

PENINGKATKAN PEMAHAMAN GURU-GURU KIMIA DI KOTA SINGARAJA TENTANG PRINSIP-PRINSIP KIMIA HIJAU DAN PEMBUATAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK KIMIA HIJAU

I Wayan Redhana¹, I Nyoman Suardana², Ni Made Wiratini³,
Made Vivi Oviantari⁴, dan Qonita Awliya Hanif⁵

¹²³⁴⁵Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Ganesha
Email: wayan.redhana@undiksha.ac.id

ABSTRACT

Chemistry teachers in Singaraja City have a limited understanding of green chemistry principles and the development of green chemistry project-based learning tools, resulting in a lack of integration of sustainability issues in chemistry teaching. This community service activity aims to improve chemistry teachers' understanding of green chemistry principles and the development of green chemistry project-based learning tools through intensive training. The activity method includes providing green chemistry materials, training in developing teaching modules and project-based worksheets, practicums, and evaluations. The results of the activity showed a significant increase in partner teachers' understanding of green chemistry principles and the development of learning tools, with moderate to high levels of achievement, as well as active involvement in all sessions. This activity was able to assist partner teachers in integrating green chemistry principles into high school chemistry teaching. This community service contributes to supporting the implementation of the Independent Curriculum through sustainable learning.

Keywords: environmental literacy, green chemistry, Independent Curriculum, project-based learning

ABSTRAK

Pemahaman guru-guru kimia di Kota Singaraja terhadap prinsip-prinsip kimia hijau dan pembuatan perangkat pembelajaran berbasis proyek kimia hijau masih terbatas, sehingga pembelajaran kimia kurang mengintegrasikan isu keberlanjutan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) ini bertujuan meningkatkan pemahaman guru-guru kimia tentang prinsip-prinsip kimia hijau dan pembuatan perangkat pembelajaran berbasis proyek kimia hijau (PPBPKH) melalui pelatihan intensif. Metode kegiatan mencakup pembekalan materi kimia hijau, pelatihan penyusunan modul ajar dan LKPD berbasis proyek kimia hijau, praktikum, dan evaluasi. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan signifikan pemahaman guru-guru mitra tentang prinsip-prinsip kimia hijau dan pembuatan PPBPKH dengan kategori sedang hingga tinggi serta keterlibatan aktif dalam semua sesi. Kegiatan ini mampu membantu guru-guru mitra dalam mengintegrasikan prinsip-prinsip kimia hijau ke pembelajaran kimia SMA. PkM ini berkontribusi dalam mendukung implementasi Kurikulum Merdeka melalui pembelajaran yang berkelanjutan.

Kata kunci: kimia hijau, Kurikulum Merdeka, literasi lingkungan, pembelajaran berbasis proyek

PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut proses pembelajaran yang tidak hanya menekankan penguasaan konsep akademik, tetapi juga pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreatif, serta kepedulian terhadap isu-isu global, termasuk keberlanjutan lingkungan (Blatti et al., 2019). Dalam konteks ini, ilmu kimia

memiliki peran strategis karena berkaitan langsung dengan fenomena alam, proses industri, dan produk yang digunakan masyarakat sehari-hari. Namun, praktik kimia konvensional kerap menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti pencemaran air, udara, dan tanah (Anastas & Warner, 1998). Oleh karena itu, integrasi prinsip-prinsip keberlanjutan dalam

pembelajaran kimia di sekolah menjadi kebutuhan mendesak untuk membekali generasi muda dengan wawasan ilmiah sekaligus tanggung jawab ekologis.

Salah satu pendekatan yang relevan dengan kebutuhan ini adalah kimia hijau (*green chemistry*), yakni konsep ilmiah yang menekankan desain produk dan proses kimia yang mengurangi atau menghilangkan penggunaan serta pembentukan zat berbahaya bagi manusia dan lingkungan (Anastas & Eghbali, 2010). Prinsip-prinsip kimia hijau, seperti pencegahan limbah, efisiensi atom, penggunaan bahan terbarukan, serta desain produk yang aman dan mudah terurai, sangat penting untuk dikenalkan sejak jenjang pendidikan menengah. Pembelajaran kimia yang mengintegrasikan prinsip-prinsip ini akan menumbuhkan kesadaran lingkungan, mendorong keterampilan pemecahan masalah, serta membentuk karakter siswa yang peduli terhadap keberlanjutan (Karpudewan et al., 2011).

Di Indonesia, penerapan Kurikulum Merdeka memberikan peluang besar untuk mengintegrasikan kimia hijau dalam pembelajaran di SMA. Kurikulum ini mendorong pembelajaran berbasis proyek dan pendekatan kontekstual agar siswa mampu mengaitkan konsep ilmiah dengan fenomena nyata di lingkungannya (Purba, 2022). Selain itu, pembelajaran kimia hijau sejalan dengan penguatan dimensi profil lulusan, terutama dalam dimensi penalaran kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan kesehatan. Dengan demikian, pembelajaran kimia tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga menjadi sarana penanaman nilai-nilai keberlanjutan dan tanggung jawab sosial sejak dini.

Hasil diskusi dengan guru-guru mitra di empat sekolah mitra—SMA Negeri 1, 2, 3, dan 4 Singaraja (Gambar 1)—menunjukkan bahwa guru-guru mitra masih menghadapi berbagai tantangan dalam mengimplementasikan pembelajaran kimia hijau. Pertama, pemahaman guru-guru mitra terhadap prinsip-prinsip kimia hijau masih terbatas, sehingga

pembelajaran yang diberikan cenderung bersifat teoretis dan belum mengintegrasikan isu-isu keberlanjutan (Carangue et al., 2021). Kedua, pemahaman guru-guru dalam membuat PPBPKH, seperti modul ajar dan lembar kerja peserta didik (LKPD), masih minim. Ini mengakibatkan guru-guru mitra kesulitan dalam membuat PPBPKH yang sistematis dan kontekstual. Ketiga, kegiatan praktikum yang ramah lingkungan jarang dilakukan karena keterbatasan sarana serta kurangnya pelatihan untuk merancang eksperimen sederhana berbasis bahan lokal yang aman (Redhana & Merta, 2017; Redhana et al., 2021; Redhana & Suardana, 2021).



Gambar 1. Diskusi dengan guru-guru mitra:
(a) SMAN 1 Singaraja, (b) SMAN 4 Singaraja.

Di samping itu, guru-guru mitra di empat sekolah ini menyatakan belum pernah mendapatkan pembekalan materi secara terstruktur dan pelatihan intensif terkait pembelajaran kimia hijau. Kegiatan yang ada umumnya hanya berupa sosialisasi singkat tanpa pendampingan berkelanjutan, sehingga guru kesulitan menerapkan prinsip-prinsip kimia hijau dalam pembelajaran nyata di kelas. Akibatnya, siswa kurang mendapatkan pengalaman belajar yang bermakna dan relevan dengan isu lingkungan di sekitarnya, padahal Kurikulum Merdeka menuntut pembelajaran kontekstual dan berbasis proyek untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan kegiatan pelatihan dan pendampingan intensif bagi guru-guru kimia di Kota Singaraja untuk

meningkatkan pemahaman guru-guru mitra tentang prinsip-prinsip kimia hijau dan pembuatan PPBPKH. Kegiatan ini diharapkan dapat membekali guru-guru mitra tidak hanya kompetensi akademik, tetapi juga mampu menciptakan pembelajaran kimia yang inovatif, kontekstual, serta berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan di tingkat lokal maupun global.

METODE

Kegiatan PkM dilaksanakan untuk meningkatkan pemahaman guru-guru mitra di SMA Negeri 1, 2, 3, dan 4 Singaraja tentang prinsip-prinsip kimia dan pembuatan PPBPKH. Jumlah guru-guru kimia yang terlibat dalam kegiatan ini ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Peserta kegiatan PkM

Sekolah	Jumlah guru (orang)
SMAN 1 Singaraja	2
SMAN 2 Singaraja	3
SMAN 3 Singaraja	2
SMAN 4 Singaraja	2

Kegiatan PkM ini dilakukan dalam beberapa tahap. Tahapan pelaksanaan kegiatan PkM dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Persiapan dan Koordinasi

Pada tahap awal, dilakukan koordinasi dengan Dinas Pendidikan Provinsi Bali dan pihak sekolah mitra untuk menentukan jadwal, tempat, serta kebutuhan teknis pelaksanaan kegiatan PkM. Selain itu, dilakukan identifikasi awal terhadap pemahaman guru-guru mitra mengenai prinsip-prinsip kimia hijau dan pembuatan PPBPKH melalui pretes.

2. Pembekalan Materi

a. Pembekalan materi kimia hijau

Kegiatan ini bertujuan meningkatkan pemahaman guru-guru mitra mengenai prinsip-prinsip kimia hijau, urgensinya dalam pembelajaran, serta keterkaitannya dengan Kurikulum Merdeka. Materi pembekalan mencakup:

- 1) prinsip dasar kimia hijau, dan
- 2) contoh-contoh proyek kimia hijau pada topik kimia SMA.

Metode yang digunakan berupa ceramah dan diskusi interaktif, serta analisis studi kasus.

b. Pembekalan materi pembuatan PPBPKH

Kegiatan ini dilakukan dengan memberikan materi tentang:

- 1) konsep dasar pembuatan modul ajar *deep learning* berbasis proyek kimia hijau, dan
- 2) konsep dasar pembuatan LKPD berbasis proyek kimia hijau.

Metode yang digunakan berupa ceramah dan diskusi interaktif, serta analisis studi kasus.

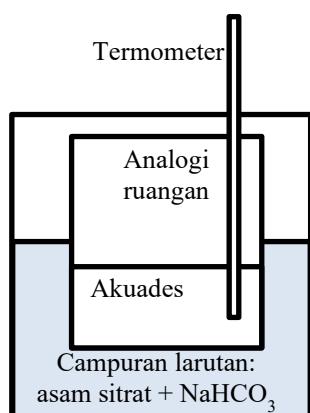
3. Praktikum Kimia Hijau

Untuk memantapkan pemahaman guru-guru kimia integrasi prinsip-prinsip kimia hijau ke dalam pembelajaran, praktikum berbasis proyek kimia hijau dilakukan. Masalah yang dipecahkan dalam praktikum ini adalah sebagai berikut.

“Indonesia sebagai negara tropis menghadapi suhu udara yang tinggi hampir sepanjang tahun. Di berbagai daerah, terutama wilayah pesisir, perkotaan padat, dan permukiman dengan ventilasi buruk, suhu ruangan bisa mencapai lebih dari 35°C pada siang hari. Hal ini menurunkan kenyamanan, memengaruhi produktivitas belajar dan bekerja, bahkan memperburuk kondisi kesehatan, khususnya pada anak-anak dan lansia. Solusi umum seperti kipas angin atau AC memang tersedia, tetapi tidak semua rumah memiliki akses listrik yang stabil atau daya beli yang cukup untuk mengoperasikan perangkat pendingin tersebut. Di sisi lain, peningkatan penggunaan AC turut mendorong konsumsi energi listrik nasional dan meningkatkan emisi karbon akibat pembangkit energi fosil sehingga tidak ramah lingkungan. Sementara itu, ilmu kimia menawarkan pendekatan alternatif melalui reaksi endoterm, yaitu reaksi yang menyerap kalor dari lingkungan. Prinsip ini telah diterapkan secara terbatas pada produk instant cold pack di bidang medis dan olahraga, namun penggunaannya belum

dioptimalkan sebagai sistem pendinginan sehari-hari yang efisien, ekonomis, dan ramah lingkungan. Pertanyaan: Bagaimana kita dapat merancang sistem pendinginan sederhana dan ramah energi dan ramah lingkungan yang memanfaatkan prinsip reaksi termokimia, sehingga dapat digunakan oleh masyarakat di daerah panas tanpa bergantung pada listrik berlebih?"

Untuk memecahkan masalah ini, peserta PkM membuat rancangan alat praktikum pendingin ruangan hemat energi dan ramah lingkungan dengan memanfaatkan reaksi endoterm. Reaksi antara larutan asam sitrat dan soda kue (reaksi asam basa) atau pelarutan asam sitrat dalam air merupakan reaksi endoterm yang dapat dimanfaatkan dalam sistem pendingin ramah lingkungan. Diagram alat atau sistem pendingin ramah lingkungan dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Diagram skematis alat atau sistem pendingin ramah lingkungan

4. Evaluasi Kegiatan

Evaluasi dilakukan melalui postes untuk mengukur peningkatan pemahaman guru-guru mitra tentang prinsip-prinsip kimia hijau dan pembuatan PPBPKH dibandingkan hasil pretes. Selain itu, juga dilakukan observasi terhadap keterlibatan guru-guru mitra dalam kegiatan PkM. Di akhir kegiatan, dilakukan sesi evaluasi berkaitan dengan pendapat peserta terhadap kegiatan PkM.

5. Analisis Data

Data yang diperoleh dalam kegiatan PkM ini berupa data kuantitatif dan kualitatif. Data

kuantitatif meliputi skor pretes dan postes pemahaman guru-guru mitra tentang prinsip-prinsip kimia hijau dan pembuatan PPBPKH dan skor pendapat guru-guru mitra terhadap kegiatan PkM. Data skor pretes dan postes ini dianalisis dengan menghitung skor gain ternormalisasi (n-g):

$$n-g = (S_{\text{pos}} - S_{\text{pre}}) / (S_{\text{maks}} - S_{\text{pre}})$$

Skor n-g selanjutnya dikategorikan sebagai berikut: 0,00 – 0,29: rendah; 0,30 – 0,70: sedang; 0,71 – 1,00: tinggi.

Sementara itu, data kualitatif berupa deskripsi keterlibatan guru-guru mitra selama kegiatan PkM. Data ini dianalisis secara deskriptif dengan menarasikan kejadian yang sebenarnya. Data pendapat siswa terhadap kegiatan PkM dianalisis dengan menghitung skor rata-ratanya, kemudian dikategorikan sebagai berikut: 0,00 – 1,80: sangat buruk; 1,81 – 2,60: buruk; 2,61 – 3,40: cukup; 3,41 – 4,20: baik; 4,21 – 5,00: sangat baik.

6. Luaran Kegiatan

Luaran yang dihasilkan dari kegiatan PkM ini berupa peningkatan pemahaman guru-guru mitra tentang prinsip-prinsip kimia hijau dan pembuatan PPBPKH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Keterlibatan Peserta

Peserta kegiatan PkM terlibat secara aktif dalam mengikuti kegiatan PkM, mulai dari pembekalan materi hingga praktikum. Peserta sangat antusias mengikuti kegiatan. Hal ini terbukti dari banyaknya peserta yang bertanya tentang prinsip-prinsip kimia hijau dan pembuatan PPBPKH. Bahkan, peserta memohon ijin untuk menggunakan contoh model ajar dan LKPD dari narasumber sebagai templat untuk pembuatan perangkat pembelajaran *deep learning* serta peserta meminta agar diberikan contoh-contoh proyek kimia hijau/ramah lingkungan untuk setiap topik kimia SMA. Bukti-bukti keterlibatan aktif peserta dalam kegiatan PkM ditunjukkan dalam Gambar 3



Gambar 3. Keterlibatan peserta dalam kegiatan PkM.

2. *Pemahaman tentang Prinsip-Prinsip Kimia Hijau dan Pembuatan PPBPKH*

Tujuan PkM ini adalah meningkatkan pemahaman guru-guru mitra tentang prinsip-prinsip kimia hijau dan pembuatan PPBPKH.

Perbandingan pretes dan postes pemahaman tentang prinsip-prinsip kimia hijau dan pembuatan PPBPKH ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pretes dan postes pemahaman guru-guru mitra tentang prinsip-prinsip kimia hijau dan pembuatan PPBPKH

No.	Kode Peserta	Tes	S ₁	n-g ₁	S ₂	n-g ₂	S _T	n-g _T
1	P ₁	Postes	26,67	0,30	46,67	0,86	73,33	0,53
		Pretes	16,67		26,67		43,33	
2	P ₂	Postes	36,67	0,50	46,67	0,86	83,33	0,67
		Pretes	23,33		26,67		50,00	
3	P ₃	Postes	43,33	0,71	46,67	0,80	90,00	0,75
		Pretes	26,67		33,33		60,00	
4	P ₄	Postes	43,33	0,60	46,67	0,83	90,00	0,73
		Pretes	33,33		30,00		63,33	
5	P ₅	Postes	43,33	0,71	46,67	0,75	90,00	0,73
		Pretes	26,67		36,67		63,33	
6	P ₆	Postes	43,33	0,67	46,67	0,75	90,00	0,70
		Pretes	30,00		36,67		66,67	
7	P ₇	Postes	43,33	0,75	46,67	0,80	90,00	0,77
		Pretes	23,33		33,33		56,67	
8	P ₈	Postes	46,67	0,83	46,67	0,86	93,33	0,85
		Pretes	30,00		26,67		56,67	
9	P ₉	Postes	40,00	0,40	46,67	0,75	86,67	0,56
		Pretes	33,33		36,67		70,00	

Keterangan:

 P₁ – P₉: Peserta 1 – Peserta 9.

 S₁: Skor pemahaman prinsip-prinsip kimia hijau

 S₂: Skor pemahaman pembuatan PPBPKH

ST: Skor total

 n-g₁: Skor gain ternormalisasi pemahaman prinsip-prinsip kimia hijau

 n-g₂: Skor gain ternormalisasi pemahaman pembuatan PPBPKH

 n-g_T: Skor gain ternormalisasi total

Data dalam Tabel 2 menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman guru-guru mitra terhadap prinsip-prinsip kimia hijau tergolong kategori dari sedang hingga tinggi. Di lain

pihak, peningkatan pemahaman guru-guru mitra tentang pembuatan PPBPKH tergolong kategori tinggi. Secara keseluruhan, peningkatan pemahaman guru-guru mitra tergolong kategori sedang hingga tinggi.

3. Hasil Evaluasi Kegiatan PkM

Setelah seluruh kegiatan PkM selesai, pendapat guru-guru mitra terhadap kegiatan PkM dikumpulkan menggunakan kuesioner. Pengukuran ini bertujuan mengetahui kebermanfaatan dari kegiatan PkM dan menghimpun masukan-masukan dari peserta kegiatan berkaitan saran-saran untuk kegiatan PkM berikutnya.

Tabel 3. Pendapat guru-guru mitra terhadap kegiatan PkM

No.	Pernyataan	Jumlah	Rata-rata	SD
a.	Materi pelatihan sesuai dengan kebutuhan saya sebagai guru kimia	37	4,11	0,93
b.	Pemateri menyampaikan materi dengan jelas dan sistematis	38	4,22	1,30
c.	Metode pelatihan mendukung pemahaman konsep saya	38	4,22	0,97
d.	Metode pelatihan mendukung keterlibatan saya secara aktif	37	4,11	1,05
e.	Materi pelatihan lengkap, mudah dipahami, dan aplikatif	38	4,22	1,39
f.	Pelatihan memberikan kesempatan praktik langsung yang bermakna	38	4,22	1,09
g.	Tersedia ruang dan waktu yang cukup untuk berdiskusi dan bertukar pengalaman	34	3,78	1,30
h.	Saya mendapatkan ide atau strategi baru untuk diterapkan dalam pembelajaran di kelas	37	4,11	1,05
Rata-rata total			4,12	

Berdasarkan data dalam Tabel 3, tampak bahwa pendapat peserta kegiatan terhadap kegiatan PkM tergolong baik. Artinya, kegiatan PkM ini bermanfaat bagi guru-guru mitra.

- i. Saran-saran untuk kegiatan PkM berikutnya?
- a. Kegiatan PkM perlu mengangkat materi kimia terapan sederhana.
 - b. PkM perlu dilaksanakan secara rutin dan sebaiknya pelaksanaan di awal semester/akhir semester agar tidak mengganggu kegiatan pembelajaran di sekolah.
 - c. Kegiatan PkM tetap dipertahankan dan melibatkan guru-guru kimia SMA.

- d. Kegiatan ini memberikan pengalaman yang lebih bermakna dan membantu dalam kegiatan pembelajaran.
- e. Mohon diberikan materi PkM tentang pembelajaran praktikum dari bahan alami yang ramah lingkungan.
- f. Mohon dibantu menyusun media pembelajaran agar kimia menjadi mudah dan murah, terutama untuk sekolah yang belum memiliki laboratorium kimia atau kondisi laboratorium kimia belum memiliki alat dan bahan yang memadai.
- g. Mohon disediakan waktu yang lebih banyak untuk membuat Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Mendalam.

Hasil pelatihan menunjukkan antusiasme tinggi dari guru-guru mitra selama sesi pembekalan materi, penyusunan PPBPKH, dan praktikum. Keterlibatan aktif ini dapat dipahami sebagai respons terhadap kesesuaian materi pelatihan dengan kebutuhan profesional mereka yang nyata—yakni bagaimana mengintegrasikan prinsip-prinsip kimia hijau ke dalam pembelajaran sehari-hari. Selain itu, penggunaan metode pelatihan yang partisipatif, seperti diskusi interaktif dan simulasi praktikum, memungkinkan guru-guru berlatih langsung praktikum kimia hijau, sehingga memperkuat motivasi dan keterlibatan mereka. Pendekatan pelatihan semacam ini sejajar dengan pentingnya pembelajaran aktif, yang terbukti efektif meningkatkan keterlibatan peserta dalam kegiatan. Dalam konteks pelatihan guru-guru mitra, pelatihan berkelanjutan yang memadukan konten, praktik, dan umpan balik profesional terbukti lebih efektif daripada pelatihan sekali jalan. Kombinasi konteks nyata, interaktivitas, dan refleksi memungkinkan guru-guru mitra tidak hanya memahami konsep, tetapi juga menginternalisasi materi yang dilatihkan.

Selanjutnya, peningkatan pemahaman guru-guru kimia terhadap prinsip-prinsip kimia hijau dan pembuatan perangkat pembelajaran terlihat jelas dari data pretes dan postes. Apabila data berupa skor mentah diubah menjadi skor gain ternormalisasi, ini mempertegas efektivitas pelatihan: semakin tinggi peningkatan perbandingan antara nilai awal dan akhir, semakin efektif intervensi pelatihan tersebut. Perhitungan skor gain ternormalisasi ini banyak digunakan untuk mengevaluasi dampak pelatihan atau instruksi. Efektivitas ini dapat dijelaskan karena pelatihan menyuguhkan kombinasi yang seimbang antara penjelasan konsep umum, contoh konkret, dan praktik langsung, yaitu modus yang mendukung pemahaman mendalam serta transfer pembelajaran.

Dengan demikian, gabungan antara penyampaian teori yang relevan, ilustrasi aplikatif, dan kesempatan untuk praktik nyata

terbukti meningkatkan pemahaman guru-guru kimia secara substansial terhadap kimia hijau, serta pembuatan perangkat pembelajaran yang efektif dan inovatif.

Peningkatan pemahaman guru-guru kimia terhadap pembuatan PPBPKH memiliki makna strategis bagi peningkatan kualitas pembelajaran kimia di SMA. Dengan pemahaman yang lebih baik, guru-guru kimia akan mampu membuat perangkat pembelajaran yang mengintegrasikan prinsip-prinsip kimia hijau ke dalam pembelajaran kontekstual yang selaras dengan Kurikulum Merdeka, sehingga siswa tidak hanya mempelajari konsep kimia secara teoretis tetapi juga memahami keterkaitannya dengan isu-isu keberlanjutan di lingkungan sekitar.

Keterkaitan hasil kegiatan dengan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa temuan peningkatan pemahaman guru tentang prinsip-prinsip kimia hijau dan pembuatan PPBPKH selaras dengan berbagai studi terdahulu. Carangue et al. (2020) melaporkan bahwa pemahaman guru-guru kimia terhadap prinsip-prinsip kimia hijau masih rendah, sehingga pelatihan yang memberikan pembekalan konseptual dan praktik nyata menjadi sangat penting. Hasil ini juga mendukung temuan Karpudewan et al. (2011) yang menekankan bahwa integrasi kimia hijau dalam pembelajaran sains dapat meningkatkan literasi lingkungan siswa dan relevansi pembelajaran dengan isu-isu keberlanjutan.

Kontribusi kegiatan PkM ini terhadap pengembangan pembelajaran tampak nyata pada beberapa aspek penting. Bagi guru, kegiatan ini meningkatkan literasi mereka tentang prinsip-prinsip kimia hijau sekaligus memperkuat keterampilan pedagogis dalam merancang pembelajaran berbasis proyek yang inovatif, kontekstual, dan ramah lingkungan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil kegiatan PkM yang dilaksanakan di SMA Negeri 1, 2, 3, dan 4 Singaraja, dapat disimpulkan bahwa program

pelatihan ini berhasil meningkatkan pemahaman guru-guru kimia tentang prinsip-prinsip kimia hijau dan pembuatan perangkat pembelajaran berbasis proyek yang kontekstual dan ramah lingkungan. Peningkatan pemahaman ini tercermin dari hasil pretes dan postes yang menunjukkan skor gain ternormalisasi pada kategori sedang hingga tinggi, serta keterlibatan aktif guru dalam pembekalan materi, diskusi, dan praktikum. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menekankan pentingnya integrasi kimia hijau dalam pembelajaran sains untuk meningkatkan literasi lingkungan dan keterampilan abad ke-21. Selain memberikan dampak positif bagi kompetensi pedagogis guru, kegiatan ini juga mendukung implementasi Kurikulum Merdeka.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan PkM ini didukung oleh dana DIPA Undiksha dengan kontrak no. 1109/UN48.16/PM/2025. Kegiatan PkM ini juga dibantu oleh mahasiswa. Untuk itu, kami mengucapkan terima kasih kepada Mettacitta Patni Gotami, Ni Putu Widhi Linda Rahayu, Ni Luh Putu Arpilia Rahayu Dewi, Ni Komang Ananda Dian Savitri, Putu Dinda Pratiwi, Komang Jnani Wijaya, Ni Made Ayu Hari Laksmi Dewi dasi, dan I Komang Juan Arya Wijaya.

DAFTAR RUJUKAN

- Anastas, P. T., & Eghbali, N. (2010). Green chemistry: Principles and practice. *Chemical Society Reviews*, 39(1), 301–312. <https://doi.org/10.1039/b918763b>
- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green chemistry: Theory and practice*. Oxford University Press.
- Blatti, J. L., Garcia, J., Cave, D., Monge, F., Cuccinello, A., Portillo, J., Juarez, B., Chan, E., & Schwebel, F. (2019). Systems thinking in science education and outreach toward a sustainable future. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2852–2862. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00318>
- Carangue, D., Geverola, I. J., Jovero, M. B., Lopez, E. N., Pizaña, A., Salmo, J. M., Silvosa, J., & Picardal, J. P. (2021). Green chemistry education among senior high school chemistry teachers: Knowledge, perceptions, and level of integration. *Recoletos Multidisciplinary Research Journal*, 9(2), 15–33. <https://doi.org/10.32871/rmrj2109.02.04>
- Karpudewan, M., Ismail, Z. H., & 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). <https://doi.org/10.1177/097340821100500210>
- Purba, L. S. L. (2022). Analysis of critical thinking ability based on student gender through the implementation of independent curriculum in chemistry learning. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 14(3), 187–192. <https://doi.org/10.24114/jpkim.v14i3.40305>
- Redhana, I. W., & Merta, L. M. (2017). Green chemistry practicum to improve student learning outcomes of reaction rate topic. *Cakrawala Pendidikan*, 36(3), 382–403.
- Redhana, I. W., & Suardana, I. N. (2021). Green chemistry practicums at chemical equilibrium shift to enhance students' learning outcomes. *International Journal of Instruction*, 14(1), 691–708. <https://doi.org/10.29333/IJI.2021.14142A>
- Redhana, I. W., Suardana, I. N., Selamat, I. N., Sudria, I. B. N., & Karyawati, K. N. (2021). A green chemistry teaching material: Its validity, practicality, and effectiveness on redox reaction topics. *AIP Conference Proceedings*, 2330(March). <https://doi.org/10.1063/5.0043213>