



## Strengthening the Capacity of Chemistry Teachers in West Bandung Regency to Develop Green Chemistry Experimental Procedures with a Small-Scale Approach via Workshop-Based Training

### [Penguatan Kapasitas Guru Kimia di Kabupaten Bandung Barat dalam Mengembangkan Prosedur Eksperimen Kimia Hijau dengan Pendekatan Skala Kecil melalui Pelatihan Berbasis *Workshop*]

Febriati Dian Mubarokah<sup>1\*</sup>, Rosi Oktiani<sup>1</sup>, Asep Kadarohman<sup>2</sup>, Hernani<sup>1</sup>, Vidia Afina Nuraini<sup>3</sup>, Triannisa Rahmawati<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung (40154), Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung (40154), Indonesia

<sup>3</sup> Program Studi Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung (40154), Indonesia

#### ABSTRAK

Salah satu strategi yang dapat dilakukan oleh guru kimia untuk mengimplementasikan pendekatan kimia hijau dalam kegiatan praktikum di sekolah adalah melalui praktikum kimia dengan skala kecil. Namun, penerapan praktikum skala kecil masih jarang dilakukan oleh guru kimia di sekolah. Hal ini terjadi karena untuk mengembangkan praktikum kimia skala kecil, diperlukan keterampilan guru dalam mengembangkan praktikum yang ramah lingkungan dan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Dengan demikian, kegiatan ini bertujuan untuk mengenalkan dan memberikan pengalaman kepada guru dalam mengembangkan praktikum kimia skala kecil. Kegiatan ini dilakukan menggunakan metode *workshop* pengembangan prosedur praktikum kimia skala kecil. Keberhasilan kegiatan *workshop* diukur menggunakan instrumen berupa kuesioner yang diberikan pada awal (*pretest*) dan akhir (*posttest*) kegiatan untuk mengetahui pemahaman guru terhadap praktikum kimia skala kecil dan kaitannya dengan pendekatan kimia hijau. Berdasarkan hasil *pretest* dan *post-test* diketahui bahwa kegiatan *workshop* pengembangan eksperimen kimia hijau dengan pendekatan skala kecil dapat meningkatkan pemahaman guru kimia terhadap SDGs, kimia hijau, dan praktikum kimia skala kecil. Kegiatan ini memberikan dampak positif pada kemampuan guru karena memberikan pengalaman secara langsung untuk mengembangkan prosedur praktikum kimia skala kecil. Dengan demikian, guru menjadi lebih mudah untuk mengimplementasikan pendekatan kimia hijau melalui praktikum kimia skala kecil di sekolah.

#### ABSTRACTS

One strategy that chemistry teachers can employ to implement the green chemistry approach in practicum activities in schools is through small-scale chemistry practicums. However, the application of small-scale chemistry practicum is rarely used by chemistry teachers in schools. This happens because to develop small-scale chemistry practicums, teachers need to have the skills to create practicums that are environmentally friendly and align with learning goals.

#### INFO ARTIKEL

Diterima: 24 Agustus 2025  
Direvisi: 1 November 2025  
Disetujui: 21 November 2025  
Terpublikasi *online*: 30  
November 2025

#### Kata Kunci:

Kimia hijau  
Praktikum skala kecil  
*Sustainability Development Goals*

#### Keywords:

*Green chemistry*  
*Small-scale practicum*  
*Sustainability Development Goals*

Thus, teachers need to be introduced and given experience to develop small-scale chemistry practicums. This activity was conducted using the workshop method to develop small-scale chemistry practicum procedures. The success of the workshop activities was measured using instruments in the form of questionnaires at the beginning (pretest) and end (post-test) of the activity to determine the teacher's understanding of small-scale chemistry practicum and its relation to the green chemistry approach. This activity had a positive impact on teachers' abilities because it provided hands-on experience to develop small-scale chemistry practicum procedures. Thus, it will be easier for teachers to implement the green chemistry approach by using a small-scale chemistry practicum in schools.

✉Alamat korespondensi:

Departemen Pendidikan Kimia, FPMIPA, UPI  
Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung (40154)  
E-mail: [febriatidian@upi.edu](mailto:febriatidian@upi.edu)

p-ISSN 2830-490X

e-ISSN 2830-7178

## Pendahuluan

Pendidikan kimia dalam proses pembelajaran melibatkan dua aspek, yaitu kajian teoritis dan praktikum. Kegiatan praktikum merupakan hal penting yang perlu dipelajari oleh siswa, karena melalui praktikum siswa akan lebih memahami konsep yang dipelajarinya, memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking/HOT*), dan keterampilan generik sains (Agustian *et al.*, 2022). Namun, dalam pelaksanaan praktikum kimia biasanya banyak menggunakan pelarut dan pereaksi yang mudah menguap, mudah terbakar, dan beracun, sehingga harus diperhatikan keamanan dan keselamatan kerjanya karena dapat mengganggu lingkungan dan kesehatan manusia. Hal ini tidak sejalan dengan kesepakatan mengenai pentingnya menjaga kelestarian lingkungan yang tertuang dalam *Sustainability Development Goals* (SDGs) (UNESCO, 2017).

Kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan dalam berbagai aspek kehidupan semakin meningkat, termasuk dalam bidang pendidikan (Rieckmann, 2017). Untuk mengatasi permasalahan praktikum kimia agar selaras dengan implementasi SDGs, telah dikembangkan praktikum kimia dengan pendekatan kimia hijau (*Green Chemistry*) (Kurul *et al.*, 2025; Wardencki *et al.*, 2004). Praktikum dengan pendekatan kimia hijau adalah upaya para ahli kimia untuk berkontribusi dalam mencapai keberlanjutan kehidupan di bumi pada pelaksanaan praktikum kimia dalam proses belajar mengajar. Praktikum dengan pendekatan kimia hijau berfokus dalam penggunaan bahan kimia yang aman bagi kesehatan dan ramah terhadap lingkungan, serta jumlah bahan yang sedikit (Hidayah *et al.*, 2022; Tesfamariam *et al.*, 2015).

Salah satu strategi yang dapat dilakukan oleh guru kimia untuk mengimplementasikan pendekatan kimia hijau dalam kegiatan praktikum di sekolah adalah melalui praktikum kimia skala kecil. Penerapan praktikum skala kecil dilakukan dengan cara memodifikasi jenis bahan, pelarut, maupun prosedur eksperimen sehingga dapat mengurangi potensi resiko terhadap kesehatan dan lingkungan (Singh *et al.*, 1999). Pendekatan ini memungkinkan peserta didik untuk melakukan eksperimen kimia secara lebih aman dan penggunaan jumlah bahan kimia yang terbatas tanpa mengurangi validitas hasil percobaan. Selain itu, praktikum skala kecil menawarkan keuntungan tambahan berupa efisiensi biaya, efektivitas waktu, serta peningkatan aspek keselamatan kerja dan perlindungan lingkungan (*National Council of Educational Research and Training*, 2018). Namun, penerapan praktikum kimia skala kecil masih relatif jarang digunakan oleh guru kimia di sekolah Indonesia (Abdullah *et al.*, 2007; Hidayah *et al.*, 2022, 2024; Listyarini *et al.*, 2019; Salfiah *et al.*, 2024). Hal ini terjadi karena untuk mengembangkan praktikum kimia skala kecil, diperlukan keterampilan guru sehingga dapat mengembangkan praktikum yang ramah lingkungan sekaligus sesuai dengan tujuan pembelajaran (Tantayanon *et al.*, 2024).

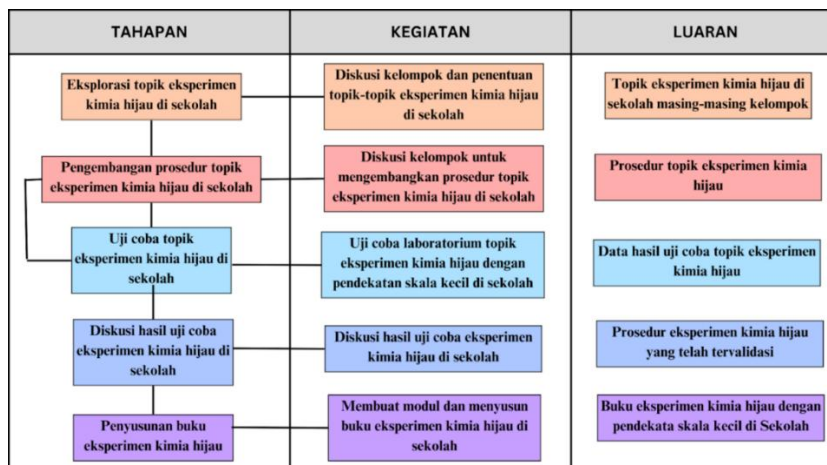
Berdasarkan uraian di atas, dalam rangka mendukung implementasi kimia hijau pada SDGs di sekolah, Program Studi Pendidikan Kimia dan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) mengadakan *Workshop Pengembangan Eksperimen Kimia Hijau dengan Pendekatan Skala Kecil* bagi Guru Kimia SMA. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk mengenalkan dan memberikan pengalaman kepada guru untuk mengembangkan praktikum kimia skala kecil. Kegiatan ini diharapkan dapat memberikan dampak positif pada kompetensi guru, sehingga guru akan dengan fleksibel dan mudah untuk mengimplementasikan pendekatan kimia hijau di sekolah.

## Metode

Kegiatan pengabdian Pengembangan Eksperimen Kimia Hijau dengan Pendekatan Skala Kecil bagi Guru Kimia SMA di Kabupaten Bandung Barat dilaksanakan melalui metode *workshop*. Melalui metode ini guru diharapkan tidak hanya mengikuti prosedur eksperimen yang sudah ada, tetapi juga terlibat dalam

proses pengembangan eksperimen kimia hijau dengan pendekatan skala kecil yang dapat dilakukan di sekolah. Hal ini akan memberikan dampak positif kepada guru dalam meningkatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang kimia hijau dengan pendekatan praktikum kimia skala kecil.

Kegiatan *workshop* dilakukan melalui beberapa tahapan, di antaranya yaitu eksplorasi topik, pengembangan prosedur, optimasi prosedur, uji coba prosedur, diskusi hasil uji coba prosedur, optimasi akhir prosedur setelah uji coba, dan penyusunan buku panduan eksperimen kimia hijau dengan pendekatan skala kecil di sekolah. Kegiatan dan luaran yang diharapkan dari tiap tahapan dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Kegiatan dan luaran yang diharapkan pada setiap tahapan.

Pada artikel ini, dibahas hasil kegiatan *workshop* dari tahap eksplorasi topik sampai dengan tahap uji coba prosedur praktikum kimia skala kecil. Keberhasilan kegiatan *workshop* diukur menggunakan instrumen berupa kuesioner pada awal (*pretest*) dan akhir (*posttest*) kegiatan untuk mengetahui pemahaman guru terhadap praktikum kimia skala kecil dan kaitannya dengan pendekatan kimia hijau dan SDGs.

### Hasil dan Pembahasan

*Workshop* pengembangan eksperimen kimia hijau dengan pendekatan skala kecil bagi guru kimia SMA di Kabupaten Bandung Barat dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu eksplorasi topik, pengembangan prosedur, uji coba prosedur, diskusi hasil uji coba prosedur, dan penyusunan buku panduan eksperimen kimia hijau dengan pendekatan skala kecil di sekolah. Semua tahapan kegiatan tersebut dilakukan secara bertahap melalui 4 agenda utama, di antaranya adalah penyampaian materi mengenai Kimia Hijau dan Praktikum Kimia Skala Kecil secara daring (14 Juni 2025), pengembangan prosedur eksperimen kimia hijau oleh guru secara berkelompok selama 10 hari dalam bentuk kegiatan asinkronus (16 – 26 Juni 2025), uji coba prosedur yang telah dikembangkan di Laboratorium Penelitian Belajar Mengajar (LPBM) Pendidikan Kimia UPI (10 Juli 2025), dan optimasi prosedur serta penyusunan modul praktikum kimia skala kecil yang tidak dibahas pada artikel ini.

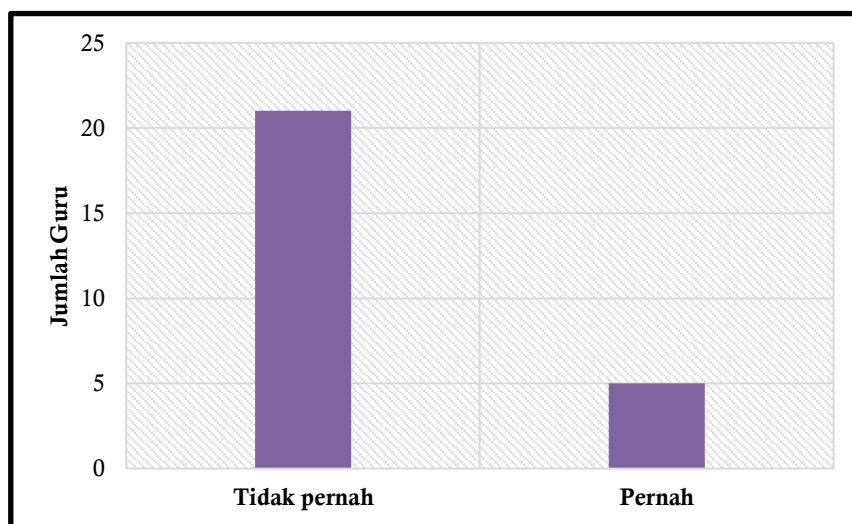
#### Agenda 1: Penyampaian Materi Kimia Hijau dan Praktikum Kimia Skala Kecil secara Daring

**Tabel 1.** Profil peserta guru kimia Kabupaten Bandung Barat.

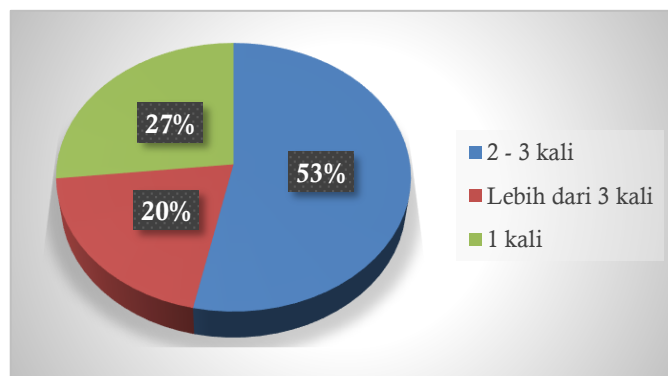
Variabel	Kategori (tahun)	Jumlah (orang)
Umur	25-30	4
	31-40	6
	41-50	14
	> 50	2
Lama Mengajar	< 5	5
	5 - 10	4
	11 - 20	11
	> 20	6
Pendidikan Terakhir	S1	20
	S2	6

Agenda 1 diadakan untuk memberikan pemahaman terhadap guru mengenai praktikum kimia skala kecil dan hubungannya dengan kimia hijau serta SDGs. Pada agenda ini dilakukan beberapa kegiatan, di antaranya pengisian kuesioner *pretest* untuk mengetahui pemahaman guru mengenai praktikum skala kecil sebelum mengikuti kegiatan *workshop*; pemaparan materi mengenai SDGs, kimia hijau, dan praktikum kimia skala kecil oleh ahli; serta *brainstorming* dan diskusi berdasarkan kelompok yang telah dibagikan untuk tiap jenjang di Sekolah Menengah Atas (SMA).

Kegiatan pemaparan materi dilakukan dengan cara tatap maya melalui *platform zoom meeting*, sehingga peserta yang hadir sesuai dengan pendaftar yaitu 26 guru kimia di Kabupaten Bandung Barat. Berdasarkan profil guru yang mendaftar dan mengikuti kegiatan secara tatap maya (Tabel 1), guru yang telah memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun mengajar masih antusias untuk mengikuti *workshop* pengembangan eksperimen kimia hijau dengan pendekatan skala kecil. Hal ini dapat terjadi karena mayoritas guru kimia di Kabupaten Bandung Barat belum pernah mengikuti pelatihan atau *workshop* mengenai pengembangan praktikum kimia skala kecil sebagai penerapan prinsip kimia hijau di sekolah (Gambar 2).



**Gambar 2.** Keikutsertaan guru dalam *workshop* pengembangan praktikum kimia skala kecil.

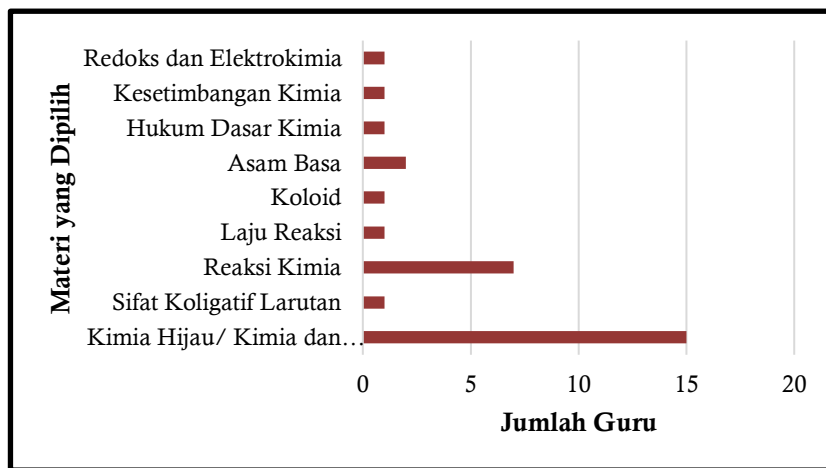


**Gambar 3.** Frekuensi melaksanakan praktikum kimia dalam satu semester.

Berdasarkan angket yang disebarakan sebelum agenda 1 dilakukan (Gambar 3), 53% guru yang mengikuti *workshop* melakukan praktikum kimia di kelas sebanyak 2 – 3 kali dalam satu semester. Bahkan, masih terdapat guru yang melakukan praktikum hanya sekali selama 1 semester, yaitu sebanyak 27%. Hal ini dapat terjadi karena terdapat beberapa kendala yang sering muncul dalam praktikum kimia di sekolah, salah satunya adalah keterbatasan fasilitas laboratorium di sekolah Kabupaten Bandung Barat sehingga guru kesulitan untuk mengagendakan kegiatan praktikum saat pembelajaran kimia. Selain itu, penggunaan bahan kimia beracun (Harta *et al.*, 2020), kebutuhan akan peralatan dengan harga yang cukup mahal, serta limbah dalam jumlah besar yang sulit dikelola dan berpotensi merusak lingkungan sekitar (Twumasi *et al.*, 2023) juga menjadi masalah umum yang dirasakan oleh guru di sekolah. Permasalahan tersebut bertentangan dengan prinsip kimia hijau yang selaras dengan tujuan SDGs, yaitu mengurangi dampak negatif proses kimia terhadap lingkungan (Karpudewan *et al.*, 2009).

Praktikum kimia dengan pendekatan kimia hijau secara fungsi dapat meminimalisir kesulitan guru untuk melakukan praktikum saat pembelajaran kimia. Namun, belum adanya pelatihan dan panduan mengenai pendekatan kimia hijau yang sistematis membuat guru belum dapat mengembangkan praktikum di sekolah dengan maksimal. Berdasarkan data yang telah diisi oleh guru, mayoritas guru memilih materi kimia hijau sebagai topik yang akan dikembangkan menggunakan pendekatan kimia hijau (Gambar 4). Hal ini menandakan guru belum mengetahui bahwa pendekatan kimia hijau dapat diterapkan pada seluruh materi kimia di SMA (Mitarlis *et al.*, 2023).

Hasil yang didapatkan dari rangkaian acara di agenda 1 adalah guru telah mengetahui bahwa pendekatan kimia hijau dengan menggunakan praktikum kimia skala kecil dapat diterapkan dalam seluruh materi pelajaran kimia di SMA. Hal ini diimplementasikan melalui pembagian topik kimia sesuai dengan jenjang kelas guru mengajar, sehingga guru dapat mengembangkan prosedur praktikum dengan pendekatan kimia hijau sesuai dengan kelas yang diampu di sekolah.



**Gambar 4.** Pandangan guru mengenai topik pembelajaran yang akan dikembangkan menggunakan prinsip kimia hijau.

## Agenda 2: Pengembangan prosedur praktikum kimia hijau oleh guru secara berkelompok

Kegiatan pada agenda 2 adalah perancangan prosedur eksperimen kimia hijau. Perancangan prosedur eksperimen kimia hijau dilakukan secara berkelompok selama 10 hari. Pada kegiatan perancangan ini, guru dibagi ke dalam kelompok sesuai dengan jenjang kelas yang diampu, sehingga dapat mengembangkan prosedur dengan optimal. Berangkat dari kegiatan ini, guru diharapkan dapat memiliki pengalaman untuk mengembangkan prosedur praktikum kimia skala kecil sebagai salah satu bentuk pendekatan kimia hijau.

**Tabel 2.** Daftar judul praktikum kimia skala kecil yang telah dikembangkan pada agenda 2.

Kelas	Judul Praktikum
10	Sistem Periodik Unsur (Golongan 1 dan 2)
	Ciri-Ciri Terjadinya Reaksi Kimia
	Penerapan Hukum Kekekalan Massa dalam Sistem Terbuka dan Sistem Tertutup
11	Kromatografi Kertas
	Faktor-Faktor yang Memengaruhi Laju Reaksi
	Reaksi Kesetimbangan Kobalt Klorida ( $\text{CoCl}_3$ )
	Penentuan pH Larutan Menggunakan Indikator Alami dari Ekstrak Bunga Telang
12	Percobaan Penjernihan Air melalui Koagulasi
	Pengamatan Efek Tyndall pada Berbagai Jenis Campuran
	Elektrolisis Larutan KI dan Indikator PP
	Praktikum Identifikasi Unsur C dan H pada Minyak
12	Praktikum Identifikasi Gugus Fungsi Alkohol, Aldehid, dan Keton
	Identifikasi dan Hidrolisis Polisakarida Menggunakan Enzim Glukoamilase dan Alpha-Amilase

Hasil prosedur yang telah dirancang tersebut kemudian divalidasi dan dioptimasi oleh dosen pendidikan kimia. Namun, masih banyak yang belum menggunakan pendekatan skala kecil sehingga tim membantu peserta untuk mengembangkan prosedur dengan memperhatikan kesesuaian konsep dan menggunakan pendekatan skala kecil.

Berdasarkan hasil validasi dan optimasi prosedur yang telah didiskusikan, didapatkan beberapa judul praktikum kimia skala kecil yang telah disesuaikan dengan kurikulum merdeka di Sekolah Menengah Atas (SMA) (Tabel 2). Prosedur yang telah disusun ini diuji coba pada kegiatan selanjutnya, sehingga didapatkan prosedur yang telah dioptimasi dan divalidasi oleh guru.

**Agenda 3: Uji coba prosedur yang telah dikembangkan di Laboratorium Praktik Belajar Mengajar (LPBM) Pendidikan Kimia UPI**

Uji coba prosedur yang telah dirancang sebelumnya dilakukan pada agenda 3 (Gambar 5). Selain uji coba, guru juga berdiskusi mengenai percobaan yang telah dilakukan dan melakukan revisi terhadap prosedur praktikum sesuai dengan hasil uji coba. Setelah semua rangkaian acara dilakukan, guru mengerjakan *post-test* untuk mengetahui keberhasilan kegiatan *workshop*.



**Gambar 5.** Guru melakukan pengujian terhadap prosedur praktikum yang telah dikembangkan di LPBM Pendidikan Kimia UPI.

Berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest* yang telah dikerjakan oleh 15 guru kimia Kabupaten Bandung Barat (Tabel 3), dapat disimpulkan bahwa kegiatan *workshop* pengembangan eksperimen kimia hijau dengan pendekatan skala kecil dapat meningkatkan pemahaman guru kimia terhadap SDGs, kimia hijau, dan praktikum kimia skala kecil (P1 – P5). Selain itu, guru juga lebih memahami bahwa praktikum kimia dapat dilakukan dengan memperhatikan keamanan lingkungan sehingga dapat mendukung implementasi kimia hijau (P9 – P12). Kegiatan *workshop* ini juga memberikan pengalaman kepada guru dalam merancang praktikum kimia skala kecil, sehingga guru menjadi lebih tertarik untuk menggunakan praktikum kimia skala kecil dan meningkatkan kompetensi guru dalam menyusun prosedur praktikum kimia skala kecil secara mandiri di sekolah (P6 – P8). Hal ini selaras dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, bahwa *workshop* dapat meningkatkan kemampuan peserta karena adanya keterlibatan langsung dalam seluruh kegiatannya (Sopandi & Handayani, 2019; Mufidah *et al.*, 2021; Khurniawan *et al.*, 2022; Rismawati, 2024).

**Tabel 3.** Hasil *pre* dan *posttest* guru pada *workshop* pengembangan eksperimen kimia hijau dengan pendekatan skala kecil bagi guru kimia SMA di Kabupaten Bandung Barat.

Kode	Pernyataan	Hasil <i>Pre-test</i>	Hasil <i>Posttest</i>
P1	Saya menyadari bahwa SDGs penting diterapkan dalam pembelajaran kimia.	4,67	4,87
P2	Saya menyadari pentingnya penerapan prinsip kimia hijau dalam pembelajaran kimia.	4,60	4,80
P3	Saya menyadari pentingnya pengimplementasian SDGs dan prinsip kimia hijau melalui peralihan dari	4,53	4,73

Kode	Pernyataan	Hasil <i>Pre-test</i>	Hasil <i>Posttest</i>
	eksperimen kimia skala besar ke eksperimen kimia skala kecil.		
P4	Prinsip kimia hijau mendukung SDGs karena mendorong prinsip keberlanjutan dalam pembelajaran kimia.	4,67	4,73
P5	Prinsip kimia hijau dapat diimplementasikan melalui eksperimen kimia skala kecil karena hemat bahan kimia, ramah lingkungan, dan dapat dilakukan dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan eksperimen kimia skala besar.	4,60	4,80
P6	Saya tertarik untuk menerapkan eksperimen kimia skala kecil dalam pembelajaran.	4,60	4,67
P7	Saya mampu merancang eksperimen kimia skala kecil untuk diterapkan dalam pembelajaran.	4,07	4,40
P8	Saya mengetahui cara menghubungkan topik-topik kimia dengan isu keberlanjutan.	3,73	4,27
P9	Saya memahami bahwa mencegah limbah lebih baik daripada mengolah atau membersihkannya setelah terbentuk.	3,87	4,53
P10	Saya mengetahui bagaimana cara mengoptimalkan reaksi agar seluruh bahan/zat yang digunakan dapat diubah menjadi produk sebanyak mungkin.	3,67	4,20
P11	Saya memahami bahwa metode sintesis kimia sebaiknya menghasilkan zat yang minim toksisitas bagi kesehatan manusia dan lingkungan.	3,67	4,40
P12	Saya mengetahui bagaimana merancang produk kimia yang aman tanpa mengurangi efektivitas fungsinya.	3,53	4,13

## Simpulan

Pelaksanaan *workshop* pengembangan eksperimen kimia hijau berbasis pendekatan skala kecil dilakukan melalui beberapa tahap, di antaranya eksplorasi topik, pengembangan prosedur, uji coba prosedur, diskusi hasil uji coba prosedur, dan penyusunan buku panduan eksperimen kimia hijau dengan pendekatan skala kecil di sekolah. Keberhasilan kegiatan *workshop* diukur melalui hasil pre-test dan post-test yang telah dikerjakan oleh peserta. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kegiatan *workshop* ini telah berkontribusi pada peningkatan pemahaman guru kimia mengenai SDGs, konsep kimia hijau, dan praktikum kimia skala kecil. Kegiatan ini juga menumbuhkan kepedulian guru terhadap aspek keamanan lingkungan saat melakukan praktikum, sekaligus memberi pengalaman langsung dalam merancang praktikum kimia skala kecil. Dengan demikian, guru menjadi lebih termotivasi untuk menerapkan praktikum kimia skala kecil di sekolah, sekaligus meningkatkan kompetensi guru dalam menyusun prosedur praktikum secara mandiri.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FPMIPA) Universitas Pendidikan Indonesia yang telah membiayai kegiatan pengabdian ini. Terima kasih juga kepada

Leading University Program for Internasional Cooperation (LUPIC), Sogang University, Korea Selatan yang telah mendukung lancarnya kegiatan *workshop* ini.

#### Daftar Pustaka

- Abdullah, M., Mohamed, N., & Hj Ismail, Z. (2007). The effect of microscale chemistry experimentation on students' attitude and motivation towards chemistry practical work. *Journal of Science and Mathematics Education in S.E. Asia*, 30(2), 44–72.
- Agustian, H. Y., Finne, L. T., Jørgensen, J. T., Pedersen, M. I., Christiansen, F. V., Gammelgaard, B., & Nielsen, J. A. (2022). Learning outcomes of university chemistry teaching in laboratories: A systematic review of empirical literature. *Review of Education*, 10(2), 1-41.
- Harta, J., Listyarini, R. V., Pamenang, F. D. N., Wijayanti, L. W., & Lee, W. (2020). Developing small scale chemistry practicum module to identify students' ability in Predict-Observe- Explain (POE) implementation. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 5(1), 91-99.
- Hidayah, F. F., Imaduddin, M., Yuliyanto, E., Gunawan, G., Djunaidi, M. C., & Tantayanon, S. (2022). Counting drops and observing color: Teachers' and students' first experiences in small-scale chemistry practicum of acid-base solutions. *Journal of Technology and Science Education*, 12(1), 244–258.
- Hidayah, F. F., Indriyanti, D. R., & Madnasri, S. (2024). What is the image of microscale chemistry research for chemistry teaching in 2013-2023? *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 10(1), 10–23.
- Karpudewan, M., Ismail, Z. H., & Mohamed, N. (2009). The integration of green chemistry experiments with sustainable development concepts in pre-service teachers' curriculum: Experiences from Malaysia. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 10(2), 118–135.
- Khurniawan, D., Syukri, M., Siahaan, A., & Suyatmika, Y. (2022). The strategies to improve teachers' performance through workshop activities at MTsN. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(5), 6490–6496.
- Kurul, F., Doruk, B., & Topkaya, S. N. (2025). Principles of green chemistry: building a sustainable future. *Discover Chemistry*, 2(1), 1-25.
- Listyarini, R. V., Pamenang, F. D. N., Harta, J., Wijayanti, L. W., Asy'ari, M., & Lee, W. (2019). The integration of green chemistry principles into small scale chemistry practicum for senior high school students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(3), 371–378.
- Mitarlis, Azizah, U., & Yonata, B. (2023). The integration of green chemistry principles in basic chemistry learning to support achievement of Sustainable Development Goals (SDGs) through education. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 233–254.
- Singh, M. M., Szafran, Z., & Pike, R. M. (1999). Microscale chemistry and green chemistry: complementary pedagogies. *Journal of Chemical Educatio*, 76(12), 1684–1686.
- Mufidah, N., Arafat, Y., & Puspita, Y. (2021). The effect of training and teaching experience on teacher's performance. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 160–166.
- National Council of Educational Research and Training. (2018). *Manual of Microscale Chemistry Laboratory Kit for Classes XI and XII* (First). Publication Division by the Secretary, National Council of Educational Research and Training .
- Rieckmann, M. (2017). *Education for Sustainable Development Goals (SDGs) Roundtable of Network 30 ESER "Environmental and Sustainability Education Research in the context of the Sustainable Development Goals: implications for an educational reform agenda."*
- Rismawati. (2024). Workshop for increasing the capability of teachers and educational personnel in teaching factory learning. *TGO Journal of Community Development*, 2(2), 113–118.
- Salfiah, S., Fatichatul Hidayah, F., & Wahyuni, E. T. (2024). Implementation of chemistry learning through guided and open inquiry using small-scale laboratory media on science process skills. *Lavoisier: Chemistry Education Journal*, 3(2), 198–209.
- Tantayanon, S., Faikhamta, C., Prasoplarb, T., & Panyanukit, P. (2024). Teachers' perceptions and design of small-scale chemistry driven STEM learning activities. *Chemistry Teacher International*, 7(2), 303-317.
- Tesfamariam, G. M., Lykknes, A., & Kvittingen, L. (2015). 'Named Small but Doing Great': An Investigation of small-scale chemistry experimentation for effective undergraduate practical work. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(3), 393–410.
- Twumasi, A., Nartey, E., Quayson, C., Sam, & Hanson. (2023). Chemistry students' knowledge and practices of chemical waste management in chemistry laboratories. *African Journal of Chemical Education-AJCE*, 13(3), 21-41.
- UNESCO. (2017). *UNESCO moving forward the 2030 Agenda for Sustainable Development*. <http://en.unesco.org/sdgs>

- Sopandi, W., & Handayani, H. (2019). The impact of workshop on implementation of Read-Answer-Discuss-Explain-And-Create (RADEC) learning model on pedagogic competency of elementary school teachers. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 7–11.
- Wardencki, W., Curylo, J., & Namiećenik, J. (2004). Green chemistry - Current and future issues. *Polish Journal of Environmental Studies*, 14(4), 389–395.