasan waktu dalam implementasi di kelas, variasi kesiapan guru yang masih tinggi, serta keterbatasan fasilitas laboratorium di sekolah-sekolah tertentu. Selain itu, akses digital yang belum merata dapat mengurangi efektivitas forum daring sebagai wadah diseminasi dan kolaborasi guru. Jika tidak diantisipasi, hambatan-hambatan ini berpotensi memperlambat replikasi inovasi ke daerah lain. Oleh karena itu, strategi penguatan berupa pengembangan eksperimen *low-cost*, penyediaan literatur pendukung dalam bahasa Indonesia, serta pendampingan berkelanjutan menjadi hal yang sangat penting untuk memastikan bahwa praktik baik ini tidak hanya berhenti pada satu siklus pengabdian, melainkan dapat berkembang menjadi gerakan berkelanjutan yang berdampak luas.

ACKNOWLEDGMENT

Kami mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemendiktisaintek) Republik Indonesia melalui Direktorat

Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat – Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan yang telah memberikan dukungan pendanaan sehingga program pengabdian kepada masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik pada tahun 2025. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada MGMP Kimia Kabupaten Lombok Tengah sebagai mitra aktif dalam pelaksanaan kegiatan, serta kepada Dinas Pendidikan Kabupaten Lombok Tengah, kepala sekolah, guru peserta, dan mahasiswa pendamping yang telah berkontribusi besar dalam mendukung kelancaran program ini. Dukungan dan kerja sama semua pihak menjadikan kegiatan pengabdian ini tidak hanya mencapai target luaran, tetapi juga memberikan manfaat nyata bagi peningkatan kualitas pembelajaran kimia berbasis kearifan lokal dan prinsip keberlanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anastas, P. T., & Eghbali, N. (2010). Green Chemistry: Principles and Practice. *Chemical Society Reviews*, 39(1), 301–312. <https://doi.org/10.1039/b918763b>
- Aubrecht, K. B., Bourgeois, M., Brush, E., MacKellar, J., & Wissinger, J. E. (2019). Integrating Green Chemistry in the Curriculum: Building Student Skills in Systems Thinking, Safety, and Sustainability. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2872–2880. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00354>
- Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education for Sustainable Development (ESD) and Chemistry Education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 59–68. <https://doi.org/10.1039/c1rp90060a>
- Chen, M., Jeronen, E., & Wang, A. (2020). What Lies Behind Teaching and Learning Green Chemistry to Promote Sustainability Education? A Literature Review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 17, Issue 21). <https://doi.org/10.3390/ijerph17217876>
- Eilks, I., & Linkwitz, M. (2022). Greening the chemistry curriculum as a contribution to education for sustainable development: When and how to start? *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 37, 100662. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2022.100662>
- Etzkorn, F. A., & Ferguson, J. L. (2023). Integrating Green Chemistry into Chemistry Education. *Angewandte Chemie International Edition*, 62(2), e202209768. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/anie.202209768>
- Fadli, A., & Irwanto, I. (2020). The Effect of Local Wisdom-Based ELSII Learning Model on the Problem Solving and Communication Skills of Pre-Service Islamic Teachers. *International Journal of Instruction*, 13(1), 731–746. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13147a>
- Gawlik-Kobylińska, M., Walkowiak, W., & Maciejewski, P. (2020). Improvement of a Sustainable World Through the Application of Innovative Didactic Tools in Green Chemistry Teaching: A Review. *Journal of Chemical Education*, 97(4), 916–924. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b01038>
- Jusniar, J. (2023). Teacher's and Student's Perceptions of Green Chemistry and Its Principles in Chemistry Learning in High Schools. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 9(10), 7924–7934. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.4756>
- Karpudewan, M., Ismail, Z., & Mohamed, N. (2011). Greening a Chemistry Teaching Methods Course at the School of Educational Studies, Universiti Sains Malaysia. *Journal of Education for Sustainable Development*, 5(2), 197–214. <https://doi.org/10.1177/097340821100500210>
- Karpudewan, M., Roth, W. M., & Sinniah, D. (2016). The Role of Green Chemistry Activities in Fostering Secondary School Students' Understanding of Acid–

- base Concepts and Argumentation Skills. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 893–901. <https://doi.org/10.1039/c6rp00079g>
- Khery, Y., Indah, D. R., Aini, M., & Nufida, B. A. (2020). Urgensi Pengembangan Pembelajaran Kimia Berbasis Kearifan Lokal Dan Kepariwisataan Untuk Menumbuhkan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Kependidikan Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan Pengajaran Dan Pembelajaran*, 6(3), 460. <https://doi.org/10.33394/jk.v6i3.2718>
- Mutiah, M., Andayani, Y., Siahaan, J., Supriadi, S., & Haris, M. (2024). Implementation of Integrated Problem-Based Learning Model With Ethno Chemistry Sasambo to Improve Chemistry Iteration. *Jurnal Pijar Mipa*, 19(3), 396–400. <https://doi.org/10.29303/jpm.v19i3.6537>
- Pamenang, F. D. N. (2021). Local Wisdom in Learning as an Effort to Increase Cultural Knowledge: Students' Perception as Prospective Teachers. *International Journal of Indonesian Education and Teaching*, 5(1), 93–101. <https://doi.org/10.24071/ijiet.v5i1.3050>
- Rahmawati, Y., Ridwan, A., & --, N. (2017). Should We Learn Culture in Chemistry Classroom? *Integration Ethnochemistry in Culturally Responsive Teaching*. 1868, 30009. <https://doi.org/10.1063/1.4995108>
- Salsabila, E., & Rohaeti, E. (2024). Inquiry-Based E-Worksheet With Local Wisdom of Brebes Central Java for High School Students' Understanding of Reaction Rates. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 7(2), 69–78. <https://doi.org/10.23887/jPKI.v7i2.69256>
- Sánchez Morales, R., Sáenz-López, P., & de las Heras Perez, M. A. (2024). Green Chemistry and Its Impact on the Transition towards Sustainable Chemistry: A Systematic Review. In *Sustainability* (Vol. 16, Issue 15). <https://doi.org/10.3390/su16156526>
- Sudarmin, S., Zahro, L., Pujiastuti, S. E., Asyhar, R., Zaenuri, Z., & Rosita, A. (2019). The development of PBL-based worksheets integrated with green chemistry and ethnoscience to improve students' thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 492–499. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i4.17546>
- Sutrisno, H., Wahyudiati, D., & Louise, I. S. Y. (2020). Ethnochemistry in the Chemistry Curriculum in Higher Education: Exploring Chemistry Learning Resources in Sasak Local Wisdom. *Universal Journal of Educational Research*, 8(12A), 7833–7842. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.082572>
- Ulusoy, F. M., & Önen, A. S. (2014). A Research on the Generative Learning Model Supported by Context-Based Learning. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 10(6). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1215a>
- Verawati, N. N. S. P., Rokhmat, J., Zuhdi, M., 'Ardhuha, J., & Taufik, M. (2023). Implementasi Perangkat Pembelajaran Model Inquiry-Creative Terintegrasi Etnosains Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Calon Guru. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(3), 1900–1909. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i3.1158>
- Wissinger, J. E., Visa, A., Saha, B., Matlin, S. A., Mahaffy, P. G., Kümmeler, K., & Cornell, S. (2021). Integrating Sustainability Into Learning in Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 98(4), 1061–1063. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00284>