Darma Diksani: Jurnal Pengabdian Ilmu Pendidikan, Sosial, dan Humaniora
http://journal.unram.ac.id/index.php/darmadiksani
Vol. 6, No. 4, Desember 2026, Hal. 55-66
e-ISSN: 2798-6799 | p-ISSN: 2798-6918

PEMBERDAYAAN GURU KIMIA MELALUI *LESSON STUDY FOR LEARNING COMMUNITY* DALAM PENGUATAN PRAKTIKUM *GREEN CHEMISTRY* SKALA KECIL BERBASIS KEMARITIMAN

Nancy Willian[1*], Fitriah Khoirunnisa[2], Muhamad Al Rasyid[3], Harry Andheska[4]
[1]Prodi Kimia, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, Indonesia
[2,3]Prodi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, Indonesia
[4]Prodi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, Indonesia
*E-mail: nancywillian@umrah.ac.id

ABSTRAK

Keterbatasan fasilitas laboratorium, penggunaan bahan kimia dalam jumlah relatif besar, pengolahan limbah serta belum optimalnya pemanfaatan potensi lingkungan lokal merupakan tantangan dalam pelaksanaan praktikum kimia di sekolah pada wilayah kepulauan, khususnya kabupaten Lingga Kepulauan Riau. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru dalam merancang dan mengimplementasikan praktikum Kimia Hijau skala kecil (*small scale*) berbasis kemaritiman melalui pendekatan *Lesson Study For Learning Community* (LSLC). Program ini dilaksanakan pada kelompok Guru Mata Pelajaran Kimia di SMAN1 Kabupaten Lingga dengan melibatkan 29 peserta. Pendekatan program mengintegrasikan penguatan konsep *Green Chemistry* dan *small scale chemistry*, penggunaan *portable experiment kit*, perancang kolaboratif, serta siklus *Plan-Do-See*. Produk pembelajaran dikembangkan terdiri dari lima praktikum kelas X-XI antara lain indikator alami bunga telang, kromatografi pigmen tumbuhan pesisir, densitas dan kepolaran dalam sistem air-minyak, simulasi pengasaman laut dan elektroplating skala kecil. Evaluasi kognitif menggunakan 12 butir pertanyaan yang dikelompokkan menjadi 4 indikator. Hasil menunjukkan rerata skor *post-test* menunjukakn rerata skor 93,97% dengan standar deviasi 1,07, kemudian median 12. Persentase jawaban benar pada Kimia Hijau, *small-scale chemistry*, keterampilan praktikum dan LSLC berturut - turut sebesar 96,55 %, 90,80%, 91,95 % dan 96,55 %. Hasil ini menunjukkan bahwa penguasaan pascakegiatan yang kuat pada aspek konseptual dan reflektif dengan penguatan pada aspek proseduran *small scale* dan keterampilan praktikum. Kebaharuan pada kegiatan ini adalah integrasi LSLC sebagai mekanisme pembelajaran professional. Model ini dapat menjadi alternatif pembelajaran khususnya di sekolah wilayah kepulauan yang memiliki keterbatasan fasilitas laboratorium.

Kata Kunci: Kimia Hijau; Kimia Skala Kecil; *Lesson Study For Learning Community*; Pemberdayaan Guru Kimia; Pendidikan Kemaritiman.

ABSTRACT

Limited laboratory facilities, the use of relatively large quantities of chemicals, waste management issues, and the suboptimal utilization of local environmental resources pose challenges for conducting Chemistry practicums in schools within archipelagic regions, specifically in Lingga regency, Riau Islands. This community service initiative aims to enhance teachers' competence in designing and implementing maritime-themed, small-scale green chemistry practicals using the Lesson Study for Learning Community (LSLC) approach. The program engaged 29 Chemistry teachers from SMAN 1 (senior high school) Lingga regency. The program's approach integrated concepts of eco-friendly and small-scale chemistry, the use of portable experiment kits, collaborative design, and the "Plan-Do-See" cycle. The educational materials developed comprised five practical activities for Grades X and XI, covering topics such as butterfly pea flower natural indicators, coastal plant pigment chromatography, density and polarity in water-oil systems, ocean acidification simulation, and small-scale electroplating. Cognitive evaluation was conducted using 12 questions categorized into four indicators. Results showed an average post-test score of 93.97% (standard deviation: 1.07) and a median score of 12. The percentages of correct answers for green chemistry, small-scale chemistry, practical skills, and LSLC were 96.55%, 90.80%, 91.95%, and 96.55%, respectively. This study indicate strong post-activity mastery in conceptual and reflective aspects, alongside reinforced proficiency in small-scale procedures and practical skills. The novelty of this program lies in the integration of LSLC as a mechanism for professional learning. This model can serve as an alternative approach to teaching and learning, particularly in scholls in island regions limited laboratory facilities.

Keywords: *Chemistry Teacher Empowerment; Green Chemistry; Lesson Study for Learning Community; Maritime Education; Small-scale Chemistry.*

Article History:	
Diterima	: 18-09-2026
Disetujui	: 03-11-2026
Diterbitkan *Online*	: 15-12-2026

PENDAHULUAN

1. Analisis Situasi

Praktikum memiliki posisi strategis dalam pembelajaran kimia karena memungkinkan peserta didik menghubungkan konsep, representasi, bukti empiris dan praktik ilmiah melalui pengalaman langsung. Laboratorium bukan sekedar ruang untuk membuktikan teori tetapi lingkungan belajar tempat peserta didik mengembangkan keterampilan observasi, pengukuran, interpretasi data, argumentasi, keselamatan kerja serta pemecahan masalah. Berdasarkan hasil penelitian Hofstein dan Lunetta (2004) menegaskan bahwa pengalaman laboratorium yang dirancang secara tepat dapat mendukung pembelajaran konseptual dan keterampilan sains, tetapi efektivitasnya sangat bergantung pada tujuan pedagogis, desain tugas, serta peran guru dalam memfasilitasi proses berpikir peserta didik. Kolaborasi antara pengalaman langsung, *experimental learning* (pembelajaran eksperimental) dapat memberdayakan guru untuk mengintegrasikan *green chemistry* (Kimia Hijau) ke dalam pembelajaran (Widyantoro et al., 2025). Permasalahan yang sering dialami sekolah adalah keterbatasan alat, bahan, biaya, waktu persiapan, laboratorium yang layak, prosedur keselamatan dan pengolahan limbah (Petra et al., 2025). Hambatan ini juga dirasakan oleh wilayah kepulauan karena distribusi bahan kimia dan peralatan tidak selalu mudah dan biaya logostik yang lebih besar karena akses antar pulau yang juga menjadi kendala.

Pendekatan *small scale chemistry* (kimia skala kecil) menawarkan alternatif teknis untuk mempertahankan pengalaman eksperimental dengan penggunaan

bahan dan peralatan yang lebih efisien. *Microscale chemistry* (kimia skala mikro) atau *small scale* (skala kecil) dan *green chemistry* merupakan dua pedagogi yang saling melengkapi. Pengurangan skala menjadi *small*, akan secara nyata mengurangi jumlah bahan kimia yang digunakan dan juga mengurangi limbah yang dihasilkan. Selain itu meningkatkan keamanan, serta memungkinkan menggunakan peralatan yang lebih efisien dan sederhana. Namun, reduksi volume tidak boleh diperlakukan sebagai satu-satunya indikator kehijauan. Hasil studi Duarte et al. (2017) menunjukkan bahwa penilaian *green chemistry* perlu mempertimbangkan bahaya bahan, jumlah limbah, energi, dan keseluruhan rancangan proses. Dengan demikian, eksperimen skala kecil belum tentu otomatis lebih hijau apabila masih menggunakan bahan berbahaya tanpa pengelolaan yang memadai. Perspektif ini penting agar praktik Kimia Hijau di sekolah tidak direduksi menjadi sekadar menggunakan sedikit bahan atau menggunakan bahan alami.

Dalam konteks pendidikan menengah, Haritsma dan Prodjosantoso (2025) menjelaskan bahwa prinsip *Green chemistry*, yaitu dalam konsep 12 prinsip, dapat diintegrasikan ke dalam praktikum kimia skala kecil untuk siswa SMA. Temuan Hidayah et al. (2022) menunjukkan bahwa *small scale chemistry* dapat mengurangi kebutuhan bahan kimia dan memungkinkan modifikasi peralatan sehingga praktikum dapat dilakukan tidak bergantung pada ruangan laboratorium konvensional. Guru melihat pentingnya *green chemistry* dan *local wisdom* (kearifan lokal), tetapi masih menghadapi keterbatasan sumber daya, waktu, dan material yang sesuai (Haritsma & Prodjosantoso, 2025). Selain itu, penerapan ini dapat memperkuat pedagogik guru, terutama ketika guru perlu menyesuaikan alat, prosedur, jumlah bahan, limbah dan waktu pelaksanaan. Studi Hidayah (2023) menunjukkan bahwa perancangan aktivitas laboratorium berbasis *small-scale chemistry* dapat memperkuat *pedagogical content knowledge* (pengetahuan konten pedagogis) guru, terutama ketika guru perlu menyesuaikan alat, prosedur, jumlah bahan, limbah, dan waktu pelaksanaan. Temuan tersebut memperkuat argumen bahwa *small-scale chemistry* bukan hanya strategi teknis, tetapi juga menuntut keputusan pedagogis yang lebih cermat. Lebih lanjut, implementasi *green chemistry* di pendidikan menengah menghadapi *curriculum misalignment* (ketidakselarasan kurikulum), *limited teacher training* (kegiatan pelatihan guru yang terbatas), dan keterbatasan eksperimen yang tervalidasi (Suiirbay, 2025).

Penerapan *green chemistry* pada pendidikan sekolah menengah juga bergantung pada kesiapan guru. Kajian oleh Karpudewan dan Kulandaisamy (2018) melaporkan bahwa 70 guru sekolah menengah menilai eksperimen *Green chemistry* relevan dengan kurikulum, aman, *feasible* (memenuhi kelayakan), dan mampu mengatasi tantangan praktikum konvensional. Temuan Karpudewan et al. (2016) bahkan menunjukkan bahwa aktivitas *green chemistry* dapat membantu pembelajaran asam basa dan sekaligus keterampilan argumentasi peserta didik. Selain itu, Cannon et al. (2023) mengemukakan integrasi *green chemistry* dalam pembelajaran juga diperjelas oleh melalui program pengembangan profesional bagi 244 guru sekolah di New York (Anggraeni et.al., 2024).

Kebutuhan pengembangan kompetensi tersebut tidak selalu dapat dipenuhi melalui pelatihan satu arah, guru memerlukan strategi seperti merancang, mencoba, mengobservasi dan merefleksikan praktik pembelajaran secara kolegial. Dalam konteks ini *Lesson Study for Learning Community* (LSLC) menawarkan mekanisme yang dapat dikolaborasikan dengan *small scale* praktikum di sekolah (Fox & Poultney, 2020). Model LSLC telah lama diperkenalkan dalam pembelajaran kolaboratif. Pengembangan *Lesson Study* di Indonesia telah didokumentasikan sejak program peningkatan pendidikan matematika dan sains melalui kerja sama sekolah–universitas, yang menekankan perencanaan dan pembelajaran kolaboratif. Saito dan Sato (2012) menjelaskan LSLC sebagai reformasi sekolah sistemik yang melibatkan observasi bersama dan refleksi yang berfokus pada kualitas belajar peserta didik dan bagaimana LSLC dapat menjadi instrumen reformasi sekolah melalui pembelajaran kolaboratif, sedangkan Saito dan Atencio

(2015) memberikan landasan konseptual mengenai LSLC sebagai praktik profesional yang menekankan hak belajar dan komunitas (Nahlik et al., 2022).

Praktikum di sekolah dengan konsep di atas dapat mengatasi persoalan keselamatan, pengembangan profesional, pembelajaran kimia pada wilayah kepulauan, sumber daya maritim yang dijadikan sebagai bahan praktikum serta kekuatan pengajaran yang berkelanjutan. Banyak program pengabdian yang berfokus pada transfer materi dan demonstrasi eksperimen, tetapi keberlanjutan sangat bergantung pada kesempatan guru untuk memodifikasi kegiatan sesuai fasilitas dan karakter peserta didik. Oleh karena itu, kegiatan ini mengintegrasikan LSLC, *small scale chemistry*, *green chemistry* dan kemaritiman dalam desain pemberdayaan guru wilayah kepulauan. *Local wisdom* dapat menjadi sumber belajar kimia dan menghubungkan konsep abstrak dengan pengalaman nyata peserta didik (Wahyudiati & Qurniati, 2023).

Kebaharuan kegiatan ini terletak pada klaim bahwa LSLC dan integrasi *small scale chemistry* merupakan pendekatan baru dengan mengintegrasikan keempat unsur, yaitu *plan, do, see* dan refleksi. LSLC ditempatkan sebagai *co-design* dan refleksi profesional, *small scale chemistry* sebagai strategi teknis untuk mengurangi sumber daya dan *green chemistry* sebagai konsep keselamatan di laboratorim, keberlanjutan dan pengelolaan limbah (Sánchez Morales et al., 2024). Kegiatan ini bertujuan untuk: (1) memperkuat penguasaan guru terhadap *green chemistry* dan *small scale chemistry*; (2) mengembangkan perangkat praktikum Kimia Hijau skala kecil berbasis kemaritiman; (3) memperkuat keterampilan guru dalan implementasikan dan merefleksikan praktikum melalui LSLC; serta (4) merumuskan model pemberdayaan yang dapat direplikasikan oleh sekolah kepulauan yang minim fasilitas laboratoium.

2. Permasalahan Mitra dan Solusi yang Ditawarkan

Permasalahan utama mitra SMA 1 Lingga adalah perlunya penguatan kemampuan guru dalam merancang praktikum kimia yang aman, hemat bahan, minim limbah, dan keterbatasan fasilitas laboratorium. Hal ini juga rata rata dihadapi oleh guru lain di SMA sekitar Lingga, Kepulauan Riau. Berdasarkan wawancara awal dengan mitra perlunya penguatan dan pengembangan profesionalisme guru yang lebih kolaboratif dan reflektif sehingga inovasi praktikum tidak berhenti pada pelatihan satu arah saja. Selain itu berdasarkan observasi dan wawancara mitra terlihat belum optimalnya pemanfaatan karakteristik kemaritiman dan wilayah pesisir dalam pembelajaran kimia.

Solusi yang ditawarkan adalah pengembangan praktikum Kimia Hijau skala kecil berbasis kemaritiman melalui topik air laut, kepolaran minyak dan air, pengasaman air laut, elektrolit, korosi dan bahan alam lokal. Intervensi ini ditargetkan akan menghasilkan modul dan perangkat praktikum yang kontekstual berupa kit praktikum kemaritiman, yang mudah diterapkan serta dikembangkan secara mandiri oleh guru setelah kegiatan pengabdian selesai.

METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

1. Waktu, Lokasi, dan Peserta Kegiatan

Kegiatan ini dilaksanakan di kabupaten Lingga Kepulauan Riau. Tepatnya di ruangan labor SMA 1 Lingga. Jumlah responden 29 yang berasal dari guru MGMP Kimia dan dilaksanakan pada bulan Juli 2026. Produk utama kegiatan ini adalah modul praktikum Kimia Hijau skala kecil berbasis kemaritiman untuk pembelajaran Kimia SMA beserta *kit eksperiment*. Modul memuat pratikum kelas X-XI. Setiap aktivitas dirancang dengan struktur pembelajaran, dasar teori singkat, alat dan bahan, prosedur, tabel pengamaan, pertanyaan dan diskusi, refleksi *green chemistry*, penetapan *green chemistry*, *small scale* dan keterkaitan dengan kemaritiman.



Gambar 1. Peta Jarak Kampus menuju Lokasi Kegiatan PKM/Mitra SMA 1 Kabupaten Lingga Kepulauan Riau.

Gambar 1 menunjukkan petunjuk arah perjalanan kampus menuju kawasan Batam, Kepulauan Riau, dengan jarak sekitar 252 km dan estimasi waktu tempuh 7 jam 29 menit. Rute tercepat ditandai dengan garis biru dan melibatkan penyeberangan menggunakan feri.

2. Instrumen Evaluasi Kegiatan

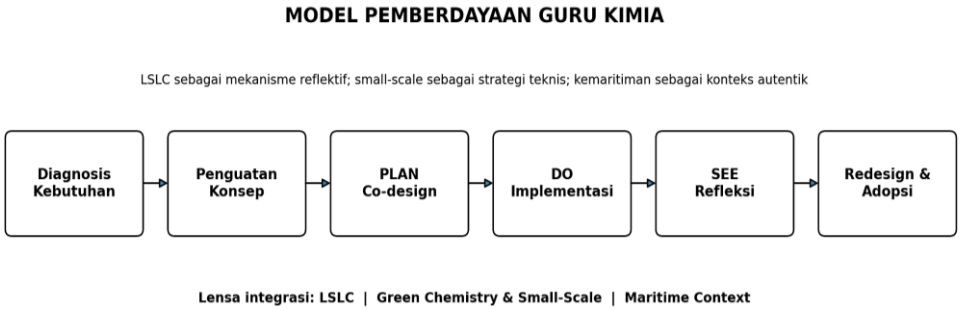
Evaluasi kognitif pasca kegiatan menggunakan 12 butir soal dengan skor maksimum 12. Butir dikelompokkan menjadi empat indikator, masing-masing terdiri atas tiga soal: (1) Kimia Hijau, butir 1–3; (2) *Small scale*, butir 4–6; (3) Keterampilan Praktikum, butir 7–9; dan (4) *Lesson Study*, butir 10–12. Analisis dilakukan secara deskriptif menggunakan frekuensi jawaban benar dan salah, persentase ketepatan, rerata, median, rentang, dan simpangan baku skor. Persentase penguasaan keseluruhan dihitung dari jumlah jawaban benar dibagi total peluang jawaban benar (29 responden × 12 butir). Berdasarkan distribusi skor yang terdokumentasi, frekuensi skor 8, 9, 10, 11, dan 12 masing-masing adalah 1, 1, 4, 6, dan 17 responden; distribusi ini menghasilkan rerata 11,28 dan simpangan baku sampel 1,07.

Selain evaluasi kognitif, disiapkan lembar observasi LSLC dengan skala 1–4 yang memuat sepuluh aspek: pembukaan pembelajaran, penyampaian prosedur praktikum, organisasi kelompok, fasilitasi keterlibatan siswa, penerapan prinsip Kimia Hijau, pertanyaan pemantik, pendampingan selama praktikum, pengelolaan waktu, pengelolaan kelas dan keselamatan, serta refleksi dan penutup. Skor 4 menunjukkan indikator terlaksana secara konsisten dan efektif, sedangkan skor 1 menunjukkan indikator belum terlaksana atau sangat terbatas.

3. Tahapan Kegiatan

Kegiatan pemberdayaan kepada MGMP guru Kimia se-kabupaten Lingga dilakukan dengan memperhatikan setiap tahapan sebagaimana tampak pada Gambar 2 di bawah ini. Tahapan kegiatan dirancang dalam enam langkah. Pertama, diagnosis kebutuhan diarahkan pada identifikasi hambatan praktikum, kebutuhan keselamatan, keterbatasan alat dan bahan, serta relevansi konteks lokal. Kedua, penguatan konsep mencakup prinsip *green chemistry, small-scale chemistry*, keselamatan laboratorium, reduksi bahan, pencegahan limbah, serta penggunaan konteks kemaritiman. Ketiga, peserta mempelajari struktur modul dan *portable experiment kit* (kit eksperimen portabel) yang menyatukan peralatan dan bahan praktikum dalam satu paket yang mudah dibawa dan digunakan. Keempat, pada tahap *Plan*, guru mendiskusikan tujuan pembelajaran, konsep kimia, prosedur, penggunaan bahan, potensi bahaya, serta fokus observasi. Kelima, tahap *Do* diarahkan pada pelaksanaan atau simulasi praktikum serta pengamatan aktivitas belajar. Keenam, tahap *See* digunakan untuk merefleksikan

keterlaksanaan, keselamatan, kejelasan instruksi, keteramatan fenomena, penggunaan bahan, dan peluang redesain.



Gambar 2. Model Integratif Pemberdayaan Guru: *LSLC–Small-Scale Green Chemistry–Maritime Context*.

Berdasarkan Gambar 2, model pemberdayaan guru Kimia melalui diagnosis kebutuhan guru maritim dalam pembelajaran Kimia. Memastikan konsep yang akan ditetapkan dengan integrasi *small scale*, merencanakan desain yang akan diterapkan sampai pada refleksi yang selanjutnya akan didesain kembali. Model ini dirancang untuk meningkatkan kompetensi dan profesionalisme guru Kimia melalui proses kolaboratif dan reflektif yang berkelanjutan. Pelaksanaannya mengintegrasikan tiga aspek utama, yaitu *Lesson Study for Learning Community* sebagai mekanisme kolaborasi dan refleksi guru, *small-scale* sebagai strategi teknis dalam pembelajaran kimia, serta konteks kemaritiman sebagai sumber pembelajaran kontekstual yang relevan dengan kehidupan peserta didik. Melalui tahapan tersebut, guru diharapkan mampu merancang, melaksanakan, mengevaluasi, dan menyempurnakan pembelajaran kimia yang inovatif, kontekstual, serta berorientasi pada prinsip *green chemistry*.

HASIL KEGIATAN DAN PEMBAHASAN

1. Produk Praktikum dan Integrasi kemaritiman

Kegiatan ini menghasilkan paket pembelajaran yang menggabungkan modul dan perangkat praktikum. Nilai penting produk ini bukan hanya pada aspek kit praktikum portabel, tetapi perubahan logika praktikum dari eksperimen yang bergantung pada laboratorium lengkap menuju eksperimen yang tetap menunjukkan fenomena kimia penting dengan volume lebih kecil (*small scale*), mudah didapatkan, resiko lebih kecil, limbah terkendali dan konteks yang lebih dekat dengan kehidupan peserta didik. Pendekatan ini sejalan dengan temuan Hidayah et al. (2022) bahwa *small-scale chemistry* dapat memperluas peluang praktikum melalui modifikasi alat dan pengurangan kebutuhan bahan, serta temuan Hidayah (2023) yang menunjukkan bahwa guru perlu mengembangkan keputusan pedagogis ketika merancang aktivitas laboratorium skala kecil. Lima jenis model praktikum yang dikembangkan membahas konsep asam basa, pemisahan pelarut, kepolaran, lingkungan laut dan elektrokimia. Praktikum “Bunga Telang Berubah Warna” menggunakan ekstrak bunga telang sebagai indikator alami untuk mengenali sifat asam–basa. Praktikum “Mengungkap Rahasia Warna Tumbuhan” menggunakan kromatografi kertas pada pigmen tumbuhan, termasuk daun mangrove dan bunga telang. Praktikum “Mengapa Air Laut dan Minyak Tidak Bercampur” menghubungkan densitas, kepolaran, dan ketidakcampuran dengan fenomena tumpahan minyak di laut. Pada kelas XI, praktikum “Ketika Laut Menjadi Lebih Asam” menggunakan air laut dan indikator alami untuk mensimulasikan perubahan keasaman dan netralisasi, sedangkan “Dari Ion Menjadi Lapisan Logam” menggunakan elektroplating skala kecil untuk membahas redoks, elektrolisis, ion logam, dan perlindungan permukaan.

Tabel 1. Struktur Produk Praktikum Kimia Hijau Skala Kecil (*small scale Green Chemsitry*) Berbasis Kemaritiman.

Kelas	Praktikum	Konsep utama	Konteks kemaritiman	Fokus *green chemistry*
X	Bunga Telang Berubah Warna?	Asam–basa; indikator alami	Bahan hayati lokal/pesisir sebagai sumber indikator	Reduksi limbah; bahan lebih aman; bahan baku terbarukan; keselamatan
X	Mengungkap Rahasia Warna Tumbuhan	Kromatografi kertas; pigmen	Pigmen daun mangrove dan tumbuhan pesisir	Pelarut minimal; sumber hayati lokal; observasi langsung; keselamatan
X	Mengapa Air Laut dan Minyak Tidak Bercampur?	Densitas; polaritas; campuran	Tumpahan minyak dan perilaku minyak di perairan	Bahan rumah tangga; skala kecil; limbah minimal
XI	Ketika Laut Menjadi Lebih Asam	pH; asam–basa; netralisasi	Pengasaman laut dan kualitas ekosistem pesisir	Air sebagai pelarut; bahan relatif aman; skala kecil
XI	Dari Ion Menjadi Lapisan Logam	Redoks; elektrolisis; elektroplating	Korosi/pelapisan logam pada lingkungan maritim	Reduksi volume $CuSO_4$; efisiensi; limbah logam dikumpulkan terpisah

Tabel 1 menunjukkan bahwa gambaran praktikum berbasis kemaritiman dengan memanfaatkan bahan dari wilayah pesisir. Konteks kemaritiman berfungsi sebagai jembatan antara konsepnkimia dengan fenomena lokal, dimana tmbuhan pesisir sebagai sumber bahan pigmen, tumpahan minyak menunjukkan kepolaran dan densitas, pengasaman laut untuk asam basa serta pelapisan dan konsep korosi logam untuk topik elektrokimia. Prinsip ini menjelaskan bahwa konsep *place-based science education* yang merupakan konsep sumber belajar yang bermakna (Semken et al., 2017) . Kajian lain juga dijelaskan oleh (Freitas et al., 2026) memperlihatkan bahwa pendidikan laut yang berbasis tempat dapat memperkuat hubungan antara pengetahuan, pengalaman, komunitas dan lingkungan lokal. Pengasaman laut merupakan contoh sangat kuat karena mnghubungkan konsep pH dengan masalah lingkungan yang nyata. Integrasi *environmental science, resource management, green/ sustainable environment* dalam pendidikan maritim (Purba & Simanjuntak, 2024) serta *maritime chemistry* merupakan konteks pembelajaran yang valid (Nafillah et al., 2024).



Gambar 3. Kiri Atas: Produk Panduan Praktikum *Small Scale*; **Kanan Atas:** Kit Praktikum Portabel; **Bawah:** Foto Bersama Narasumber dan Guru-guru Kimia MGPM Kimia Kabupaten Lingga.

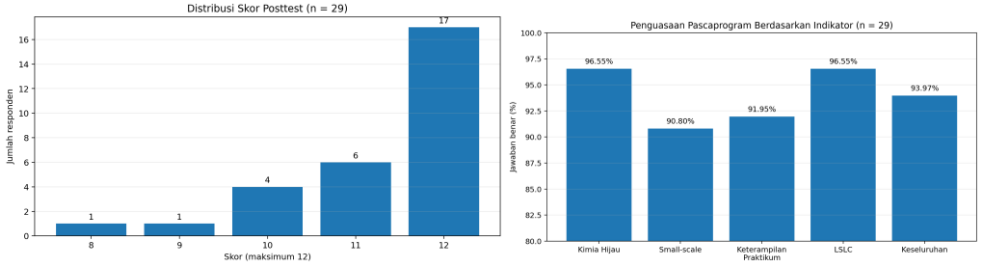
2. Evaluasi Pasca Pemberdayaan Pasca Kegiatan

Dalam pelaksanaan kegiatan, untuk menjamin pemberdayaan agar dapat terlaksana dengan baik, maka diperlukan evaluasi agar kegaitan ini tetap berkelanjutan.

Tabel 2. Hasil *Post-test* Berdasarkan Indikator (n = 29).

Indikator	Butir	Benar/total	Jawaban benar (%)	Jawaban salah (%)
Kimia Hijau	1–3	84/87	96,55	3,45
Small scale	4–6	79/87	90,80	9,20
Keterampilan Praktikum	7–9	80/87	91,95	8,05
Lesson Study	10–12	84/87	96,55	3,45
Keseluruhan	1–12	327/348	93,97	6,03

Sebagaimana tampak pada Tabel 2, evaluasi menunjukkan performa keseluruhan yang cukup tinggi yaitu sekitar 93,97 %. Rerata sor 11,28 dari 12 skor maksimal. Secara subtanstif data memperlihatkan bahwa semua peserta yang mengikuti rangkain kegiatan, mampu menjawab sebagian besar butir yang berkaitan dengan konsep *green chemistry*, *small scale* chemistry, LSLC keterampilam praktikum, dan konsep LSLC.



(1) (2)

Gambar 3. (1) Persentase Jawaban Benar Berdasarkan Indikator Evaluasi dan (2) Distribusi Skor *Post-test* Peserta.

Berdasarkan Gambar 3 pada tingkat indikator, penguasaan tertinggi terdapat pada Kimia Hijau dan *Lesson Study*, masing-masing 96,55%. *Small scale* memperoleh 90,80%, sedangkan Keterampilan Praktikum 91,95%. Berdasarkan data di atas terlihat bahwa pemahaman guru terhadap konsep *Green chemistry* lebih tinggi dibandingkan prosedur praktikum yang dicobakan. Pemahaman guru terhadap indikator Kimia Hijau, jawaban benar untuk butir 1, 2, dan 3 masing-masing mencapai 96,55%, 93,10%, dan 100%. Hasil ini mengindikasikan penguasaan yang konsisten terhadap konsep yang diuji pada domain tersebut. Temuan ini relevan dengan penelitian Cannon et al. (2023), yang menunjukkan bahwa program pengembangan profesional berbasis *green chemistry* dapat memberi guru sumber daya untuk mengganti eksperimen tradisional dengan alternatif yang lebih aman. (Idul & Walag, 2024) menekankan bahwa guru sekolah menengah membutuhkan penguatan pengetahuan dan pedagogi agar dapat mengintegrasikan *green chemistry* secara efektif melalui *small scale* (Singh et al., 1999). Capaian pasca kegiatan yang tinggi dalam kegiatan ini merupakan modal awal yang baik, tetapi keberhasilan jangka panjang tetap harus diukur melalui adopsi praktik di kelas. Pada indikator *Small scale*, butir 4, 5, dan 6 memperoleh ketepatan 96,55%, 86,21%, dan 89,66%. Dua nilai terakhir lebih rendah dibandingkan indikator Kimia Hijau. Secara inferensial, hal ini sebagai sinyal bahwa aspek prosedural *small-scale* membutuhkan latihan yang lebih konkret. *Small-scale chemistry* menuntut akurasi pada volume kecil, pemilihan alat yang tepat, kemampuan mengamati fenomena yang mungkin lebih subtil, serta penyesuaian prosedur agar tetap mencapai tujuan konseptual. Hidayah et al. (2022) menunjukkan bahwa pengalaman menghitung tetesan dan memodifikasi alat menjadi bagian penting dari pembelajaran *small-scale*, sedangkan Hidayah (2023) menempatkan kemampuan tersebut dalam kerangka PCK guru.

Indikator Keterampilan Praktikum menunjukkan 93,10%, 96,55%, dan 86,21% jawaban benar pada butir 7–9. Nilai 86,21% pada butir 9 menjadi salah satu capaian item terendah bersama butir 5. Indikator *Lesson Study* memiliki pola yang paling seragam: ketiga butir masing-masing dijawab benar oleh 96,55% peserta. Hasil tersebut konsisten dengan struktur program yang secara eksplisit mengenalkan *Plan–Do–See* dan menempatkan observasi pada proses belajar. Secara konseptual, capaian ini penting karena LSLC bukan hanya siklus administratif. Saito (2012) menegaskan bahwa LSLC memerlukan perubahan perhatian guru menuju pembelajaran peserta didik melalui observasi dan refleksi bersama. Studi Saito (2022) juga menunjukkan bahwa kualitas observasi berkembang ketika guru tidak sekadar memeriksa kepatuhan terhadap prosedur, tetapi mencoba memahami apa yang dialami dan dipelajari siswa.

3. Konsep *Lesson Study for Learning Community* sebagai Pemeberdayaan Profesional Guru Kimia

Integrasi LSLC dalam kegiatan ini bertujuan untuk mengembangkan konsep profesionalisme guru dan bukan materi tambahan yang terpisah dalam praktikum. Tujuannya adalah agar guru memamahi konsep LSLC. Pada tahap *Plan*, guru perlu menegosiasikan tujuan pembelajaran, keamanan bahan dan kelayakan alat, volume reagen dan cara siswa mengamati fenomena dan relevansinya dengan konteks kemaritiman. Konsep ini menghindari guru menyalin prosedur praktikum menuju merancang pengalaman belajar siswa. Dalam konteks *Lesson Study* di Indonesia, Saito (2022) menunjukkan bahwa kolaborasi sekolah dan universitas dapat mengubah praktik pengembangan guru menjadi lebih berbasis kelas. Erna et al. (2019) juga menunjukan bahwa siklus *Plan-Do-See* pada guru Kimia dapat mengembangkan kompetensi pedagogik secara berkesinambungan.

Pada tahap *Do*, peran guru model idealnya dipahami sebagai pelaksaan rancangan bersama, sedangkan pengobservasi memusatkan perhatian pada respons perserta didik. Lembar observasi program yang telah disiapkan dengan membahas kejelasan tujuan, prosedur dan konsep keselamatan praktikum, organisasi kelompok, keterlibatan siswa penerapan Kimia Hijau, pendampingan dan pengelolaan waktu, keselamatan dan refleksi

Pada tahap *See*, pembelajaran menitikberatkan pada refleksi. Refleksi bertujuan untuk mengevaluasi keterlaksanaan desain dari sudut pandang belajar peserta didik. (Saito & Atencio, 2015) memandang LSLC sebagai praktik yang terkait dengan hak belajar dan komunitas. Pada konteks *small-scale chemistry*, refleksi juga dapat mempertanyakan apakah volume terlalu kecil untuk diamati, apakah pipet tetes digunakan konsisten, apakah instruksi limbah jelas, atau apakah bahan lokal yang dipilih benar-benar aman. Dengan demikian, LSLC menyediakan kerangka untuk melakukan redesign berbasis bukti, bukan sekadar evaluasi kepuasan setelah pelatihan.

Keterhubungan antara LSLC dan *green chemistry* juga memiliki implikasi strategis bagi keberlanjutan program (Gunbatar et al., 2024). *Green chemistry* di sekolah memerlukan adaptasi yang sangat kontekstual karena setiap sekolah memiliki fasilitas, bahan, kebijakan limbah, dan karakter peserta didik yang berbeda. Program pengembangan profesional *green chemistry* yang berhasil cenderung memberi guru kesempatan untuk mengalami eksperimen secara langsung, berdiskusi dengan sejawat, dan memperoleh sumber daya yang dapat dimodifikasi (Cannon et al., 2023; Suiirbay, 2025; Widyantoro et al., 2025). LSLC menambahkan mekanisme tindak lanjut: produk pelatihan tidak berhenti sebagai modul, tetapi diuji, diamati, direfleksikan, dan disempurnakan.

4. *Small-Scale Green Chemistry* sebagai Strategi Akses dan Keselamatan

Small scale chemistry memiliki nilai strategis karena dapat mengurangi ketergantungan pada peralatan gelas berukuran besar dan penggunaan volume reagen yang cukup banyak, bagi wilayah kepulauan. Kit portabel dalam kegiatan ini menyediakan tabung reaksi, *beaker glass*, pipet dan gelas ukur, dan alat lain

dalam ukuran kecil. Pengalaman eksperimen dapat dicapai dengan tujuan tertentu hanya dengan jumlah yang kecil dan limbah yang dapat dikelola (Cannon et al., 2023; Widyantoro et al., 2025). Dalam panduan praktikum yang dirancang, seperti indikator alami dan simulasi pengasaman, bahan rumah tangga dan ekstrak bunga talang menurunkan risiko limbah dan bahan berbahaya. Begitu juga dengan topik kromatografi, etanol digunakan dalam jumlah kecil. Pada eksperimen air-minyak, bahan rumah tangga digunakan dalam visualisasi densitas, kepolaran dan pembentukan gas.

Temuan *post-test* pada indikator *small scale* dan keterampilan praktikum lebih rendah dibandingkan indikator *green chemistry*, sehingga pada tindak lanjut program selanjutnya perlu ditambahkan sesi *micro teaching*, uji coba mandiri, kalibrasi tetesan, estimiasi pengurangan limbah dan redesain. Nahlik et al. (2022) menunjukkan bahwa pengembangan *green chemistry education* memerlukan penerjemahan prinsip ke dalam bahasa dan praktik kelas. Oleh karena itu, keberhasilan paling kuat tidak berhenti pada kemampuan peserta menjawab definisi, tetapi ketika guru mampu memodifikasi satu eksperimen nyata di sekolahnya dengan argumentasi keselamatan dan keberlanjutan yang dapat dipertanggungjawabkan.

Potensi replikasi program cukup tinggi karena desainnya bersifat modular. Sekolah tidak harus memiliki semua alat laboratorium standar untuk memulai; guru dapat memilih praktikum yang paling sesuai dengan capaian pembelajaran dan bahan yang tersedia. Namun, replikasi tidak boleh dilakukan dengan menyalin prosedur tanpa penilaian risiko. Setiap sekolah perlu melakukan inventarisasi bahan, memastikan prosedur K3, menilai cara pengelolaan limbah, dan menyesuaikan konteks kemaritiman dengan karakter wilayahnya. Pada sekolah yang tidak berada langsung di pesisir, konteks laut masih dapat digunakan sebagai isu lingkungan nasional, tetapi kekuatan *place-based* akan lebih tinggi apabila peserta didik memiliki pengalaman langsung dengan fenomena tersebut (Anwar et al., 2023).

KESIMPULAN DAN SARAN

Program pemberdayaan guru Kimia melalui *Lesson Study for Learning Community* berhasil menghasilkan kerangka pembelajaran profesional yang mengintegrasikan praktikum Kimia Hijau skala kecil ke konteks kemaritiman. Produk kegiatan ini adalah modul panduan praktikum dan kit pratikum portabel yang diserahkan ke sekolah mitra sebagai aset sekolah dan dapat digunakan dan dimodifikasi. Integrasi *green chemistry* ditunjukkan melalui pengurangan skala, pemilihan bahan yang relatif lebih aman, pencegahan limbah, efisiensi penggunaan sumber daya, dan pengelolaan khusus untuk limbah yang tetap berisiko. Evaluasi terhadap 29 responden menunjukkan penguasaan pascaprogram yang tinggi, dengan rerata skor 11,28 dari 12 atau 93,97%. Persentase jawaban benar pada indikator Kimia Hijau dan *Lesson Study* mencapai 96,55%, sedangkan *Small scale* dan Keterampilan Praktikum masing-masing 90,80% dan 91,95%. Pola tersebut menunjukkan fondasi konseptual dan reflektif yang kuat, tetapi juga mengidentifikasi kebutuhan penguatan pada aspek prosedural. Dengan menempatkan LSLC sebagai mekanisme *Plan–Do–See* dan redesain, program ini menawarkan alternatif pemberdayaan guru yang bergerak dari pelatihan satu arah menuju pengembangan praktik yang kolaboratif, kontekstual, aman, dan berkelanjutan. Model ini relevan untuk sekolah di wilayah kepulauan dan dapat direplikasi dengan penyesuaian terhadap sumber daya, karakter ekosistem lokal, serta sistem keselamatan dan pengelolaan limbah masing-masing sekolah

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana menyampaikan terima kasih kepada SMA Negeri 1 Lingga, para guru MGMP Kimia, peserta kegiatan, serta pendanaan dari LPPM Universitas Maritim Raja Ali Haji pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan skema

pemberdayaan masyarakat kepulauan, serta seluruh pihak yang mendukung pelaksanaan program.

DAFTAR PUSTAKA

Anggraeni, E. S., Putri, R. A., Tristania, A. W., Maharani, T., Wirhanuddin, W., & Rahmadani, A. (2024). Kajian literatur penerapan Kimia Hijau dan tujuan pembangunan berkelanjutan dalam pembelajaran kimia. *Arfak Chem: Chemistry Education Journal*, *7*(2), 604-616. https://doi.org/10.30862/accej.v7i2.739

Anwar, Y. A. S., Loka, I. N., Junaidi, E., Al Idrus, S. W., & Siahaan, J. (2023). Eksplorasi budaya di Lombok Timur sebagai sumber belajar Kimia. *Chemistry Education Practice*, *6*(2), 183–190. https://doi.org/10.29303/cep.v6i2.5675

Cannon, A. S., Anderson, K. R., Enright, M. C., Kleinsasser, D. G., Klotz, A. R., O'Neil, N. J., & Tucker, L. J. (2023). Green chemistry teacher professional development in New York state high schools: A model for advancing green chemistry. *Journal of Chemical Education*, *100*(6), 2224–2232. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c01173

Duarte, R. C. C., Ribeiro, M. G. T. C., & Machado, A. A. S. C. (2017). Reaction scale and green chemistry: microscale or macroscale, which is greener? *Journal of Chemical Education*, *94*(9), 1255–1264. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00056

Erna, M., Erviyenni, E., & Rasmiwetti, R. (2019). Peningkatan kompetensi pedagogik guru Kimia melalui pembinaan penerapan lesson study as learning community. *JPPM (Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat)*, 157-164. https://doi.org/10.30595/jppm.v3i1.3426

Fox, A., & Poultney, V. (2020). Teacher professional learning through lesson study: teachers' reflections. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, *9*(4), 397–412. https://doi.org/10.1108/IJLLS-03-2020-0011

Freitas, C., Hannigan, S., Bellgrove, A., Venzo, P., & Francis, P. (2026). Developing ocean literacy through a relational model: Exploring outcomes of a place-based ocean education programme in primary schools. *People and Nature*, *8*(4), 904-918. https://doi.org/10.1002/pan3.70264

Gunbatar, S. A., Kiran, B. E., Boz, Y., & Oztay, E. S. (2024). A systematic review of green and sustainable chemistry training research with pedagogical content knowledge framework: Current trends and future directions. *Chemistry Education Research and Practice*, *26*(1), 34–52. https://doi.org/10.1039/d4rp00166d

Haritsma, H., & Prodjosantoso, A. K. (2025). Need analysis of green chemistry-based practicum guidelines incorporating local wisdom on redox topic. *Indonesian Journal of Chemical Education*, *2*(1), 34-49. (2025). https://doi.org/10.21831/ijce.v2i1.87271

Hidayah, F. F., Imaduddin, M., & Yuliyanto, E. (2022). *Introducing The small-scale chemistry approach through inquiry-based laboratory activities for pre-service teachers*. *7*(1), 14–35. https://doi.org/10.30870/educhemia.v7i1.13084

Hidayah, F. F., Imaduddin, M., Yuliyanto, E., Djunaidi, M. C., & Qomariyah, S. (2023). Strengthening pedagogical content knowledge in designing laboratory activity based on small-scale chemistry practicum approach. *European Journal of Educational Research*, *12*(4), 1631-1644. https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.4.1631

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, *88*(1), 28–54. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.10106

Idul, J. J. A., & Walag, A. M. P. (2024). Integrating green chemistry and sustainability principles to a secondary science curriculum: A mixed-methods needs assessment. *Journal of Chemical Education*, *101*(7), 2765–2778. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00341

Karpudewan, M., & Kulandaisamy, Y. (2018). Malaysian teachers' insights into implementing green chemistry experiments in secondary schools. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, *13*, 113–117. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2018.06.015

Karpudewan, M., Roth, W., & 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*, 893–901. https://doi.org/10.1039/C6RP00079G

Nafillah, K., Sari, D. W., & Purwanto, P. (2024). The development of ChemicoMine, maritime chemistry comic webtoon as an edutainment media accordance to the IMO regulations. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, *8*(2), 63–74. https://doi.org/10.23887/jpki.v8i2.82417

Nahlik, P., Kempf, L., Giese, J., Kojak, E., & Daubenmire, P. L. (2022). Developing green chemistry educational principles by exploring the pedagogical content knowledge of secondary and pre-secondary school teachers. *Chemistry Education Research and Practice*, *24*(1), 283–298. https://doi.org/10.1039/d2rp00229a

Petra, H., Riana, H., Thoriq, & Arisona, D. (2025). *Implementasi dan Urgensi Integrasi Prinsip Green Chemistry dalam*. *5*(2), 232–239. https://doi.org/10.52434/jkpi.v5i2.42958

Purba, D., & Simanjuntak, M. B. (2024). Sustainable maritime education: Integrating environmental science for global competence. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, *10*(1), 310–319. https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i1.32588

Saito, E. (2012). Strategies to promote lesson study in developing countries. *International Journal of Educational Management*, *26*(6), 565–576. https://doi.org/10.1108/09513541211251398

Saito, E. (2022). Issues of practising lesson study for learning community in Vietnam. *Vietnam Journal of Education*, *6*(June Special Issue), 70-78. https://doi.org/10.52296/vje.2022.179

Saito, E., & Atencio, M. (2015). Lesson study for learning community (LSLC): conceptualising teachers' practices within a social justice perspective. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, *36*(6), 795–807. https://doi.org/10.1080/01596306.2014.968095

Saito, E., & Sato, M. (2012). Lesson study as an instrument for school reform: A case of Japanese practices. *Management in Education*, *26*(4), 181-186. https://doi.org/10.1177/0892020612445101

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. *Sustainability (Switzerland)*, *16*(15). https://doi.org/10.3390/su16156526

Semken, S., Ward, E. G., Moosavi, S., & Chinn, P. W. U. (2017). Place-based education in Geoscience: Theory, research, practice, and assessment. *Journal of Geoscience Education*, *65*(4), 542–562. https://doi.org/10.5408/17-276.1

Singh, M. M., Szafran, Z., & Pike, R. M. (1999). Microscale chemistry and green chemistry: Complementary pedagogies. *Journal of Chemical Education*, *76*(12), 1684. https://doi.org/10.1021/ed076p1684

Suiirbay, S. (2025). Green chemistry in secondary education: A systematic review of global trends, pedagogical approaches, and implementation challenges. *Research in Science & Technological Education*, 1–35. https://doi.org/10.1080/02635143.2025.2603292

Wahyudiati, D., & Qurniati, D. (2023). Ethnochemistry: Exploring the potential of Sasak and Javanese local wisdom as a source of chemistry Learning to improve the learning outcomes of pre-service teachers. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, *11*(1), 12–24. https://doi.org/10.24815/jpsi.v11i1.26790

Widyantoro, C., Han, J. Y., Ong, J. S. H., Goh, K. H., & Fung, F. M. (2025). Teaching sustainability through green chemistry: An experiential learning approach. *Journal of Chemical Education*, *102*(7), 2743–2754. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c01476