

DETERGEN CAIR RAMAH LINGKUNGAN BERBASIS METIL ESTER SULFONAT (MES): STEM PROJECT-BASED LEARNING DI SMA MUHAMMADIYAH 9 KOTA BEKASI

Nining Nining*, Yeni Yeni, Anisa Amalia

Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi dan Sains, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Kota Jakarta Timur, Indonesia

*Korespondensi : nining@uhamka.ac.id

Abstrak

Salah satu permasalahan terkait isu kerusakan ekosistem perairan akibat pencemaran lingkungan di Indonesia adalah penggunaan detergen berbahan dasar surfaktan yang sulit terdegradasi secara alami oleh masyarakat. Pembuatan produk detergen cair ramah lingkungan berbahan dasar surfaktan MES dapat menjadi pembelajaran siswa dengan konsep STEM project-based learning model low carbon. Model ini merupakan pendekatan yang lebih praktis untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif dan merupakan bagian dari learning community untuk pembelajaran berkelanjutan. Kegiatan pengabdian ini bertujuan sebagai kegiatan kolaborasi universitas dengan sekolah dalam penerapan STEM untuk pembelajaran kimia. Kegiatan ini adalah bentuk alternatif dalam pembelajaran kimia untuk menstimulasi daya tarik dan minat siswa terhadap materi pembelajaran yang sering dianggap sulit. Metode kegiatan mengadopsi metode simulasi dan eksperimental secara berkelompok dalam pengoptimalan penyampaian materi. Berdasarkan data evaluasi yang diuji-t berpasangan, terdapat peningkatan pemahaman siswa terkait materi secara bermakna ($p < 0,05$) dengan peningkatan nilai rerata tes dari 40,44 menjadi 89,56. Selain itu, partisipasi aktif dan antusiasme juga ditunjukkan oleh sebagian besar peserta kegiatan.

Kata kunci: detergen cuci cair, eco-friendly, surfaktan nabati.

Abstract

One of the problems related to the issue of damage to aquatic ecosystems due to environmental pollution in Indonesia is the use of surfactant-based detergents, which make it difficult for people to degrade naturally. Making environmentally friendly liquid detergent products made from MES surfactants can be a learning experience for students using the low-carbon STEM project-based learning model concept. This model is a more practical approach to developing creative thinking skills and is part of a learning community for continuous learning. This service activity is collaborative between universities and schools in applying STEM to chemistry learning. This activity is an alternative form of learning chemistry to stimulate students' fascination and interest in learning material, which is often considered challenging. The activity method uses group simulation and experimental methods to optimize material delivery. Based on evaluation data that was paired t-tested, there was a significant increase in students' understanding of the material ($p < 0.05$) with an increase in the average test score from 40.44 to 89.56. Apart from that, most of the activity participants also showed active participation and enthusiasm.

Keywords: liquid washing detergent, eco-friendly, vegetable-derived surfactant.

Submit: Mei 2024

Diterima: Mei 2024

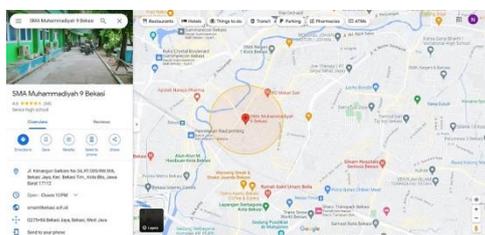
Publis: Mei 2024



Amaliah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0)

1. PENDAHULUAN

SMA Muhammadiyah 9 Kota Bekasi merupakan bagian dari lembaga pendidikan Muhammadiyah yang telah dikelola sejak tahun 1985. Lokasinya berada di Jl. Kimangun Sarkoro No. 45 Kota Bekasi, Provinsi Jawa Barat seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1. Keberadaannya tidak lepas dari tujuan Muhammadiyah yaitu mewujudkan sebenarnya masyarakat islam melalui pendidikan (Muhammadiyah, 2015). Program unggulan yang dicanangkan sekolah level SMA tersebut yaitu STEM yang merupakan kependekan dari *Science, Technology, Engineering and Mathematic* berupa pendekatan integratif berbagai aspek seperti matematik, teknik, teknologi, dan sains selama proses pembelajaran dengan penekanan pada pencarian solusi atas masalah nyata kehidupan sehari-hari. Pendekatan ini mengajarkan siswa mengenai prinsip dasar, konsep, teknologi, teknik sains, dan matematik secara komprehensif dalam pengembangan sistem, produk, dan proses yang berguna bagi kehidupan manusia (Nugroho et al., 2019; Suwardi, 2021).



Gambar 1. Lokasi SMA Muhammadiyah 9 Kota Bekasi

Rendahnya keterlibatan siswa dalam proses belajar akan berakibat pada mandeknya kecakapan siswa dalam bernalar secara kritis dan bekerja secara tim. Sedangkan kenyataannya pembelajaran kimia tidak semata-mata kemampuan menginterpretasi konsep

tetapi juga proses analisis dan kreatif dalam pencarian solusi terhadap suatu permasalahan. Kemendikbud pada tahun 2016 menyampaikan bahwa materi belajar kimia adalah rangkaian dari sains yang didapatkan dan ditumbuhkan berlandaskan eksperimen untuk menjawab soal mengapa, apa, dan bagaimana terkait dengan fenomena-fenomena alam (Damayanti et al., 2019).

Salah satu permasalahan terkait isu kerusakan ekosistem perairan akibat pencemaran lingkungan di Indonesia adalah penggunaan detergen berbahan dasar surfaktan yang sulit terdegradasi secara alami oleh masyarakat (Chasani et al., 2014; Lestari, 2022). Produk detergen cair yang lebih ramah lingkungan seperti surfaktan minyak nabati dapat menjadi alternatif dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat terhadap surfaktan dalam kandungan produk sehari-harinya. Salah satu surfaktan berbahan dasar oleo adalah α -MES (metil ester sulfonat) berupa surfaktan anionik yang sebagian besar bersumber dari metil ester berbahan dasar minyak sawit. Surfaktan jenis ini yang juga disebut *green surfactant* memiliki keunggulan dibandingkan LABS seperti detergensi yang lebih baik dengan dosis yang sedikit lebih rendah, biodegradabilitas yang lebih besar, toleransi yang lebih tinggi terhadap air sadah, toksisitas yang lebih rendah terhadap lingkungan, dan kompatibilitas kulit yang lebih baik (Low et al., 2021).

Pembelajaran STEM yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini adalah pembelajaran STEM ramah lingkungan (*low carbon*) yang dilaksanakan berbasis proyek. STEM *low carbon* merupakan pendekatan yang lebih praktis untuk mengembangkan keterampilan berpikir

kreatif. Siswa belajar tentang masalah dunia nyata dan diminta untuk merancang dan mengerjakan proyek untuk menyelesaikannya (Indriyanti et al., 2021; Khasanah et al., 2023). Contoh STEM berbasis proyek ini adalah pembuatan detergen cair berbahan dasar surfaktan yang ramah lingkungan seperti MES. Penerapan proyek ramah lingkungan ini merupakan bagian dari *learning community* untuk pembelajaran berkelanjutan (Indriyanti et al., 2021). Mitra merupakan SMA Muhammadiyah di Kota Bekasi yang memiliki kebutuhan kolaborasi dengan universitas dalam membantu menerapkan pembelajaran dengan pendekatan STEM. Berdasarkan analisis situasi yang dijelaskan sebelumnya, permasalahan prioritas yang akan ditangani dalam kegiatan pengabdian ini yaitu:

1. Belum pernah dilakukan *project-based learning* pembelajaran IPA berbasis produk terapan kimia dengan prinsip STEM yang didampingi instruktur yang berasal dari luar sekolah
2. Terbatasnya alat dan bahan serta konsep penerapan pembelajaran kimia berbasis produk sehari-hari pada materi senyawa organik

Dengan adanya beberapa permasalahan tersebut, program pengabdian ini dilakukan sebagai kolaborasi universitas dengan mitra dalam menerapkan STEM dalam pembelajaran kimia berupa proyek pembuatan deterjen cair.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan dilaksanakan dengan metode simulasi dan eksperimental secara berkelompok untuk mengoptimalkan penyampaian materi

(Nining & Yeni, 2021). Adapun pelaksanaan pengabdian ini dibagi dalam beberapa tahapan:

Koordinasi dengan pihak mitra dan persiapan kegiatan

Proses penyelarasan antara tujuan kegiatan pengabdian dan kebutuhan siswa dilakukan bersama dengan pemangku kebijakan di sekolah SMA Muhammadiyah 9 Kota Bekasi. Pada tahap ini juga dilakukan pengurusan administrasi, penyusunan rangkaian acara, dan pembuatan materi serta konsep pembelajaran yang akan dilaksanakan.

Pelaksanaan kegiatan

Kegiatan diawali dengan diskusi dan pemberian materi secara teoritis terlebih dahulu. Materi yang disampaikan berupa penyebab permasalahan pencemaran lingkungan perairan yang kemudian diarahkan kepada pembuatan alternatif produk ramah lingkungan sebagai salah satu penanggulangan permasalahan tersebut. Konsep dan mekanisme produk ramah lingkungan juga dijelaskan hingga diperoleh konsep formula produk yang akan dipraktekkan. Praktek pembuatan detergen ramah lingkungan dibuat dengan basis MES dan *sodium laureth sulphate* (SLES) sebagai pembanding. Proses pembuatan tersebut dilaksanakan secara berkelompok dalam lingkup skala kecil dengan penyesuaian kondisi laboratorium sekolah. Kegiatan praktek meliputi cara penggunaan bahan-bahan penyusun detergen, prosedur perlakuan dan pencampuran bahan, serta sampai proses pengemasan produk. Prosedur pembuatan deterjen cair mengikuti metode yang dilakukan oleh Nining dkk. dengan sedikit modifikasi (Nining et al., 2023). Formulasinya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. *Formula detergen cair berbasis MES dan SLES*

No	Formula 1		Formula 2		Fungsi
	Bahan	Jumlah	Bahan	Jumlah	
1	MES	15%	SLES	15%	Surfaktan anionik
2	Cocamide DEA	1%	Cocamide DEA	1%	Surfaktan non ionik
3	Nasitrat	3%	NaCl	3%	Pengental
4	NaOH 1%	50 mL	NaOH 1%	50 mL	Peningkat pH
5	Aquadest	100%	Aquadest	100%	Pelarut
6	Pewarna	q.s	Pewarna	q.s	-
7	Pewangi	q.s	Pewangi	q.s	-

Evaluasi Kegiatan

Diawal dan diakhir kegiatan pengabdian dilakukan evaluasi berupa tes tertulis sebagai alat ukur untuk mengukur tingkat kesuksesan kegiatan dan menetapkan kedalaman wawasan siswa mengenai bahan materi serta praktek yang dilakukan selama kegiatan pengabdian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap persiapan dilakukan dengan melakukan survey lokasi dan komunikasi dengan mitra sekolah yang dilakukan pada dua bulan sebelum aktualisasi kegiatan. Pada tahap ini, sekolah menyampaikan informasi mengenai pembelajaran kimia yang telah diterima oleh siswa. Informasi tersebut menjadi dasar dalam perancangan konsep kegiatan selanjutnya. Kegiatan pengabdian

dilaksanakan pada hari jumat tanggal 12 Januari 2024 di laboratorium SMA Muhammadiyah 9 Kota Bekasi dengan peserta berasal dari kelas XII sebanyak 52 siswa.



Gambar 2. Diskusi dan penyampaian materi awal oleh narasumber yaitu apt. Yeni, M.Si. (kiri) dan apt. Nining, M.Si. (kanan)

Pertama, dilakukan diskusi dan penyampaian materi terlebih dahulu terkait permasalahan lingkungan berupa pencemaran lingkungan akibat penggunaan detergen yang sulit terurai secara alami (Gambar 1). Limbah surfaktan tersebut berpotensi menyebabkan kematian ekosistem yang hidup di lingkungan perairan akibat racun dan busa yang menutupi permukaan air dan mengganggu perputaran oksigen yang menjadi kebutuhan organisme didalamnya (Lestari, 2022). Penggunaan produk alternatif yang *eco-friendly* seperti sabun berbasis herbal dan detergen berbahan dasar surfaktan minyak nabati menjadi opsi yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran

lingkungan tersebut (Fatmawati et al., 2021; Nining et al., 2022).

Peserta juga diberikan informasi mengenai standar pedoman dalam menentukan persyaratan kualitas beserta prosedur uji produk pembersih pakaian dengan kandungan utama berupa bahan surfaktan. Standar tersebut dikeluarkan oleh BSN yaitu SNI 4075-1:2017 yang merupakan revisi dari standar sebelumnya yaitu SNI 06-4075-1996 yang berkaitan dengan produk deterjen cuci cair. Adapun persyaratan mutu deterjen cuci cair untuk pakaian berdasarkan standar terbaru adalah sebagai berikut: (BSN, 2017)

Tabel 2. *Persyaratan mutu deterjen cuci cair untuk pakaian*

Parameter	Batasan syarat
Level pH (1% larutan)	5 – 10
Berat jenis (25°C)	1,0 – 1,5
Senyawa tidak larut air (% , fraksi massa)	Maksimal 0,1
Jumlah surfaktan (% , fraksi massa)	Minimal 14
Nilai biodegradasi surfaktan (%)	Minimal 60

Selanjutnya para siswa dibuat menjadi 5 kelompok besar dan 4 kelompok diminta untuk praktek membuat deterjen cair berbasis MES dan SLES serta 1 kelompok mempersiapkan alat kemas produk. Secara objektif, sebagian besar siswa berpartisipasi aktif dan menunjukkan antusiasme yang tinggi dalam kegiatan praktek produksi deterjen seperti yang ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3. *Praktek produksi deterjen cuci cair meliputi penimbangan bahan (kiri) dan pencampuran bahan (kanan)*

Deterjen cuci cair adalah campuran bahan-bahan berbentuk cairan homogen yang mengandung sabun atau surfaktan yang ditujukan untuk proses mencuci dan membersihkan pakaian tanpa menimbulkan iritasi pada kulit (BSN, 2017). MES dikenalkan sebagai bahan utama pembuatan deterjen yang lebih ramah lingkungan dibandingkan LABS. MES adalah surfaktan anionik yang berasal dari bahan baku oleokimia (Maurad et al., 2017). Hasil penelitian menunjukkan bahwa MES memiliki biodegradabilitas yang lebih baik dibandingkan LABS karena waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat degradasi 60% jauh lebih singkat dibandingkan LABS. Selain itu, MES memiliki *eco-toxicity* yang lebih rendah karena LC_{50} MES lebih tinggi dibandingkan LAS yang berarti memerlukan konsentrasi MES yang lebih tinggi untuk membunuh 50% ikan (Low et al., 2021). Prosedur pembuatan deterjen cair berbasis MES berbeda dengan basis SLES. MES harus

dipanaskan agar dapat larut dalam air sedangkan SLES dapat langsung larut dalam air dingin. Adapun formulasi sediaan kedalam bentuk detergen cair memiliki beberapa keunggulan dibandingkan detergen bubuk. Detergen cair mudah larut seluruhnya dalam air, bahkan dalam air sejuk atau dingin sekalipun. Selain itu, masalah penggumpalan tidak muncul pada detergen cair (Maurad et al., 2017). Detergen cair yang telah dibuat kemudian dikemas dalam kemasan botol 200 mL. Perolehan produk ditunjukkan Gambar 4.



Gambar 4. Produk deterjen cair hasil praktek berbasis SLES (kiri) lebih keruh karena terdapat banyak busa dan MES (kanan) terlihat lebih jernih karena bersifat rendah busa

Evaluasi kegiatan dilakukan dengan membandingkan nilai tes peserta pada sebelum (N_1) dan setelah (N_2) kegiatan. Peserta diwajibkan menjawab beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan materi ajar dan telah disiapkan panitia sebelumnya. Tabel 3 dan 4 merupakan data penilaian kedua tes peserta.

Tabel 3. Nilai tes peserta sebelum kegiatan (N_1)

N o	Interv al	Frekuen si	Perse n	Persen Kumulat if
1	9-20	4	8,9	8,9
2	21-32	11	24,4	33,3
3	33-44	15	33,3	66,7
4	45-56	10	22,2	88,9
5	57-68	3	6,7	95,6
6	69-80	2	4,4	100,0
Total		45	100,0	

Tabel 4. Nilai tes peserta setelah kegiatan (N_2)

N o	Interv al	Frekuen si	Perse n	Persen Kumulat if
1	65-70	1	2,2	2,2
2	77-82	14	31,1	33,3
3	89-94	16	35,6	68,9
4	95-100	14	31,1	100,0
Total		45	100,0	

Tabel 5. Hasil analisis statistik deskriptif

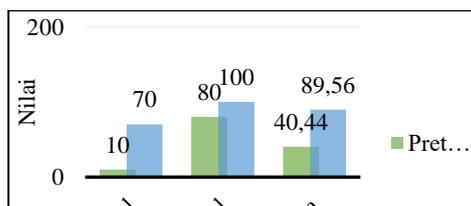
N	Mi n.	Ma ks.	Rera ta	SD	Skewne ss	Kurtosis		
Sta t.	Sta t.	Stat .	Stat.	Stat.	Sta t. Std. Err or	Sta t. Std. Err or		
N_1	45	10	80	40,4 4	13,8 10	,29 6	,354 1,0 33	,695
N_2	45	70	100	89,5 6	8,51 6	,14 4	,354 1,0 89	,695

Tabel 6. Rasio skewness dan kurtosis kedua nilai tes

Rasio	Jenis tes	Nilai
Skewness	N_1	0,836
	N_2	-0,407
Kurtosis	N_1	1,486
	N_2	-1,567

Kedua nilai tes diuji normalitas (kurtosis dan skewness) terlebih dahulu yang kemudian diuji-t berpasangan apabila data terdistribusi normal. Tabel 5 dan 6 menunjukkan hasil analisis statistik deskriptif dan rasio kurtosis dan skewness pada kedua nilai tes. Rasio berada di kisaran -2 dan +2 yang menunjukkan seluruh data terdistribusi

normal sehingga dapat diteruskan ke uji t-berpasangan.



Gambar 5. Grafik nilai tes siswa sebagai dasar evaluasi kegiatan

Analisis statistik deskriptif memperlihatkan ditemukannya peningkatan nilai tes setelah pemberian materi dan praktek pembuatan detergen cair dibandingkan sebelum kegiatan. Tabel 5 dan Gambar 5 menunjukkan rerata nilai tes setelah kegiatan lebih besar (89,56) dibandingkan sebelum kegiatan (40,44) berdasarkan data nilai tes lengkap yang berasal dari 45 siswa. Tabel 7 memperlihatkan nilai koefisien korelasi $-0,076$ dengan $Sig. 0,622$ ($>0,05$) sehingga kesimpulannya tidak ditemukan kaitan antara variabel nilai tes sebelum dan sesudah kegiatan. Selain itu, hasil uji memperlihatkan nilai $Sig. (2-tailed) 0,000$ yang lebih kecil dari $0,05$ sehingga kesimpulannya ditemukan disimilaritas yang bermakna antara hasil pembelajaran pada nilai tes sesudah dan sebelum kegiatan.

Tabel 7. Hasil pengolahan uji t-berpasangan

	Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	SD	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference			
				Lower	Upper		
H ₁	-16.7	2.49		-44.075		4	.000
H ₂	49.63	9		54.147		19	.4
	111					653	



Gambar 6. Dokumentasi panitia dengan peserta perempuan (kiri) dan laki-laki (kanan)

Rencana kelanjutan rangkaian aktivitas ini berupa kerjasama berkesinambungan dengan sekolah sebagai mitra yang berhubungan dengan kegiatan pembelajaran lainnya. Siswa yang menjadi peserta (Gambar 6) juga diharapkan menjadi *agent* yang memiliki semangat dalam memproduksi dan menggunakan produk yang *sustainable* atau berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian “Pendampingan STEM *Project-Based Learning* Produk Terapan Kimia pada Pembelajaran IPA di SMA Muhammadiyah 9 Kota Bekasi” telah berhasil dilaksanakan dengan baik dan sukses. Kegiatan ini adalah bentuk alternatif dalam pembelajaran kimia untuk menstimulasi daya tarik dan minat siswa terhadap materi pembelajaran yang sering dianggap sulit. Rencana kelanjutan rangkaian aktivitas ini berupa kerjasama berkesinambungan dengan sekolah

sebagai mitra yang berhubungan dengan kegiatan pembelajaran lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM UHAMKA dan CV. Naturlife Indonesia yang telah mendukung kegiatan ini dengan no kontrak 085/H.04.02/2023.

REFERENSI

- BSN. (2017). SNI 4075-1:2017 Detergen cuci cair - Bagian 1: Untuk pakaian. In *SNI* (pp. 1–21).
- Chasani, M., Nursalim, V., Widyaningsih, S., Budiasih, I., & Kurniawan, W. (2014). Sintesis, Pemurnian dan Karakterisasi Metil Ester Sulfonat (MES) sebagai Bahan Inti Deterjen dari Minyak Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L). *Molekul*, *9*(1), 63. <https://doi.org/10.20884/1.jm.2014.9.1.151>
- Damayanti, N. K. A., Maryam, S., & Subagia, I. W. (2019). Analisis Pelaksanaan Praktikum Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, *3*(2), 52. <https://doi.org/10.23887/jjpk.v3i2.21141>
- Fatmawati, S., Rindita, R., & Bariroh, T. (2021). Pelatihan daring pembuatan sabun herbal ramah lingkungan di SMA Muhammadiyah 12 Jakarta Timur. *Abdimas Unwahas*, *6*(1), 31–36. <https://doi.org/10.31942/abd.v6i1.4441>
- Indriyanti, N. Y., Probosari, R. M., Fakhrudin, I. A., Widoretno, S., Septiyanto, A., & Khasanah, A. N. (2021). Pendampingan Produksi Low-Carbon STEM Project untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran IPA Ramah Lingkungan. *Jurnal Bakti Saintek: Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sains Dan Teknologi*, *5*(1), 1–7. <https://doi.org/10.14421/jbs>.
- Khasanah, A. N., Indriyanti, N. Y., Probosari, R. M., Rini, D. M., & Hermita, R. (2023). The Analysis of Low Carbon STEM Project Implementation on Science Learning. *Proceedings of the 6th International Conference on Learning Innovation and Quality Education (ICLIQE 2022), Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, *767*, 682–690. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-114-2_64
- Lestari, A. D. (2022). Pengaruh pencemaran limbah detergen terhadap ekosistem perairan. *Indonesian Journal of Science*, *3*(1), 24–36. <https://doi.org/10.1234/jsi.v3i1.72>
- Low, S. Y., Tan, J. Y., Ban, Z. H., & Siwayanan, P. (2021). Performance of green surfactants in the formulation of heavy-duty laundry liquid detergents (HLDL) with special emphasis on palm based alpha methyl ester sulfonates (α -MES). *Journal of Oleo Science*, *70*(8), 1027–1037. <https://doi.org/10.5650/jos.ess21078>
- Maurad, Z. A., Idris, Z., & Ghazali, R. (2017). Performance of palm-based C16/18 methyl ester sulphonate (MES) in liquid detergent formulation. *Journal of Oleo Science*, *66*(7), 677–687. <https://doi.org/10.5650/jos.ess16190>
- Muhammadiyah, P. (2015). Tanfidz

- Keputusan Muktamar Muhammadiyah ke-47. *Berita Resmi Muhammadiyah*, 1–131. <https://doi.org/10.51878/paedagogy.v1i1.337>
- Nining, N., Bariroh, T., Azharita, R., Yati, K., Fujianti, F., Dewanti, E., & Yumita, A. (2022). Pelatihan Pembuatan Sabun Herbal Ramah Lingkungan Di Kampung Loji Desa Gekbrong Cianjur Jawa Barat. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(4), 1865. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v6i4.11319>
- Nining, N., Nursal, F. K., Amalia, A., & Widayanti, A. (2023). Workshop Pembuatan Detergen Cair dan Sabun Padat sebagai Pembelajaran Kimia Berbasis Praktikum di MAN 2 Kabupaten Bekasi. *Bernas: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3), 2059–2066.
- Nining, N., & Yeni, Y. (2021). Pelatihan Pembuatan Lilin Aromaterapi sebagai Tambahan Keterampilan Andikpas di LPKA Kelas II Bandung. *E-Dimas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 12(1), 142–146. <https://doi.org/10.26877/e-dimas.v12i1.3393>
- Nugroho, O. F., Permanasari, A., & Firman, H. (2019). The movement of stem education in Indonesia: Science teachers' perspectives. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(3), 417–425. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i3.19252>
- Suwardi, S. (2021). STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Inovasi Dalam Pembelajaran Vokasi Era Merdeka Belajar Abad 21. *PAEDAGOGY: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Psikologi*, 1(1), 40–48.