



Penguatan Literasi Energi Terbarukan Model Sel Bahan Bakar Hidrogen bagi Guru MGMP Kimia DKI Jakarta

Afrizal¹, Hayyun Lisdiana², Roni Adi Wijaya³, Fitri Ramadhani⁴, Siti Azizah⁵,
Laurensia⁶, Imam Hanafi⁷

Program Studi S2 Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Jakarta^{1,2,4,5}

Program Studi Kimia, Universitas Negeri Jakarta³

MGMP MAN Provinsi DKI Jakarta⁶

Program Studi Produksi dan Manajemen Industri Perkebunan, Politeknik Negeri
Lampung⁷

e-mail: afrizal@unj.ac.id

Abstrak

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PPM) ini bertujuan untuk meningkatkan literasi energi terbarukan dan keterampilan guru-guru kimia Madrasah Aliyah (MA) di Provinsi DKI Jakarta dalam membuat model sel bahan bakar hidrogen berbasis membran polimer (*Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell/PEMFC*). Pelatihan dilaksanakan melalui tiga tahapan, yaitu pendahuluan, pelaksanaan, dan evaluasi. Tahap pendahuluan dilakukan dengan analisis kebutuhan dan pengumpulan data mengenai pemahaman guru terhadap teknologi *fuel cell*. Tahap pelaksanaan mencakup kegiatan ceramah, tanya jawab, simulasi, penugasan, serta observasi langsung terhadap keterampilan peserta dalam merancang model *fuel cell*. Tahap evaluasi dilakukan terhadap materi, pelatih, dan peserta untuk menilai efektivitas program. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan signifikan pada pemahaman konsep dan keterampilan praktis guru-guru kimia dalam menerapkan teknologi sel bahan bakar hidrogen sebagai media pembelajaran. Program ini diharapkan mampu menumbuhkan guru-guru inovatif yang memanfaatkan teknologi energi terbarukan dalam pembelajaran kimia serta mendukung peningkatan kualitas evaluasi akademik peserta didik.

Kata Kunci: *Literasi Energi Terbarukan, Pelatihan Guru, PEM Fuel Cell, Pembelajaran Kimia.*

Abstract

This community service program aims to enhance renewable energy literacy and improve the skills of chemistry teachers at Madrasah Aliyah (MA) in DKI Jakarta in developing a hydrogen fuel cell model based on polymer electrolyte membrane (PEMFC) technology. The training was conducted in three stages: preliminary, implementation, and evaluation. The initial stage involved a needs analysis and data collection on teachers' understanding of fuel cell technology. The implementation stage consisted of lectures, discussions, simulations, assignments, and direct observation of participants' practical skills in designing the fuel cell model. The evaluation stage assessed the training materials, instructors, and participants to determine the program's effectiveness. The results showed a significant improvement in teachers' conceptual understanding and practical competence in integrating hydrogen fuel cell technology into chemistry learning. This program is expected to foster innovative teachers capable of utilising

renewable energy technology in classroom practice and improving the quality of students' academic assessment.

Kata Kunci: *Renewable Energy Literacy, Teacher Training, PEM Fuel Cell, Chemistry Learning.*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi energi terbarukan menjadi salah satu fokus utama dunia dalam menghadapi tantangan krisis energi dan pemanasan global. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil tidak hanya berdampak pada ketersediaan energi, tetapi juga memperburuk kondisi lingkungan melalui emisi karbon yang tinggi. Salah satu solusi alternatif yang mulai dikembangkan secara luas adalah teknologi sel bahan bakar hidrogen (*hydrogen fuel cell*), yang memanfaatkan reaksi elektrokimia antara hidrogen dan oksigen untuk menghasilkan energi listrik tanpa menghasilkan emisi gas rumah kaca (Afrizal et al., 2024; Gunawan et al., 2023; Yusmaniar et al., 2018).

Dalam konteks pendidikan, penguasaan konsep energi terbarukan dan teknologi hijau sangat penting untuk ditanamkan sejak dini, terutama melalui pembelajaran kimia yang memuat topik elektrokimia, reaksi redoks, dan konversi energi. Guru berperan sentral dalam menanamkan literasi sains dan kesadaran lingkungan kepada peserta didik. Namun, berdasarkan hasil analisis kebutuhan awal, diketahui bahwa sebagian besar guru kimia di Madrasah Aliyah (MA) Provinsi DKI Jakarta belum memiliki pemahaman yang memadai mengenai prinsip kerja, struktur, dan aplikasi teknologi sel bahan bakar hidrogen. Kondisi ini menyebabkan keterbatasan guru dalam mengintegrasikan konsep energi terbarukan ke dalam pembelajaran kimia secara kontekstual dan aplikatif.

Kajian literatur menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas guru melalui pelatihan berbasis teknologi ramah lingkungan dapat memperkuat kemampuan pedagogik sekaligus mendorong pembelajaran inovatif. Penelitian menunjukkan bahwa pelatihan guru berbasis proyek energi terbarukan mampu meningkatkan kreativitas dan motivasi dalam mengembangkan media pembelajaran (Wiyono et al., 2024; Hafizah et al., 2025). Selain itu, penggunaan model *fuel cell* sebagai alat bantu pembelajaran elektrokimia dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa dan menumbuhkan kesadaran terhadap energi berkelanjutan (Gumelar et al., 2019; Rahman et al., 2025).

Kebaruan ilmiah dari kegiatan pengabdian ini terletak pada pengembangan model pelatihan bagi guru kimia berbasis praktik langsung pembuatan *Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell* (PEMFC) sederhana. Berbeda dengan pelatihan konvensional yang hanya bersifat teoritis, pendekatan ini mengintegrasikan aspek konseptual, teknis, dan pedagogis sehingga guru tidak hanya memahami teknologi *fuel cell* tetapi juga mampu mereplikasinya sebagai media pembelajaran.

Permasalahan utama yang diangkat dalam kegiatan pengabdian ini adalah terbatasnya literasi energi terbarukan dan keterampilan guru kimia dalam

memanfaatkan teknologi *fuel cell* sebagai media ajar inovatif. Oleh karena itu, tujuan kegiatan ini adalah untuk meningkatkan literasi energi terbarukan dan keterampilan praktis guru-guru kimia di MA Provinsi DKI Jakarta dalam merancang serta membuat model sel bahan bakar hidrogen berbasis membran polimer (*Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell*).

METODE

Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang untuk memecahkan permasalahan rendahnya literasi energi terbarukan dan keterampilan praktis guru kimia dalam mengimplementasikan teknologi *fuel cell* sebagai media pembelajaran. Pendekatan yang diterapkan adalah model *participatory training* atau pelatihan partisipatif, di mana peserta berperan aktif dalam seluruh tahapan kegiatan mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi. Pendekatan ini dipilih agar kegiatan tidak hanya bersifat transfer pengetahuan, tetapi juga mendorong pemberdayaan dan pembentukan kompetensi baru di kalangan guru (Ariska et al., 2023; Wiyono et al., 2024). Kegiatan pelatihan dilaksanakan melalui tiga tahapan utama, yaitu tahap pendahuluan, tahap pelaksanaan, dan tahap evaluasi.

a) Perencanaan dan Persiapan Pelatihan

Perencanaan kegiatan pelatihan dimulai dari komunikasi antara tim pelaksana pengabdian dengan pengurus MGMP Kimia Madrasah Aliyah (MA) Provinsi DKI Jakarta. Melalui asosiasi tersebut, diperoleh daftar guru-guru kimia yang berminat mengikuti program pelatihan bertema *Enhancing Renewable Energy Literacy through Hydrogen Fuel Cell Model Training*. Sebanyak dua puluh guru kimia dari berbagai MA di wilayah DKI Jakarta diundang untuk berpartisipasi. Setiap peserta diwajibkan membawa surat tugas dari kepala sekolah masing-masing sebagai bentuk dukungan institusi terhadap kegiatan ini.

Persiapan pelatihan meliputi penyiapan bahan ajar, modul pelatihan, dan alat peraga model sel bahan bakar hidrogen berbasis membran polimer (*Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell*). Sebelum kegiatan dimulai, peserta mengikuti sesi pembukaan dan mengisi kuesioner awal untuk mengidentifikasi tingkat pemahaman mereka mengenai konsep energi terbarukan dan teknologi *fuel cell*.

b) Pelaksanaan Pelatihan

Pelaksanaan kegiatan dilakukan dalam bentuk *workshop* yang berlangsung selama satu hari penuh dengan beberapa tahapan kegiatan, yaitu penyampaian materi, praktik kelompok, *brainstorming*, diskusi, serta evaluasi hasil kerja kelompok. Pada sesi pertama, narasumber memberikan paparan materi tentang prinsip kerja *hydrogen fuel cell*, potensi energi terbarukan, dan integrasinya dalam pembelajaran kimia seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Sesi pemaparan materi model sel bahan bakar hidrogen berbasis membran polimer (*Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell*) pada perwakilan guru kimia MGMP DKI Jakarta

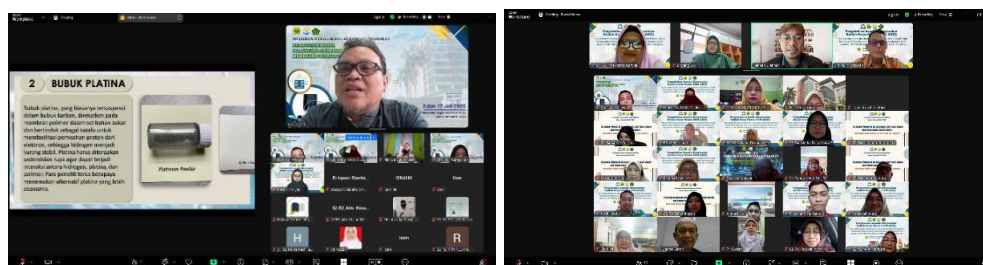
Tahapan berikutnya adalah kegiatan praktik pembuatan model *Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell* (PEMFC) sederhana. Peserta dibagi ke dalam beberapa kelompok dan didampingi oleh tim pelatih untuk merancang, merakit, dan menguji model yang telah dibuat. Setelah kegiatan praktik, dilakukan sesi *brainstorming* dan diskusi reflektif untuk meninjau kesulitan yang dialami peserta dan potensi penerapan model dalam kegiatan pembelajaran di sekolah seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Sesi *forum group discussion* modul pembuatan membran polimer (*Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell*) pada perwakilan guru kimia MGMP DKI Jakarta

c) Evaluasi dan Tindak Lanjut

Evaluasi pelatihan dilakukan melalui dua cara, yaitu evaluasi langsung oleh peserta kepada narasumber di akhir sesi dan pengisian angket kepuasan kegiatan. Evaluasi ini dilakukan secara online mencakup aspek materi, metode penyampaian, dan manfaat pelatihan terhadap peningkatan kompetensi guru seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Sesi evaluasi dan monitoring secara online kegiatan penguatan literasi pembuatan membran polimer (*Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell*) pada perwakilan guru kimia MGMP DKI Jakarta.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa peserta merasa kegiatan ini relevan dan aplikatif untuk pembelajaran kimia berbasis energi terbarukan. Sebagai tindak lanjut, dibentuk kelompok kerja daring (*online working group*) yang dikomunikasikan melalui media sosial. Kelompok ini berfungsi sebagai forum

berbagi pengalaman, konsultasi teknis, serta penyusunan rencana implementasi pembelajaran berbasis *fuel cell* di sekolah masing-masing. Melalui tindak lanjut ini diharapkan terbentuk jejaring guru inovatif yang berperan aktif dalam pengembangan literasi energi terbarukan di lingkungan pendidikan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pelatihan pembuatan model *Hydrogen Fuel Cell* bagi guru-guru kimia Madrasah Aliyah (MA) Provinsi DKI Jakarta menghasilkan beberapa temuan yang relevan dengan tujuan peningkatan literasi energi terbarukan dan keterampilan praktis guru dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis teknologi ramah lingkungan (Chairat et al., 2026). Evaluasi peningkatan literasi peserta dilakukan melalui pemberian *pre-test* dan *post-test* kepada peserta pelatihan untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan keterampilan terkait literasi energi terbarukan serta penerapan teknologi *Hydrogen Fuel Cell* dalam pembelajaran kimia. Instrumen tes terdiri atas sejumlah pertanyaan yang dirancang untuk menilai aspek konseptual, aplikatif, dan pedagogis dari topik yang dilatihkan (Manik et al., 2025). Butir-butir pertanyaan mencakup pemahaman prinsip dasar kerja *fuel cell*, peran membran polimer (*Polymer Electrolyte Membrane*), reaksi elektrokimia yang terjadi, serta strategi integrasi konsep energi bersih ke dalam pembelajaran kimia di sekolah. Adapun contoh butir pertanyaan *pre-test* dan *post-test* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Peningkatan Literasi peserta tentang model sel bahan bakar hidrogen berbasis membran polimer.

No	Indikator Penilaian	Pertanyaan Evaluasi	Rata-rata Skor <i>Pre-test</i>	Rata-rata Skor <i>Post-test</i>	Peningkatan (%)
1	Pemahaman konsep energi terbarukan	Jelaskan perbedaan antara energi fosil dan energi terbarukan serta berikan contohnya.	60	90	50
2	Prinsip kerja <i>Hydrogen Fuel Cell</i>	Bagaimana mekanisme reaksi elektrokimia yang terjadi pada anoda dan katoda dalam sel bahan bakar hidrogen?	55	85	54,5
3	Fungsi membran polimer (<i>PEM</i>)	Apa fungsi utama membran polimer dalam sistem <i>Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell</i> ?	58	88	51,7
4	Integrasi konsep ke pembelajaran kimia	Bagaimana Anda dapat mengaitkan prinsip kerja <i>fuel cell</i> dengan topik elektrokimia di kelas?	57	87	52,6
5	Kesiapan menerapkan dalam pembelajaran	Sebutkan strategi pembelajaran berbasis proyek yang dapat digunakan untuk mengenalkan <i>fuel cell</i> di sekolah.	61	88	44,3
Rata-rata keseluruhan			58,2	87,6	50,5

Berdasarkan Tabel 1, terlihat peningkatan rata-rata skor sebesar 50,5% antara hasil *pre-test* dan *post-test*, yang menunjukkan efektivitas kegiatan pelatihan dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan guru terkait penerapan teknologi *Hydrogen Fuel Cell* sebagai media pembelajaran inovatif di bidang kimia. Sebelum kegiatan pelatihan dimulai, peserta diberikan *pre-test* untuk mengukur tingkat pemahaman awal terhadap konsep energi terbarukan, prinsip kerja *fuel cell*, dan aplikasinya dalam pembelajaran kimia. Nilai rata-rata hasil *pre-test* menunjukkan skor 58,2 dari 100, yang menggambarkan bahwa sebagian besar peserta masih memiliki pemahaman yang terbatas mengenai topik tersebut. Setelah mengikuti rangkaian pelatihan, dilakukan *post-test* untuk menilai peningkatan pengetahuan dan keterampilan. Hasilnya menunjukkan peningkatan rata-rata skor menjadi 87,6 dari 100, atau terjadi peningkatan sebesar 50,5% dibandingkan sebelum pelatihan.

Dari sudut pandang interpretatif, peningkatan hasil *pre-test* dan *post-test* menunjukkan bahwa model pelatihan berbasis praktik dan *hands-on activity* lebih efektif dibandingkan metode ceramah konvensional. Melalui pengalaman langsung dalam merancang model *fuel cell*, guru tidak hanya memahami konsep teoretis tetapi juga menginternalisasi proses ilmiah yang dapat ditransfer ke kelas. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya meningkatkan literasi energi terbarukan, tetapi juga memperkuat keterampilan pedagogik dalam merancang media pembelajaran kontekstual. Temuan ini sejalan dengan teori pembelajaran konstruktivistik yang menekankan bahwa pengalaman langsung mempercepat pembentukan pengetahuan baru. Hasil ini juga mendukung pelatihan guru berbasis eksperimen dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan inovatif dalam pengajaran sains.

Temuan ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan teori pemberdayaan guru berbasis teknologi sains terapan. Secara praktis, pelatihan semacam ini dapat menjadi model replikasi bagi kegiatan pengabdian lain yang menargetkan peningkatan kapasitas guru dalam bidang STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Dengan demikian, hasil pengabdian ini mampu menjawab permasalahan rendahnya literasi energi terbarukan di kalangan guru kimia serta menunjukkan efektivitas metode partisipatif dalam mendukung tujuan pendidikan berkelanjutan.

Selain mengukur aspek pengetahuan dan keterampilan melalui *pre-test* dan *post-test*, evaluasi pelatihan juga dilakukan untuk mengetahui tingkat kepuasan peserta serta relevansi kegiatan terhadap kebutuhan pembelajaran kimia di sekolah. Evaluasi ini menggunakan kuesioner yang terdiri atas sejumlah pernyataan dengan skala penilaian 1-5 (1 = sangat tidak setuju, 5 = sangat setuju). Hasil kuesioner menunjukkan bahwa 98% peserta menyatakan pelatihan ini sangat relevan dengan kebutuhan pembelajaran kimia, serta mampu memperluas wawasan mereka mengenai penerapan konsep energi berkelanjutan. Rincian hasil penilaian peserta terhadap beberapa aspek pelatihan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Evaluasi Kegiatan Penguatan Literasi Energi Terbarukan Model Sel Bahan Bakar Hidrogen Bagi Guru MGMP Kimia DKI Jakarta

No	Aspek yang Dinilai	Contoh Pertanyaan Evaluasi	Rata-rata Skor (1-5)	Persentase Kepuasan (%)
1	Relevansi materi pelatihan	Apakah materi pelatihan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran kimia di sekolah Anda?	4,9	98
2	Keterampilan narasumber	Apakah penyampaian materi oleh narasumber mudah dipahami dan menarik?	4,8	96
3	Kesesuaian metode pelatihan	Apakah kombinasi antara ceramah, praktik, dan diskusi efektif dalam membantu pemahaman Anda?	4,7	94
4	Manfaat kegiatan bagi pengajaran	Apakah pelatihan ini membantu Anda mengembangkan media atau proyek pembelajaran baru?	4,8	96
5	Keinginan mengikuti kegiatan lanjutan	Apakah Anda tertarik mengikuti kegiatan lanjutan atau pendampingan pasca pelatihan ini?	4,9	98
Rata-rata keseluruhan			4,82	96,4

Dari data pada Tabel 2, terlihat bahwa seluruh aspek pelatihan memperoleh tingkat kepuasan di atas 90%, menandakan keberhasilan kegiatan dalam memenuhi ekspektasi peserta. Aspek dengan skor tertinggi adalah relevansi materi dan minat terhadap kegiatan lanjutan, menunjukkan bahwa pelatihan ini tidak hanya memberikan pengetahuan baru tetapi juga menumbuhkan antusiasme guru untuk terus mengembangkan inovasi pembelajaran berbasis energi terbarukan. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyebutkan bahwa pelatihan berbasis praktik mampu meningkatkan kepercayaan diri guru dalam mengintegrasikan isu-isu sains kontemporer ke dalam pembelajaran. Selain itu, hasil ini juga mendukung temuan bahwa penerapan model *fuel cell* dalam pembelajaran elektrokimia dapat meningkatkan minat dan partisipasi siswa dalam topik energi alternatif (Ariska et al., 2023; Wiyono et al., 2024).

Secara konseptual, kegiatan ini berhasil menjembatani kesenjangan antara teori energi terbarukan dengan praktik pembelajaran di kelas. Melalui pendekatan praktik langsung, peserta tidak hanya memahami prinsip elektrokimia dalam sel bahan bakar hidrogen, tetapi juga mampu mengontekstualisasikannya dalam kegiatan eksperimen yang sederhana dan aplikatif bagi siswa. Selain aspek akademik, kegiatan ini juga berkontribusi terhadap pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya:

1. SDG 4 – Pendidikan Berkualitas, melalui peningkatan kompetensi guru dalam pembelajaran sains berbasis teknologi hijau.
2. SDG 7 – Energi Bersih dan Terjangkau, dengan memperluas pemahaman tentang sumber energi alternatif dan efisiensi energi.

- SDG 13 - Penanganan Perubahan Iklim, melalui penguatan kesadaran terhadap pentingnya transisi menuju energi rendah karbon.

Dengan demikian, hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa pelatihan model sel bahan bakar hidrogen berbasis PEMFC mampu menjadi inovasi pembelajaran yang efektif, relevan, dan berkelanjutan. Kegiatan ini tidak hanya meningkatkan kompetensi guru secara akademik, tetapi juga membangun jejaring kolaboratif yang mendukung implementasi pendidikan kimia yang kontekstual, aplikatif, dan berwawasan lingkungan.

SIMPULAN

Kegiatan pelatihan ini berhasil mencapai tujuan yang telah ditetapkan, yaitu meningkatkan literasi energi terbarukan dan keterampilan praktis guru-guru kimia Madrasah Aliyah di Provinsi DKI Jakarta. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada aspek kognitif dengan kenaikan skor rata-rata dari 58,2 menjadi 87,6. Selain itu, tingkat kepuasan peserta yang mencapai di atas 90% mencerminkan relevansi dan efektivitas program terhadap kebutuhan pengembangan profesional guru kimia. Pelatihan ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan kompetensi guru, tetapi juga mendukung implementasi pembelajaran kontekstual berbasis energi bersih dan berkelanjutan. Kegiatan ini sekaligus memperkuat sinergi antara perguruan tinggi dan komunitas guru dalam mewujudkan pendidikan sains yang aplikatif dan relevan dengan tantangan global di era transisi energi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, Yusmaniar, Valentino, B., Riswoko, A., & Gumilar, K. K. (2024). Effect of methyl methacrylate concentrations on surface and thermal analysis of composite polymer polymethylmethacrylates with mesogen reactive RM82. *Designed Monomers and Polymers*, 27(1), 1-11.
- Ariska, M., Akhsan, H., Murniati, M., Yusuf, M., & Sari, D. K. 2023. Pelatihan Pembuatan Lkpd Berbasis Proyek Dengan Pendekatan Kearifan Lokal Topik Energi Terbarukan Untuk Guru Fisika Mgmp Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat*, 6(4), 275-279.
- Chairat, A. S. N., Ridwan, M., Prayudi, Sany, N., Dody, Kusumastuti, D. P., Vaza, H., & Asnul, N. S. (2026). Pengenalan energi baru terbarukan melalui media pembelajaran interaktif pada tingkat pendidikan dasar. *Jurnal Pengabdian Masyarakat (Abdira)*, 6(1), 276-284.
- Gumelar, B. W., Widiastuti, I., & Wijayanto, D. S. 2019. Pembelajaran Energi Terbarukan Untuk Sekolah Dasar Studi Kasus Di Kabupaten Klaten. *JIPTEK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Dan Kejuruan*, 11(1), 16-21.
- Gunawan, Adi Wijaya, R., Suseno, A., Lusiana, R. A., Septina, W., & Harada, T. 2023. Synthesis of CuInS₂ thin film photocathode with variation of sulfurization sources and Pt-In₂S₃ modification for photoelectrochemical water splitting. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 945, 117683.
- Hafizah, Simamora, I. A. R., Rahayu, I. D., Khairani, I., Khairunnisya, Gamiarsih, A., Sulvianti, A., Sari, A. P., Amri, E., Yusri, H., Astuti, & Noviardila, I. (2025).

- Pemanfaatan kawat bulu menjadi kerajinan tangan untuk meningkatkan kreativitas siswa. *Jurnal Pengabdian Masyarakat (Abdira)*, 5(3), 295-300.
- Manik, A. S. Y. E., Rada, D. C., Fahmitra, N. F., Yusiani, D. S., & Dio, R. (2025). Peningkatan literasi teknologi melalui sosialisasi augmented reality sebagai media pembelajaran interaktif di SD Swasta Bintang Tanjungpinang Kota. *Jurnal Pengabdian Masyarakat (Abdira)*, 5(3), 814-822.
- Rahman, I., Cangara, A. R., Idris, N.I. 2025. Literasi Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan Bagi Siswa SMA Kecamatan Biringkanaya Kota Makassar. *JGEN: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 33-41.
- Wiyono, K., Sriyanti, I., Patriot, E. A., Amri, I., Raharjo, M., Sanjaya, M. R., ... Juliansyah, D. 2024. Pelatihan Dan Pendampingan Guru Ipa: Pembuatan Media Pembelajaran Berbasis Stem Pada Materi Energi Terbarukan. *GERVASI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(3), 1215-1229.
- Yusmaniar, Y., Afrizal, A., Nurzaman, N., & Handoko, E. 2018. Structure and electrical properties of polymer electrolyte membrane for fuel cell application. *MATEC Web of Conferences*, 197, 04003.