

Peningkatan *Green Skills* Siswa SMA/SMK di Kota Surakarta Melalui Pelatihan Formulasi Sabun Cuci Tangan Ramah Lingkungan Berbasis *Green Chemistry*

Enhancing Green Skills among Senior High School and Vocational High School Students in Surakarta through Green Chemistry-Based Eco-Friendly Hand Soap Formulation Training

Henny Parida Hutapea^{1*}, Rafika Aulia Putri², M.Xavier Bintang Aurelio³, Hestinia Puspitasari⁴, Yasintha Eka Yuliana⁵

¹⁻⁵ Prodi Kimia Industri, Universitas Duta Bangsa Surakarta, Indonesia

*Penulis Korespondensi: henny_paridahutapea@udb.ac.id

Riwayat artikel:

Naskah Masuk: 14 Februari 2026;

Revisi: 17 Maret 2026;

Diterima: 16 April 2026;

Tersedia: 30 April 2026

Keywords: *Community Service; Environmentally Friendly; Green Chemistry; Green Skills; Hand Soap.*

Abstract. *The implementation of green chemistry principles in senior high school and vocational school chemistry education remains limited, highlighting the need for practice-based learning to improve students' knowledge and green skills. This community service program aimed to enhance the knowledge and green skills of senior high school and vocational school students in Surakarta through training on environmentally friendly hand soap formulation based on green chemistry. The program involved 20 student representatives from several schools in Surakarta and was conducted at the Industrial Chemistry Laboratory, Applied Bachelor Program in Industrial Chemistry, Universitas Duta Bangsa Surakarta. The activities employed participatory learning and experiential learning through lectures, demonstrations, laboratory practice, and evaluation using pre-tests, post-tests, green skills assessment rubrics, and participant satisfaction questionnaires. The results showed that the average knowledge score increased from 56.3 ± 9.2 to 87.1 ± 6.4 , representing a 54.7% improvement with a statistically significant difference ($p < 0.001$). The average green skills achievement reached 90% (excellent category), while participant satisfaction reached 97%. The training also produced environmentally friendly hand soap with good physical characteristics in accordance with green chemistry principles. Overall, the program effectively improved participants' knowledge, practical skills, and environmental awareness through laboratory-based learning.*

Abstrak

Penerapan prinsip *green chemistry* pada pembelajaran kimia di tingkat SMA/SMK masih terbatas, sehingga diperlukan kegiatan yang mampu meningkatkan pengetahuan dan *green skills* peserta didik melalui pengalaman belajar berbasis praktik. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan *green skills* siswa SMA/SMK di Kota Surakarta melalui pelatihan formulasi sabun cuci tangan ramah lingkungan berbasis *green chemistry*. Mitra kegiatan adalah 20 siswa perwakilan SMA/SMK di Kota Surakarta yang mengikuti pelatihan di Laboratorium Kimia Industri, Program Studi Sarjana Terapan Kimia Industri, Universitas Duta Bangsa Surakarta. Metode yang digunakan berupa *participatory learning* dan *experiential learning* melalui penyuluhan, demonstrasi, praktikum, serta monitoring dan evaluasi menggunakan *pre-test*, *post-test*, rubrik penilaian *green skills*, dan angket kepuasan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa nilai rata-rata pengetahuan peserta meningkat dari $56,3 \pm 9,2$ menjadi $87,1 \pm 6,4$ atau sebesar 54,7%, dengan perbedaan yang signifikan ($p < 0,001$). Rata-rata capaian *green skills* mencapai 90% (kategori sangat baik), sedangkan tingkat kepuasan peserta sebesar 97%. Pelatihan juga menghasilkan produk sabun cuci tangan yang memenuhi karakteristik fisik yang baik dan sesuai dengan prinsip *green chemistry*. Kegiatan ini efektif dalam meningkatkan pengetahuan, keterampilan praktis, serta kesadaran lingkungan peserta melalui pembelajaran berbasis laboratorium.

Kata Kunci: Keterampilan Hijau; Kimia Hijau; Pengabdian Masyarakat; Ramah Lingkungan; Sabun Cuci Tangan.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri dan meningkatnya konsumsi produk kimia rumah tangga telah memberikan manfaat dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat, namun juga berkontribusi terhadap peningkatan pencemaran lingkungan akibat penggunaan bahan kimia yang kurang ramah lingkungan dan sulit terdegradasi (Kurniati et al., 2025). Produk kebersihan, termasuk sabun cuci tangan, merupakan salah satu produk yang digunakan setiap hari sehingga pemilihan bahan baku yang aman dan berkelanjutan menjadi aspek penting dalam mendukung pembangunan berkelanjutan (Astuti et al., 2026). Kondisi tersebut mendorong penerapan konsep *green chemistry*, yaitu pendekatan yang menekankan perancangan produk dan proses kimia yang mampu meminimalkan penggunaan bahan berbahaya, mengurangi limbah, meningkatkan efisiensi sumber daya, serta mengurangi dampak terhadap lingkungan melalui penggunaan bahan yang lebih aman dan mudah terurai (Arninda & Yusuf, 2025). Implementasi *green chemistry* tidak hanya relevan bagi industri, tetapi juga perlu diperkenalkan sejak jenjang pendidikan agar terbentuk generasi yang memiliki kesadaran dan keterampilan dalam menerapkan prinsip keberlanjutan pada berbagai aktivitas sehari-hari (Manik et al., 2024).

Salah satu kelompok yang memiliki peran strategis dalam mewujudkan budaya keberlanjutan adalah siswa SMA dan SMK sebagai calon sumber daya manusia yang akan memasuki dunia pendidikan tinggi maupun dunia kerja. Namun demikian, pembelajaran kimia di sekolah umumnya masih berorientasi pada penguasaan konsep sehingga kesempatan peserta didik untuk mengaplikasikan prinsip *green chemistry* dalam kegiatan praktik masih relatif terbatas (Purnomo et al., 2025). Berdasarkan hasil observasi awal dan komunikasi dengan beberapa sekolah di Kota Surakarta, diketahui bahwa sebagian besar siswa belum pernah memperoleh pelatihan mengenai formulasi produk kebersihan ramah lingkungan, belum memahami prinsip pemilihan bahan kimia yang lebih aman, serta belum memiliki pengalaman melakukan formulasi produk secara langsung di laboratorium. Kondisi tersebut menyebabkan penguasaan *green skills*, seperti kemampuan memilih bahan yang ramah lingkungan, menerapkan prosedur keselamatan kerja, melakukan formulasi produk, dan mengevaluasi mutu produk, masih perlu ditingkatkan (Diplan et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang mampu mengintegrasikan edukasi, praktik laboratorium, dan pengalaman belajar kontekstual untuk meningkatkan kompetensi tersebut.

Berbagai penelitian dan kegiatan pengabdian masyarakat menunjukkan bahwa pelatihan berbasis praktik merupakan metode yang efektif dalam meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran lingkungan peserta (Sari et al., 2025). Pelatihan pembuatan sabun

cair berbasis *eco enzyme* yang dilaksanakan melalui penyuluhan, demonstrasi, praktik langsung, serta evaluasi menggunakan *pre-test* dan *post-test* terbukti mampu meningkatkan pemahaman peserta mengenai konsep *green chemistry* sekaligus meningkatkan keterampilan dalam menghasilkan produk pembersih ramah lingkungan (Alawiyah et al., 2022). Demikian pula pelatihan pembuatan deterjen cair dan sabun berbasis *eco enzyme* pada berbagai kelompok masyarakat menunjukkan bahwa pendekatan partisipatif mampu meningkatkan keterampilan teknis, mendorong pemanfaatan limbah organik, serta membuka peluang kewirausahaan berbasis produk hijau (Riani et al., 2025).

Keberhasilan program-program tersebut sejalan dengan hasil pengabdian yang telah dilakukan oleh tim penulis melalui pengembangan produk kebersihan ramah lingkungan. Pada kegiatan pembuatan produk Cymbosavon (*Handwash* Serai Wangi), pelatihan formulasi sabun cuci tangan berbahan alami berhasil meningkatkan keterampilan masyarakat dalam memproduksi sabun yang aman dan bernilai ekonomis (Hutapea et al., 2025). Selanjutnya, program *EcoCleanzyme* berbasis *eco enzyme* memperluas ruang lingkup pengabdian melalui pemanfaatan limbah organik menjadi produk pembersih ramah lingkungan yang diintegrasikan dengan pelatihan produksi, pengemasan, dan pemasaran sehingga mampu meningkatkan kapasitas masyarakat dalam menghasilkan produk yang bernilai tambah (Hutapea et al., 2026). Meskipun demikian, sasaran kegiatan sebelumnya masih didominasi oleh kelompok masyarakat dan PKK sehingga implementasi *green chemistry* bagi siswa SMA/SMK sebagai calon tenaga kerja industri kimia masih belum banyak dilakukan. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengembangkan model pengabdian yang lebih berorientasi pada peningkatan *green skills* peserta didik melalui pembelajaran berbasis laboratorium.

Berdasarkan kondisi tersebut, Program Studi Sarjana Terapan Kimia Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Duta Bangsa Surakarta menawarkan solusi berupa Pelatihan Formulasi Sabun Cuci Tangan Ramah Lingkungan Berbasis *Green Chemistry* yang dilaksanakan di Laboratorium Kimia Industri dengan melibatkan perwakilan siswa SMA dan SMK di Kota Surakarta. Kegiatan dirancang menggunakan pendekatan *experiential learning* melalui penyampaian materi mengenai prinsip *green chemistry*, demonstrasi formulasi produk, praktik langsung pembuatan sabun cuci tangan, evaluasi mutu produk, serta pengukuran peningkatan pengetahuan dan *green skills* menggunakan instrumen *pre-test*, *post-test*, dan rubrik penilaian keterampilan. Pendekatan tersebut diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang autentik sehingga peserta tidak hanya memahami konsep kimia hijau secara teoritis, tetapi juga mampu mengimplementasikannya dalam pembuatan produk yang aman, efektif, dan ramah lingkungan (Zikri et al., 2026).

Berdasarkan uraian tersebut, kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan *green skills* siswa SMA/SMK di Kota Surakarta melalui pelatihan formulasi sabun cuci tangan ramah lingkungan berbasis *green chemistry*. Secara khusus, kegiatan ini bertujuan meningkatkan pengetahuan peserta mengenai prinsip *green chemistry*, meningkatkan keterampilan dalam melakukan formulasi produk sesuai prosedur laboratorium, serta menumbuhkan kesadaran terhadap pentingnya penggunaan bahan kimia yang lebih aman dan berkelanjutan. Selain menghasilkan produk sabun cuci tangan ramah lingkungan, kegiatan ini diharapkan dapat menjadi model pembelajaran berbasis laboratorium yang mendukung penguatan kompetensi abad ke-21 sekaligus berkontribusi terhadap pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan melalui peningkatan literasi lingkungan pada generasi muda.

2. METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan melalui pendekatan *participatory learning* dan *experiential learning*, yaitu metode pembelajaran yang menekankan keterlibatan aktif peserta dalam seluruh rangkaian kegiatan melalui penyampaian materi, demonstrasi, praktik laboratorium, diskusi, dan refleksi hasil kegiatan (Yusuf et al., 2025). Pendekatan ini dipilih karena mampu meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus keterampilan praktis (*green skills*) peserta dalam menerapkan prinsip *green chemistry* (Yanti & Darmana, 2026). Kegiatan meliputi penyuluhan mengenai konsep *green chemistry* dan produk ramah lingkungan, pelatihan formulasi sabun cuci tangan ramah lingkungan, demonstrasi penggunaan alat dan bahan laboratorium, pendampingan selama praktik, serta evaluasi hasil kegiatan. Mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Kimia Industri berperan sebagai fasilitator laboratorium yang membantu menyiapkan alat dan bahan, mendampingi kelompok peserta selama proses formulasi, memastikan penerapan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja (K3), serta membantu proses dokumentasi dan evaluasi kegiatan.

Mitra kegiatan adalah 20 siswa perwakilan SMA dan SMK di Kota Surakarta yang memiliki minat pada bidang sains dan teknologi, khususnya kimia. Kegiatan dilaksanakan di Laboratorium Kimia Industri, Program Studi Sarjana Terapan Kimia Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Duta Bangsa Surakarta. Pemilihan laboratorium sebagai lokasi pelaksanaan bertujuan memberikan pengalaman belajar autentik (*authentic learning*) sehingga peserta tidak hanya memperoleh pemahaman konseptual, tetapi juga pengalaman praktik menggunakan peralatan laboratorium serta menerapkan prosedur kerja sesuai standar operasional (SOP).

Tabel 1. Tahapan Pelaksanaan.

Tahap	Kegiatan	Metode	Luaran
Pra-kegiatan	Koordinasi dengan sekolah, penyusunan modul, persiapan alat dan bahan, pre-test	Observasi, koordinasi	Modul, instrumen evaluasi, kesiapan laboratorium
Penyuluhan	Konsep <i>Green Chemistry</i> , K3 Laboratorium	Ceramah interaktif, diskusi	Peningkatan pengetahuan
Demonstrasi	Demonstrasi formulasi sabun	Demonstrasi	Pemahaman prosedur
Praktik	Formulasi sabun cuci tangan	Praktik laboratorium, pendampingan	Produk sabun ramah lingkungan
Monitoring dan Evaluasi	Observasi, <i>post-test</i> , penilaian <i>green skills</i> , angket kepuasan	Observasi, tes, angket	Data keberhasilan program

Pelaksanaan kegiatan terdiri atas tiga tahapan, yaitu pra-kegiatan, pelaksanaan kegiatan, dan monitoring serta evaluasi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Tahap pra-kegiatan meliputi koordinasi dengan sekolah mitra, penyusunan modul pelatihan, penyusunan instrumen *pre-test* dan *post-test*, penyusunan rubrik penilaian *green skills*, persiapan alat dan bahan praktikum, penyusunan lembar kerja peserta, serta pengecekan kelayakan laboratorium dan penerapan aspek keselamatan kerja. Selain itu, pada tahap ini dilakukan observasi awal untuk mengidentifikasi tingkat pengetahuan peserta mengenai *green chemistry* dan pengalaman mereka dalam melakukan formulasi produk kebersihan ramah lingkungan sehingga materi pelatihan dapat disesuaikan dengan kebutuhan peserta.

Tahap pelaksanaan diawali dengan penyuluhan mengenai konsep *green chemistry*, pemilihan bahan baku yang lebih aman, fungsi bahan penyusun sabun cuci tangan, serta penerapan K3 di laboratorium. Selanjutnya, peserta mengikuti demonstrasi formulasi yang diperagakan oleh tim pengabdian sebelum melaksanakan praktik laboratorium secara berkelompok. Selama praktikum, peserta didampingi oleh dosen dan mahasiswa untuk memastikan setiap tahapan formulasi, mulai dari penimbangan bahan, pencampuran, homogenisasi, penyesuaian pH, hingga pengemasan produk, dilakukan sesuai prosedur operasional standar. Produk yang dihasilkan kemudian dievaluasi berdasarkan karakteristik fisik sederhana, meliputi warna, aroma, homogenitas, pH, stabilitas, dan tinggi busa, serta dipresentasikan oleh masing-masing kelompok sebagai bahan refleksi dan diskusi bersama.

Monitoring dan evaluasi dilakukan secara berkelanjutan untuk menilai proses maupun hasil kegiatan. Evaluasi proses dilakukan melalui observasi terhadap partisipasi peserta, kemampuan menggunakan alat laboratorium, penerapan K3, ketepatan prosedur formulasi, dan kerja sama dalam kelompok menggunakan rubrik penilaian *green skills*. Sementara itu, evaluasi hasil dilakukan melalui perbandingan nilai *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan pengetahuan peserta, serta angket kepuasan untuk mengetahui respons peserta

terhadap materi, metode pelatihan, narasumber, dan fasilitas laboratorium. Seluruh data dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa nilai rata-rata, simpangan baku, persentase, dan grafik. Perbedaan hasil *pre-test* dan *post-test* dianalisis menggunakan *paired sample t-test* apabila data berdistribusi normal atau *Wilcoxon Signed-Rank Test* apabila data tidak berdistribusi normal dengan taraf signifikansi 5% ($p < 0,05$). Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi efektivitas pelatihan dalam meningkatkan pengetahuan dan *green skills* siswa SMA/SMK sebagai indikator keberhasilan program pengabdian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pra Kegiatan dan Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan pengabdian diawali dengan koordinasi antara tim pengabdian Program Studi Sarjana Terapan Kimia Industri Universitas Duta Bangsa Surakarta dengan SMA dan SMK di Kota Surakarta untuk menyusun jadwal kegiatan, menentukan peserta, serta mengidentifikasi kebutuhan mitra terkait penguatan kompetensi *green chemistry*. Hasil koordinasi menunjukkan bahwa sebagian besar peserta belum pernah mengikuti pelatihan formulasi produk ramah lingkungan maupun praktikum formulasi di laboratorium perguruan tinggi. Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, tim pengabdian menyiapkan modul pelatihan, instrumen *pre-test* dan *post-test*, rubrik penilaian *green skills*, alat dan bahan praktikum, serta memastikan kelayakan Laboratorium Kimia Industri sebagai lokasi pelaksanaan.



Gambar 1. Penyampaian Materi dan Demonstrasi

Pelaksanaan kegiatan diawali dengan penyuluhan mengenai konsep *green chemistry*, pemilihan bahan kimia yang lebih aman, penggunaan surfaktan ramah lingkungan, serta penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di laboratorium. Penyampaian materi dilakukan secara interaktif melalui ceramah, diskusi, dan tanya jawab sehingga peserta berpartisipasi aktif dalam menghubungkan konsep *green chemistry* dengan penggunaan produk kebersihan sehari-hari. Tingginya partisipasi peserta menunjukkan bahwa metode penyuluhan mampu meningkatkan pemahaman awal mengenai pentingnya penggunaan bahan kimia yang aman dan berkelanjutan sebagai dasar sebelum praktik laboratorium sejalan dengan penelitian

Amirah et al (2025) yang menyatakan bahwa pembelajaran partisipatif meningkatkan keterlibatan peserta. Proses penyampaian materi kepada peserta memperlihatkan antusiasme peserta selama sesi diskusi (Amirah et al., 2025).

Selanjutnya dilakukan demonstrasi formulasi sabun cuci tangan ramah lingkungan yang meliputi penjelasan formula, fungsi setiap bahan, teknik pencampuran, homogenisasi, pengukuran pH, serta penambahan *fragrance*. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1, demonstrasi tersebut memberikan gambaran mengenai prosedur kerja yang benar sehingga membantu peserta memahami setiap tahapan formulasi dan mengurangi potensi kesalahan selama praktikum. Peserta juga terlihat aktif mengamati proses, mengajukan pertanyaan, serta mendiskusikan hubungan antara komposisi bahan, mutu produk, dan penerapan prinsip *green chemistry*.



Gambar 2. Praktik Langsung oleh Peserta

Tahap praktikum merupakan inti kegiatan yang memberikan pengalaman belajar langsung (*hands-on learning*) kepada peserta. Dengan pendampingan dosen dan mahasiswa, setiap kelompok melakukan penimbangan bahan, pencampuran, homogenisasi, penyesuaian pH, hingga pengemasan produk sesuai SOP laboratorium. Seluruh kelompok berhasil menghasilkan sabun cuci tangan dengan karakteristik fisik yang baik, yaitu berwarna bening, homogen, beraroma *strawberry*, memiliki pH 6,2, stabil tanpa pemisahan fase, serta menghasilkan busa yang baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peserta mampu menerapkan prosedur formulasi secara tepat. Nilai pH 6,2 berada pada kisaran pH fisiologis kulit sehingga relatif aman digunakan, sedangkan homogenitas, stabilitas, dan busa yang dihasilkan menunjukkan bahwa proses formulasi berlangsung optimal (Sembiring et al., 2026).

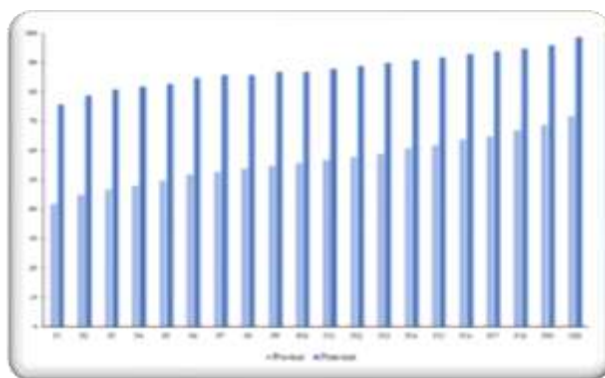


Gambar 3. Foto Bersama Peserta dan Contoh Produk yang Dihasilkan

Keberhasilan ini didukung oleh penggunaan bahan baku yang lebih aman, surfaktan yang mudah terurai (*biodegradable*), serta proses yang menghasilkan limbah minimal sehingga sesuai dengan prinsip *green chemistry*, khususnya *designing safer chemicals* dan *waste prevention*. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis praktik tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis peserta, tetapi juga memperkuat *green skills* dan pemahaman mengenai formulasi produk ramah lingkungan, sejalan dengan penelitian (Muaddab et al., 2024).

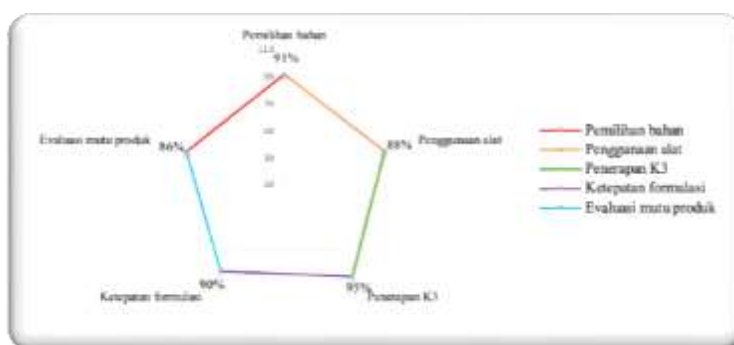
Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dan evaluasi dilakukan untuk mengukur efektivitas pelatihan dalam meningkatkan pengetahuan dan *green skills* peserta. Hasil *pre-test* dan *post-test* (Gambar 4) menunjukkan bahwa nilai rata-rata peserta meningkat dari $56,3 \pm 9,2$ menjadi $87,1 \pm 6,4$, atau mengalami peningkatan sebesar 54,7%. Hasil uji normalitas menunjukkan data memenuhi persyaratan analisis, sehingga dilakukan *paired sample t-test* (atau *Wilcoxon Signed-Rank Test* apabila data tidak berdistribusi normal) (Anggraini et al., 2025). Analisis statistik menunjukkan nilai $p < 0,001$, yang mengindikasikan bahwa pelatihan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan pengetahuan peserta mengenai *green chemistry*, keselamatan kerja laboratorium, dan formulasi sabun cuci tangan ramah lingkungan. Selain itu, hasil penilaian *green skills* (Gambar 5) menunjukkan rata-rata capaian sebesar 90%, dengan skor tertinggi pada indikator penerapan K3 (95%) dan terendah pada evaluasi mutu produk (86%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendekatan *experiential learning* melalui praktik laboratorium efektif dalam mengembangkan keterampilan teknis sekaligus membentuk *green skills* peserta.



Gambar 4. Hasil *pre-test* dan *post-test*

Evaluasi kepuasan peserta menunjukkan respons yang sangat positif terhadap seluruh rangkaian kegiatan, dengan tingkat kepuasan sebesar 96% terhadap materi, 98% terhadap narasumber, 100% terhadap kegiatan praktikum, 95% terhadap fasilitas laboratorium, dan 97% terhadap pelaksanaan kegiatan secara keseluruhan. Hasil observasi selama pelatihan juga menunjukkan bahwa peserta mampu menggunakan peralatan laboratorium sesuai SOP, menerapkan prosedur K3, bekerja sama dalam kelompok, serta melakukan formulasi dan evaluasi produk dengan baik. Temuan ini menunjukkan bahwa pelatihan tidak hanya meningkatkan pengetahuan peserta, tetapi juga memperkuat keterampilan praktis, kemampuan kolaborasi, serta kesadaran terhadap penerapan prinsip *green chemistry* dalam pembuatan produk yang lebih ramah lingkungan.



Gambar 5. Grafik Radar *Green Skills* Peserta

Kendala yang Dihadapi dan Dampak Kegiatan

Selama praktikum, sebagian peserta masih mengalami kesulitan dalam melakukan penyesuaian pH formulasi dan memperoleh produk yang homogen karena belum terbiasa menggunakan peralatan laboratorium. Kendala tersebut diatasi melalui demonstrasi yang lebih rinci, pendampingan oleh dosen dan mahasiswa, serta bimbingan pada setiap kelompok, sehingga seluruh peserta mampu menyelesaikan praktikum dan menghasilkan produk sesuai kriteria. Temuan ini sejalan dengan Suding et al. (2025) yang menyatakan bahwa

pendampingan intensif pada pembelajaran laboratorium dapat meningkatkan keterampilan praktis peserta (Suding et al., 2025).

Pelatihan memberikan dampak positif terhadap kompetensi peserta, ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata pengetahuan sebesar 54,7% (dari 56,3 menjadi 87,1; $p < 0,001$) dan capaian *green skills* sebesar 90% (kategori sangat baik). Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendekatan *participatory learning* dan *experiential learning* efektif dalam meningkatkan kemampuan kognitif, keterampilan formulasi, serta kesadaran peserta terhadap penerapan *green chemistry* dan K3. Temuan ini sejalan dengan Adinata et al. (2024) yang melaporkan bahwa pembelajaran berbasis praktik mampu meningkatkan kompetensi teknis dan kepedulian lingkungan peserta didik (Adinata & Setiawan, 2024).

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian melalui pelatihan formulasi sabun cuci tangan ramah lingkungan berbasis *green chemistry* di Laboratorium Kimia Industri Universitas Duta Bangsa Surakarta berhasil meningkatkan pengetahuan dan *green skills* siswa SMA/SMK di Kota Surakarta. Nilai rata-rata pengetahuan peserta meningkat dari 56,3 menjadi 87,1 atau sebesar 54,7% dengan perbedaan yang signifikan ($p < 0,001$). Selain itu, capaian *green skills* peserta mencapai 90% (kategori sangat baik), sedangkan tingkat kepuasan peserta mencapai 97%. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan *participatory learning* dan *experiential learning* efektif dalam meningkatkan pengetahuan, keterampilan praktis, dan kesadaran peserta terhadap penerapan prinsip *green chemistry*.

Kegiatan serupa disarankan untuk dilaksanakan secara berkelanjutan dengan melibatkan lebih banyak SMA/SMK serta mengembangkan pelatihan pada formulasi produk ramah lingkungan lainnya berbasis *green chemistry*. Selain itu, diperlukan pendampingan lanjutan bagi sekolah agar konsep *green chemistry* dan *green skills* dapat diintegrasikan ke dalam kegiatan praktikum maupun proyek pembelajaran berbasis lingkungan.

Pengakuan

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Duta Bangsa Surakarta atas dukungan terhadap pelaksanaan kegiatan pengabdian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Program Studi Sarjana Terapan Kimia Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Duta Bangsa Surakarta, serta kepala sekolah, guru pendamping, dan siswa SMA/SMK di Kota Surakarta atas kerja sama dan partisipasi aktif sehingga kegiatan dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR REFERENSI

- Adinata, T., & Setiawan, J. B. (2024). Peran Pembelajaran Berbasis Lingkungan dalam Menumbuhkan Kesadaran Konservasi pada Siswa. *Jurnal Cakrawala Pendidikan Dan Biologi*, 1(3), 35–40.
- Alawiyah, A. L., Abdullah, F. F., Sari, S. D., & Wighoyatul, M. (2022). Application of Green Chemistry by Making Eco-enzyme-Based Dishwashing Liquid Soap at Roufus Sunnah Islamic Boarding School. *Indonesian Journal of Community Empowerment (IJCE)*, 03(4), 139–148. <https://doi.org/https://doi.org/10.35899/ijce.v3i04.921>
- Amirah, S., Sutikno, A., & Annovasho, J. (2025). Pengenalan Keselamatan Kerja di Laboratorium Melalui Kegiatan Pembuatan Poster Edukatif Pada Siswa Kelas X MAN Kota Palangka Raya. *BHAKTI NAGORI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 936–946. https://doi.org/https://doi.org/10.36378/bhakti_nagori.v5i2.5034
- Anggraini, D. P., Zubaidah, M., & Rahma, K. (2025). Uji Wilcoxon untuk Mengevaluasi Hasil Pretest-Posttest Pembelajaran Entomologi Kedokteran pada Mahasiswa Preklinik. *Public Health and Safety International Journal*, 5(1), 288–298.
- Arninda, A., & Yusuf, A. A. I. S. (2025). Pembuatan Sabun Mandi Padat dari Eco enzyme dan Hasil Pemurnian Minyak Jelantah. *Amal Ilmiah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 353–361. <https://doi.org/http://doi.org/10.36709/amalilmiah.v6i2.395>
- Astuti, P., Yojana, R. M., Septiani, W., & Witonohadi, A. (2026). Pemberdayaan Warga Melalui Pelatihan Pembuatan Sabun Ramah Lingkungan Berbasis Eco Enzyme di Perumahan Barazaki Depok. *Abdimas Galuh*, 8(1), 416–424.
- Diplan, Fitriyanto, M. N., & Pribadi, A. (2022). Upaya Peningkatan Green Skills pada Pembelajaran Vokasi Melalui Penerapan Model Project Citizen. *JVTE: Journal of Vocational and Technical Education*, 4(1), 1–7.
- Hutapea, H. P., Ambarwati, S., Aulia, M., & Putri, R. A. (2026). Pengembangan Produk EcoCleanzyme Berbasis Eco Enzyme untuk Pemberdayaan PKK Desa Padeyan. *Jurnal Masyarakat Madani Indonesia*, 5(1), 513–521. <https://doi.org/https://doi.org/10.59025/2qvmv754>
- Hutapea, H. P., Trisnawati, N., Krisnaputra, M., & Yuliana, Y. E. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Wonorejo Melalui Pelatihan Pembuatan Cymbosavon (Handwash Serai Wangi) Sebagai Upaya Penguatan Ekonomi Masyarakat. *Nuras: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3), 104–114. <https://doi.org/https://doi.org/10.36312/nuras.v5i3.433>
- Kurniati, E., Adelia, K. A. C., Dwinanda, I. G., Suprayogi, T., & Ayu, R. W. S. (2025). Aplikasi Eco-Enzyme sebagai Bahan Pembuatan Sabun Antiseptik Cair yang Ramah Lingkungan. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 10(7), 1706–1714. <https://doi.org/https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v10i7.9240>
- Manik, T. N., Haryanti, N. H., Sudarningsih, S., Siregar, S. S., Urfa, G. A., Safitri, M., Ananda, T., Asyiah, N., & Maulidah, N. (2024). Membuat Sendiri Sabun Ecoenzyme Ramah Lingkungan Berbahan Limbah Minyak Goreng. *Jurnal Pengabdian ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul)*, 4(1), 24–29. <https://doi.org/https://10.20527/ilung.v3i4>

- Muaddab, H., Zunitasari, I., & Martha, J. A. (2024). Problematika Green Skill Terhadap Kesiapan Kerja Lulusan SMK Di Sektor Industri Hijau. *Research and Development Journal Of Education*, 10(1), 460–470. <https://doi.org/https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/RDJE> p-ISSN
- Purnomo, E., Nofitasari, T. A., Soleha, A. P., Yumnaa, P. N., Lathifa, F. H., Maryani, L. D., Mahmudi, M. M. A., Said, A. U., Putra, M. D. H., & Muhammad, M. A. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Pembuatan Sabun Cuci Tangan Eco-Enzyme Di Desa Sidorejo, Kabupaten Wonosobo. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat MEDITEG*, 10(November), 53–64.
- Riani, D. M., Faradilla, R., Stefanny, N., Allo, L., Onibala, S. S., Pramana, D. A., Azam, A., Anggari, R., Setiawati, F. A., Putra, R. A., & Amalia, H. (2025). Pelatihan Pembuatan Detergen Cair Berbasis Eco Enzyme Ramah Lingkungan bagi Masyarakat Dusun Sungai , Kecamatan Sangatta Selatan , Kabupaten Kutai Timur , Kalimantan Timur. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Inovasi Indonesia*, 3(6), 407–414. <https://doi.org/https://doi.org/10.54082/jpmii.934>
- Sari, D. S., Nugraheni, D., Widiyawati, Y., & Nurwahidah, I. (2025). Menggugah Kreativitas dan Kesadaran Lingkungan : Pelatihan Ecoprint Teknik Pounding bagi Siswa SMA. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 1161–1166. <https://doi.org/https://doi.org/10.31949/jb.v6i2.12174>
- Sembiring, P., Harahap, N. D., & Tarigan, R. S. P. B. (2026). Pemanfaatan Daun Kelakai Sebagai Bahan Aktif Gel Moisturizer Herbal Anti-UV Untuk Peningkatan Nilai Ekonomi Tanaman Lokal. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Putri Hijau*, 6(2), 40–46.
- Suding, Abbas, G. H., Munawwarah, Alam, M. N., & Fahmuddin, M. (2025). Peningkatan Keterampilan Dasar Praktikum Bagi Mahasiswa Baru Prodi Kimia FMIP UNM. *ABDIKIMIA*, 2(2), 198–203.
- Yanti, F., & Darmana, A. (2026). Kajian Literatur Transformasi Pembelajaran Kimia Melalui Pendekatan Green Chemistry Untuk Pembangunan Berkelanjutan. *Katalis: Jurnal Penelitian Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 9(1), 15–21.
- Yusuf, Y. Y., Rais, A. H., Faisal, A., Nasiruddin, A., Rahman, M., Akuntansi, J. I., Makassar, U. N., Tangga, R., & Masyarakat, P. (2025). Sosialisasi Literasi Keuangan Untuk Rumah Tangga Financial. *JAPMIS : Jurnal Pengabdian Masyarakat Ichsan Sidenreng Rappang*, 2(1), 1–15.
- Zikri, R., Zulqurnain, M., & Fikriya, S. H. (2026). Implementasi Green Chemistry Dalam Pembelajaran Kimia Untuk Peserta Didik SMA Negeri 4 Palembang : Edukasi Dan Praktikum Ramah Lingkungan. *Jurnal Abdimas Kartika Wijayakusuma This*, 7(1), 743–753. <https://doi.org/https://doi.org/10.26874/jakw.v7i1.1307>