



Teknologi MEB sebagai Solusi Pengelolaan Sampah Organik Menuju Desa Mandiri di Kabupaten Sukabumi

**Abid Fahreza Alphanoda¹, Yani Kurniawan² & Dyah Sulistyowati Rahayu³, Ratih Hendra
Ningsih⁴, Muhammad Hafizh Shidiq⁵**

^{1,2} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia

³ Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia

⁴ Program Studi Administrasi Bisnis, Politeknik Sukabumi, Indonesia

⁵ Program Studi Magister Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia

E-mail: abid.fahreza@univpancasila.ac.id*

RIWAYAT ARTIKEL

Received: 2025-11-07

Revised : 2025-11-17

Accepted: 2025-11-27

KEYWORDS

Biodigester; microbial
electrolysis; renewable energy;
waste management; community
empowerment

KATA KUNCI

Biodigester; mikroba
elektrolisis; energi terbarukan;
pengelolaan sampah;
pemberdayaan masyarakat

ABSTRAC

Mangkalaya Village in Sukabumi Regency faces the problem of organic waste management that has not been optimally handled. Approximately 115.10 m³ of waste per month with a composition of 56% organic waste, only 36% is transported to the landfill, while the rest is burned or dumped into the environment, causing pollution, health risks, and greenhouse gas emissions. This community service activity aims to implement Microbial Electrolysis Biodigester (MEB) Technology as a solution for processing organic waste into biogas and liquid organic fertilizer, while empowering the community to become an independent village in processing waste. The approach used includes socialization, technical and business management training, construction and commissioning of a community-scale MEB reactor unit, operational assistance, and technology and socio-economic evaluation. Data were collected through field observations, interviews, reactor operational records, and documentation of the activities of ABEL Porridge and Wet Cake MSME partners. The program successfully installed one MEB reactor unit with a design capacity of 1,000 L of organic waste, to process household waste and remaining MSME raw materials. Initial operational tests showed that the reactor was able to produce biogas that began to be used on a household scale and liquid organic fertilizer that was tested on residents' land. Waste incineration practices have decreased, while organic waste sorting has increased in partner households. However, through intensive mentoring and strengthening the role of partners, most of the first-year output indicators, including technology installation, increased production capacity, the formation of management groups, and publications, have been achieved. The implementation of MEB in Mangkalaya Village has proven technically and socially feasible as the first step for an independent village to manage waste. The next phase focuses on optimizing operations, strengthening the biogas and fertilizer business model, and replication to other villages.

ABSTRAK

Desa Mangkalaya di Kabupaten Sukabumi menghadapi persoalan pengelolaan sampah organik yang belum tertangani optimal. Sekitar 115,10 m³ sampah per bulan dengan komposisi 56% sampah organik hanya 36% yang terangkut ke TPA, sedangkan sisanya dibakar atau dibuang ke lingkungan sehingga menimbulkan pencemaran, risiko kesehatan, dan emisi gas rumah kaca. Kegiatan pengabdian ini bertujuan menerapkan Teknologi Mikroba Elektrolisis Biodigester (MEB) sebagai solusi pengolahan sampah organik menjadi biogas dan pupuk organik cair, sekaligus

memberdayakan masyarakat menuju desa mandiri mengolah sampah. Pendekatan yang digunakan meliputi sosialisasi, pelatihan teknis dan manajemen usaha, pembangunan dan komisioning satu unit reaktor MEB skala komunitas, pendampingan operasional, serta evaluasi teknologi dan sosial-ekonomi. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara, pencatatan operasional reaktor, dan dokumentasi aktivitas mitra UMKM Bubur dan Kue Basah ABEL. Program berhasil memasang satu unit reaktor MEB berkapasitas desain 1.000 L sampah organik, untuk mengolah sampah rumah tangga dan sisa bahan baku UMKM. Uji operasi awal menunjukkan reaktor mampu menghasilkan biogas yang mulai dimanfaatkan pada skala rumah tangga serta pupuk organik cair yang diuji pada lahan warga. Praktik pembakaran sampah berkurang, sementara pemilahan sampah organik di rumah tangga mitra mulai meningkat. Namun, melalui pendampingan intensif dan penguatan peran mitra, sebagian besar indikator luaran tahun pertama yaitu instalasi teknologi, peningkatan kapasitas produksi, terbentuknya kelompok pengelola, serta publikasi dapat dicapai. Penerapan MEB di Desa Mangkalaya terbukti layak secara teknis dan sosial sebagai langkah awal desa mandiri mengolah sampah. Tahapan berikutnya difokuskan pada optimasi operasi, penguatan model bisnis biogas dan pupuk, serta replikasi ke desa lain.

1. Pendahuluan

Desa sebagai unit pemerintahan terkecil memegang peranan penting dalam pembangunan berkelanjutan, termasuk dalam pengelolaan sampah dan penyediaan energi. Di banyak desa Indonesia, sistem pengelolaan sampah masih didominasi oleh pola kumpul-angkut-buang, bahkan tidak jarang sampah dibakar terbuka atau dibuang ke sungai dan lahan kosong. Praktik tersebut menyebabkan pencemaran tanah, udara, dan air, memicu gangguan kesehatan masyarakat, serta berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca.

Desa Mangkalaya di Kecamatan Gunungguruh, Kabupaten Sukabumi, merupakan contoh desa dengan timbulan sampah yang signifikan namun belum diimbangi pengelolaan yang memadai. Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa desa ini menghasilkan sekitar 115,10 m³ sampah per bulan, dengan komposisi 56% sampah organik dan 44% anorganik. Hanya sekitar 36% sampah yang terangkut ke TPA, sedangkan sisanya dibakar atau dibuang ke lingkungan sekitar desa. Kondisi ini diperburuk oleh keterbatasan sarana pengolahan, rendahnya kesadaran masyarakat, dan minimnya akses terhadap teknologi ramah lingkungan.

Dari sisi ekonomi, mayoritas penduduk Mangkalaya berpenghasilan menengah ke bawah dengan mata pencaharian sebagai petani, peternak, dan pelaku UMKM, seperti usaha Bubur dan Kue Basah ABEL. Limbah organik dari rumah tangga dan UMKM sebenarnya berpotensi menjadi sumber energi dan pupuk, namun belum dimanfaatkan secara sistematis. Sementara itu, kebutuhan energi rumah tangga masih bergantung pada LPG dan listrik jaringan PLN, yang biayanya cukup memberatkan

bagi sebagian warga.

Sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) khususnya SDG 7 (Energi Bersih dan Terjangkau), SDG 11 (Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan), dan SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim), diperlukan intervensi yang tidak hanya menyelesaikan persoalan sampah, tetapi juga meningkatkan ketahanan energi lokal dan kesejahteraan ekonomi melalui pendekatan ekonomi sirkular. Dalam konteks Asta Cita dan Rencana Induk Riset Nasional (RIRN), pengembangan teknologi energi terbarukan berbasis biomassa dan pemberdayaan masyarakat desa menjadi salah satu fokus penting.

Teknologi Mikroba Elektrolisis Biodigester (MEB) memadukan prinsip biodigester anaerobik dengan microbial electrolysis cell (MEC). Dalam MEC, mikroorganisme elektrogenik mengoksidasi bahan organik dan mentransfer elektron ke elektroda, sehingga dengan bantuan tegangan eksternal rendah dapat dihasilkan gas bernilai energi tinggi seperti hidrogen atau mempercepat pembentukan metana. Sejumlah kajian menunjukkan bahwa integrasi dengan sistem energi lainnya mampu meningkatkan performa sistem elektrokimia mikroba dan memperluas aplikasinya dalam pengolahan limbah dan produksi energi.

Berdasarkan hal tersebut, kegiatan pengabdian ini dirancang untuk: (1) menerapkan teknologi MEB sebagai solusi pengolahan sampah organik desa, (2) mengembangkan model pemberdayaan masyarakat berbasis teknologi tepat guna, dan (3) memvalidasi kelayakan teknis, sosial, dan awal ekonomi MEB sebagai langkah menuju desa mandiri mengolah sampah.

2. Tinjauan Literatur

Pengelolaan sampah di kawasan pedesaan umumnya belum terintegrasi dengan baik ke dalam sistem pelayanan publik daerah. Infrastruktur TPA berjarak jauh, armada pengangkut terbatas, dan volume sampah relatif kecil menyebabkan banyak desa mengandalkan pengelolaan mandiri yang sederhana, seperti pengomposan tradisional atau pembakaran terbuka.

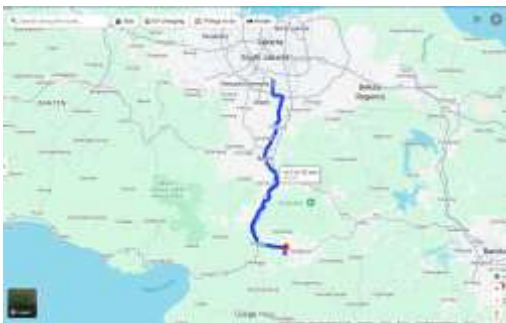
Konsep microbial electrolysis cell (MEC) dikembangkan untuk menghasilkan gas hidrogen dari bahan organik dengan rendemen tinggi. Sistem ini memanfaatkan bakteri elektrogenik yang tumbuh sebagai biofilm pada elektroda anoda. Dengan memberikan tegangan tambahan kecil, reaksi reduksi di katoda menghasilkan hidrogen. Perkembangan berikutnya menekankan pada optimasi biofilm dan material elektroda.

Program pengabdian masyarakat berbasis teknologi tepat guna menuntut integrasi aspek teknis, sosial, ekonomi, dan kelembagaan. Pemberdayaan tidak hanya berhenti pada pemasangan alat, tetapi mencakup transfer pengetahuan, pembentukan kelompok pengelola, serta pengembangan skema usaha yang berkelanjutan.

3. Metode

a. Lokasi dan mitra kegiatan

Kegiatan dilaksanakan di Desa Mangkalaya, Kecamatan Gunungguruh, Kabupaten Sukabumi, dengan mitra utama UMKM Bubur dan Kue Basah ABEL serta warga sekitar.



Gambar 1. Lokasi Kegiatan dari Universitas Pancasila

b. Desain program

Program dirancang untuk pelaksanaan selama satu tahun dengan lima komponen utama: (1) sosialisasi dan penyadaran masyarakat, (2) pelatihan teknis dan capacity building, (3) penerapan teknologi MEB, (4) pendampingan dan monitoring, dan (5) evaluasi, diseminasi, serta rencana keberlanjutan.



Gambar 2. Teknologi MEB

c. Teknologi Mikroba Elektrolisis Biodigester (MEB)

Reaktor MEB yang diimplementasikan berupa biodigester tertutup berbahan fiberglass/HDPE dengan sistem elektrolisis internal.

d. Pengumpulan dan analisis data

Data yang dikumpulkan meliputi data teknis, sosial, kelembagaan, dan ekonomi, dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif sederhana.

4. Hasil

a. Sosialisasi dan peningkatan kesadaran

Kegiatan sosialisasi berhasil menjangkau kelompok UMKM serta warga di sekitar lokasi reaktor.



Gambar 3. Sosialisasi penggunaan Teknologi MEB

b. Pelatihan teknis dan manajemen

Pelatihan teknis diikuti oleh operator dari UMKM dan beberapa perwakilan warga. Materi meliputi pengenalan komponen reaktor, prosedur pengisian bahan, dan prosedur keselamatan.

c. Pembangunan dan komisioning reaktor MEB

Satu unit reaktor MEB berhasil dipasang di lahan mitra dengan dukungan in-kind berupa penyediaan lokasi, akses listrik, dan air.

Tabel 1. Hasil Tekanan Produksi Gas

No	Perbedaan Tekanan		
	$\Delta P1$	$\Delta P2$	$\Delta P3$
1	9	79	70
2	9	79	70
3	9	79	70
4	9	79	70
5	9	79	70
6	24	47	23
7	26	46	20
8	16	66	50
9	21	56	35
Jumlah	15	68	53

**Gambar 4.** Grafik perbedaan tekanan

- d. Pendampingan operasional dan perubahan perilaku

Pendampingan berkala dilakukan untuk membantu operator menyesuaikan komposisi campuran bahan dan mengontrol operasi.

- e. Capaian luaran program tahun pertama

Beberapa luaran utama telah tercapai, termasuk terpasangnya reaktor, produksi awal biogas dan pupuk cair, pembentukan kelompok pengelola, serta publikasi berita pada link sukabumiupdate instagram https://www.instagram.com/reel/DRves0iGNdJ/?utm_source=ig_web_button_share_sheet&igsh=ODdmZWVhMTFiMw==, link sukabumiupdate facebook <https://www.facebook.com/share/v/1AbpZ33xY1/>, dan video kegiatan pada link youtube <https://youtu.be/7wO-jhu37fg>.

5. Diskusi

- a. Kelayakan teknis MEB pada skala desa
Hasil implementasi menunjukkan bahwa teknologi MEB dapat dibangun dan dioperasikan dengan memanfaatkan sumber daya lokal.

- b. Dinamika sosial dan pemberdayaan
Kendala utama tidak terletak pada penolakan eksplisit, melainkan pada inersia kebiasaan. Keterlibatan UMKM sebagai mitra inti terbukti strategis.
- c. Hambatan teknis, sosial, dan logistik
Hambatan teknis seperti kebocoran pada pipa dan cuaca mempengaruhi jadwal kegiatan dan produksi awal biogas.
- d. Implikasi bagi pengembangan program
Program desa mandiri mengolah sampah dengan MEB perlu dipandang sebagai proses bertahap: pembuktian konsep, optimasi, model bisnis, dan replikasi.

6. Kesimpulan

Program pengabdian “Penerapan Teknologi Mikroba Elektrolisis Biodigester (MEB) Untuk Desa Mandiri Mengolah Sampah” di Desa Mangkalaya, Kabupaten Sukabumi, telah menghasilkan beberapa capaian penting, diantaranya adalah terpasangnya reaktor MEB, dimulainya pemanfaatan biogas dan pupuk cair, terbentuknya kelompok pengelola, dan peningkatan kesadaran masyarakat. Tantangan yang tersisa meliputi stabilisasi pasokan sampah terpilah, penguatan model bisnis, serta perluasan dukungan kelembagaan. Secara keseluruhan, MEB terbukti layak secara teknis dan sosial sebagai langkah awal menuju desa mandiri mengolah sampah.

7. Persembahan

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Pancasila atas dukungan pendanaan dan fasilitasi program ini, serta kepada UMKM yang telah menjadi mitra aktif dalam setiap tahapan kegiatan. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada mahasiswa yang terlibat dalam pengumpulan data, dokumentasi, dan pendampingan lapangan.

8. Referensi

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sukabumi. (2019). *Kecamatan Gunungguruh dalam angka 2019*. Sukabumi: BPS.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sukabumi. (2020). *Data timbulan sampah per wilayah di Kabupaten Sukabumi*. Sukabumi: BPS.
- Ci, S., Cai, P., Wen, Z., & Li, J. (2015). Graphene-based electrode materials for microbial fuel cells. *Science China Materials*, 58(6), 496–509.
- Pemerintah Daerah Kabupaten Sukabumi. (2023). *Evaluasi hasil RKPD Kabupaten Sukabumi*.

Sukabumi: Pemerintah Kabupaten Sukabumi.

- Goren, A. Y., Kilicaslan, A. F., Dincer, I., & Khalvati, A. (2024). Hydrogen production from energetic poplar and waste sludge by electrohydrogenesis using membraneless microbial electrolysis cells. *Renewable Energy*, 237, 121750.
- Kadier, A., Wang, J., Chandrasekhar, K., Abdeshahian, P., Islam, M. A., Ghanbari, F., et al. (2022). Performance optimization of microbial electrolysis cell (MEC) for palm oil mill effluent (POME) wastewater treatment and sustainable bio-H₂ production using response surface methodology (RSM). *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(34), 15464–15479.
- Logan, B. E., Call, D., Cheng, S., Hamelers, H. V. M., Sleutels, T. H. J. A., Jeremiase, A. W., et al. (2008). Microbial electrolysis cells for high yield hydrogen gas production from organic matter. *Environmental Science & Technology*, 42(23), 8630–8640.
- Mier, A. A., Olvera-Vargas, H., Mejía-López, M., Longoria, A., Vereá, L., Sebastian, P. J., et al. (2021). A review of recent advances in electrode materials for emerging bioelectrochemical systems: From biofilm-bearing anodes to specialized cathodes. *Chemosphere*, 283, 131138.
- Song, H., Luo, S., Huang, H., Deng, B., & Ye, J. (2022). Solar-driven hydrogen production: Recent advances, challenges, and future perspectives. *ACS Energy Letters*, 7(3), 1043–1065.
- Vijay, A., Sonawane, J. M., & Ghosh, P. C. (2022). Electroactive biofilm and electron transfer in the microbial electrochemical system. In D. A. Jadhav, S. Pandit, S. Gajalakshmi, & M. P. Shah (Eds.), *Advances in green and sustainable chemistry* (pp. 71–85). Elsevier.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution Share Alike (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)