

PENINGKATAN PENGETAHUAN PENGELOLAAN SAMPAH RUMAH TANGGA MELALUI SOSIALISASI DIGESTER BIOGAS SEDERHANA DAN PEMBUATAN PROTOTIPE MESIN PEMILAH SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK

Mahliza Nasution^{1*}, Healthy Aldriany Prasetyo², Apip Gunaldi Dalimunthe³

¹Teknik Sipil, Universitas Medan Area, Indonesia

²Teknik Industri, Universitas Medan Area, Indonesia

³Agroteknologi, Universitas Medan Area, Indonesia

mahliza@staff.uma.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Manusia setiap hari menghasilkan sampah, dan potensi limbah serta biomassa dapat ditemukan di mana saja. Sistem pengelolaan limbah yang kurang efektif dan efisien akan menyebabkan penumpukan limbah di tempat pembuangan akhir. Timbunan besar limbah dapat menimbulkan gas yang berisiko bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Dengan melakukan sosialisasi pengolahan sampah rumah tangga dengan menggunakan digester sederhana, diharapkan dapat meningkatkan pengurangan sampah rumah tangga merupakan tujuan kegiatan ini sehingga meningkatkan pengetahuan peserta mengenai pengelolaan limbah keluarga dan proses pembuatan digester biogas sederhana serta mengurangi ketergantungan masyarakat pada sumber energi yang tidak terbarukan adalah dengan mengembangkan bioenergi, seperti biogas. Kegiatan ini dihadiri 20 peserta yang terdiri dari masyarakat desa Terjun dan mahasiswa UMA. Sistem evaluasi berbentuk kuisioner untuk menunjukkan tingkat ketercapaian kegiatan ini. Persentase tingkat kepuasan yang diperoleh yaitu 1,67% (Sangat tidak puas), 7,78% (Tidak puas), 3,89% (Netral), 54,44% (Puas) dan 32,22% (Sangat Puas). Kegiatan ini telah berjalan efektif atau lancar.

Kata Kunci: Sampah Rumah Tangga; Pengolahan Sampah; Digester Biogas; Prototipe.

Abstract: Humans produce waste every day, and potential waste and biomass can be found anywhere. A waste management system that is less effective and efficient will cause waste to accumulate in final disposal sites. Large piles of waste can produce gases that pose risks to human health and the environment. By socializing the processing of household waste using a simple digester, it is hoped that it can increase the reduction of household waste, which is the aim of this activity, thereby increasing participants' knowledge regarding family waste management and the process of making a simple biogas digester as well as reducing community dependence on non-renewable energy sources by developing bioenergy, such as biogas. This activity was attended by 20 participants consisting of the Terjun village community and UMA students. The evaluation system takes the form of a questionnaire to show the level of achievement of this activity. The percentage levels of satisfaction obtained were 1.67% (Very dissatisfied), 7.78% (Dissatisfied), 3.89% (Neutral), 54.44% (Satisfied) and 32.22% (Very Satisfied). This activity has run effectively or smoothly.

Keywords: Household Waste; Waste Processing; Biogas Digesters; Prototype.



Article History:

Received: 30-07-2024

Revised : 06-09-2024

Accepted: 09-09-2024

Online : 01-10-2024



This is an open access article under the
CC-BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Secara alami, manusia setiap hari menghasilkan sampah, dan potensi limbah serta biomassa dapat ditemukan di mana saja. Namun, potensi limbah dan biomassa di setiap lokasi bervariasi tergantung pada jumlah penduduk yang tinggal di area tersebut. Pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat di Indonesia akan berdampak langsung pada peningkatan volume limbah yang dihasilkan. Sistem pengelolaan limbah yang kurang efektif dan efisien akan menyebabkan penumpukan limbah di tempat pembuangan akhir. Timbunan besar limbah dapat menimbulkan gas yang berisiko bagi kesehatan manusia dan lingkungan (Harjanti & Anggraini, 2020).

Berdasarkan Data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada 2023 hasil input dari 294 kab/kota se Indonesia menyebut jumlah timbunan sampah nasional mencapai angka 32.1 juta ton/tahun. Dari total produksi sampah nasional tersebut, 64,21% (20.6 juta ton/tahun) dapat terkelola, sedangkan sisanya 35,79% (11.5 juta ton/tahun) belum terkelola dengan baik (SIPSN, 2023). Dalam beberapa tahun terakhir, kesadaran masyarakat mengenai kerusakan lingkungan telah mengalami peningkatan yang signifikan. Masyarakat mengalami secara langsung efek yang diakibatkan oleh kerusakan lingkungan (Sudarman & Basyrun, 2017).

Program kolaboratif atau kemitraan antara berbagai pihak dalam pengelolaan sampah yang dilakukan dengan baik (Dayana, 2021). Menekankan pada prinsip ekonomi sirkular, yang berfokus pada peningkatan nilai ekonomi dari limbah (Hilmiawan & Pratiwi, 2023). Hal ini tidak dipandang sebagai beban, melainkan sebagai salah satu potensi seperti penggunaan *Cofiring* Bahan Bakar Jumptan Padat (BBJP) di pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) (Darilaut.id, 2024). *Cofiring* merupakan proses pembakaran di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang melibatkan campuran batubara dan bahan bakar biomassa. Sementara itu, BBJB adalah bahan bakar yang berasal dari sampah yang telah dipilah dan diolah menjadi ukuran butiran yang homogen (Widiantoro et al., 2023). Dampak dari *cofiring* batubara yaitu reduksi sampah berkurang 30 ton hari, terciptanya lapangan pekerjaan tenaga kerja masyarakat lokal.

Kepedulian Masyarakat khususnya rumah tangga dalam pengelolaan limbah rumah tangga sangat diperlukan (Hasibuan, 2016) untuk membantu pemerintah dalam menangani permasalahan dalam mereduksi sampah. Salah satu Solusi yaitu dengan melakukan sosialisasi pengolahan sampah rumah tangga dengan menggunakan digester sederhana, diharapkan dapat meningkatkan pengurangan sampah rumah tangga (Fitria et al., 2022). Digester adalah suatu teknologi yang digunakan dalam mengolah sampah organik menjadi biogas seperti kotoran hewan, sampah organik dari dapur, limbah pertanian dan sampah-sampah organik lainnya.

Energi yang dihasilkan berasal dari biogas yang diperoleh melalui proses anaerobik atau fermentasi bahan organik (Rakasiswi et al., 2020).

Keunggulan produksi biogas melalui proses pencernaan anaerobik adalah mampu mengurangi dampak pencemaran lingkungan serta meningkatkan nilai guna dari limbah (Khamil et al., 2023). Selain itu, proses ini juga bisa menghasilkan produk samping berupa *sludge*, yang biasanya dikenal sebagai *effluent*, dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk untuk tanaman (Muharam et al., 2022).

Penelitian (Yahya et al., 2022) melibatkan penambahan kotoran sapi untuk meningkatkan efektivitas proses peruraian dalam produksi biogas. Kotoran sapi berperan sebagai pemicu dalam proses biogas karena telah mengandung gas metan (CH₄) yang dapat mempercepat proses dekomposisi (Trianto & Ardiatma, 2022)(Selan et al., 2020). Sistem produksi biogas menawarkan berbagai manfaat, termasuk pengurangan polusi serta berfungsi sebagai sumber energi listrik dan pemanas (Kabeyi & Olanrewaju, 2022)(Kurniawati et al., 2021).

Kegiatan ini dilaksanakan dengan tujuan meningkatkan pengetahuan peserta mengenai pengelolaan limbah keluarga dan mengembangkan solusi inovatif dalam mengelola limbah rumah tangga dengan memanfaatkan teknologi sederhana namun efektif yaitu digester biogas sederhana yang dapat dipraktekkan sendiri oleh masyarakat. Kegiatan ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam upaya pelestarian lingkungan serta Salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan masyarakat pada sumber energi yang tidak terbarukan adalah dengan mengembangkan bioenergi, seperti biogas.

B. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan dilaksanakan pada 28 Juni 2023 dan 19 Juli 2023. Lokasi kegiatan di Desa Terjun, Kecamatan Medan Marelan, Sumatera Utara yang dihadiri oleh 20 peserta yang terdiri dari Masyarakat Desa Terjun yang mayoritas berprofesi sebagai pemulung sampah dan mahasiswa UMA. Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan melalui Sosialisasi dan pembuatan prototipe mesin pemilah sampah organik dan anorganik. Pelaksanaan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu :

1. Pra Kegiatan

Persiapan tim pelaksana meliputi kegiatan koordinasi anggota tim pelaksana, persiapan sarana dan prasarana yang akan digunakan dalam kegiatan serta koordinasi dengan khalayak sasaran terutama masyarakat desa Terjun, Kecamatan Medan Marelan. Dalam kegiatan persiapan ini adalah mempersiapkan lokasi sosialisasi, Materi, ATK (seminar kit), lembar angket, alat dan media (infocus) serta layar, laptop, dan perlengkapan peserta semuanya disertakan.

2. Pelaksanaan

a. Sosialisasi

Penyuluhan/Sosialisasi dilaksanakan pada 28 juni 2023, program kegiatan oleh tim pelaksana kepada seluruh anggota kelompok sasaran dilakukan secara tatap muka dengan mengadakan diskusi dan tanya jawab tentang tujuan, manfaat serta bentuk program yang akan dilaksanakan.

b. Pembuatan Prototipe mesin pemilah sampah

Kegiatan pengumpulan data untuk pembuatan prototipe mesin pemilah sampah dilaksanakan pada 19 juli 2023. Kegiatan yang akan dilakukan adalah melakukan pengumpulan sampah dan mengelompokkan berdasarkan jenisnya. Tujuan Pembuatan prototipe ini adalah untuk memberikan Solusi inovatif dalam mewujudkan pengelolaan sampah yang lebih modern, efisien, dan berkelanjutan sehingga mempermudah dan meningkatkan efisiensi dalam proses pemilahan sampah.

3. Evaluasi

Pada kegiatan evaluasi sosialisasi, peserta diberikan angket/kuisisioner untuk mengukur tingkat kepuasan peserta dalam mengikuti sosialisasi tersebut sehingga dapat dijadikan patokan dalam mengukur tingkat keberhasilan kegiatan PKM ini. Untuk evaluasi kegiatan pembuatan prototipe mesin pemilah sampah dilakukan uji coba menggunakan beberapa jenis sampah untuk mengetahui sensor berkerja dengan baik.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan metode pelaksanaan yang telah dibuat oleh tim dalam program pengabdian masyarakat, adapun hasil yang diperoleh dari kegiatan sebagai berikut:

1. Pra Kegiatan

Proses persiapan dilakukan sehubungan dengan program yang dilaksanakan oleh mitra. Proses tersebut meliputi diskusi tim dengan dosen pendamping, pembahasan kegiatan dan metode yang dilakukan, penelusuran literatur, penyusunan jadwal kegiatan program pengabdian masyarakat. Persiapan ini kami lakukan dengan pertemuan tatap muka. Sosialisasi ini bertujuan untuk menjelaskan kepada warga tentang pemanfaatan sampah organik dan anorganik serta mengetahui dampak sampah jika tidak di kelola dengan baik. Kegiatan ini diselenggarakan oleh tim Pengusul sebagai narasumber bersama Masyarakat Desa Terjun dan mahasiswa UMA.

2. Pelaksanaan

a. Sosialisasi

Pelaksanaan kegiatan dibagi menjadi beberapa kegiatan yaitu pemberian materi. Materi yang diberikan meliputi pengenalan jenis-jenis sampah, pentingnya pemilahan sampah, cara memilah sampah, cara pengolahan sampah rumah tangga menggunakan digester biogas sederhana, aspek ekonomi dan sosial, dan keberlanjutan lingkungan. Materi diberikan dalam bentuk ceramah dan diskusi tatap muka antara tim pelaksana dengan khalayak sasaran.

b. Pembuatan Prototipe mesin pemilah sampah

Setelah penyuluhan/sosialisasi terlaksana, pada 19 juli 2023 tim melakukan pengumpulan data untuk pembuatan prototipe berupa mesin pemilah sampah organik dan anorganik. Sehingga diharapkan dapat membantu mitra untuk meningkatkan produktivitas, keterampilan, dan keberlanjutan usaha dalam mengolah sampah, mengurangi biaya produksi, mendukung inovasi, dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat serta kualitas lingkungan. Berikut ini proses pembuatan prototipe mesin pemilah sampah organik dan anorganik:

1) Studi Literatur

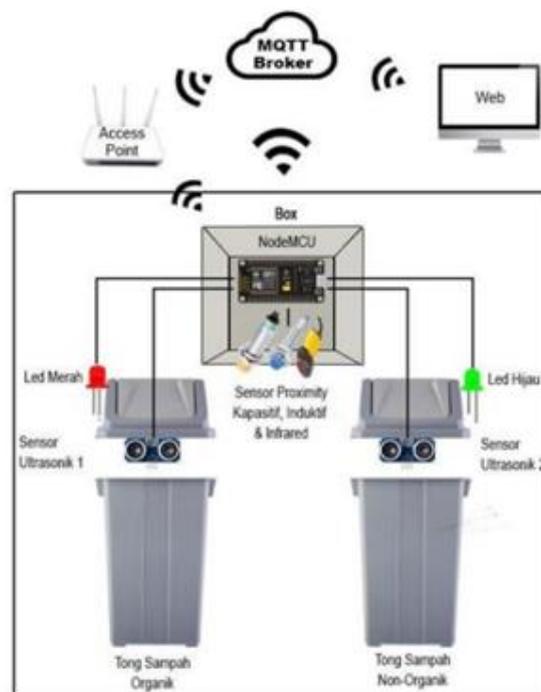
Studi literatur dilakukan dengan membaca dan memahami berbagai jurnal dan buku yang berkaitan dengan materi ini. Beberapa literatur yang diteliti terkait permasalahan sampah, juga mengenai perangkat IoT yang digunakan pada alat, sensor dan aktuator untuk membedakan jenis sampah, hingga literatur tentang *Tool Planning*. Selain itu, studi pendahuluan juga dilakukan dengan cara observasi dan wawancara. Observasi dan wawancara dilakukan terhadap perilaku masyarakat dalam hal ini civitas akademika di sekitar kawasan TPA Terjun untuk mengetahui proses pengumpulan sampah di kota Medan, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kegiatan studi literatur dan perencanaan prototipe bersama Tim

2) Perancangan prototipe mesin pemilah sampah

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan persyaratan prototipe yang akan dirancang. Pengumpulan persyaratan diperoleh dengan studi literatur dan wawancara. Setelah itu mulailah merancang alat yang akan dikembangkan. Perancangan dan perakitan sistem yaitu pembuatan meliputi perancangan rangkaian dan penalaran metode yang digunakan, kemudian pengujian yaitu untuk mengetahui apakah sistem berfungsi dengan baik atau terdapat kegagalan pada proses perakitan dan perancangan. Keluaran dari tahap ini adalah prototipe alat, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Prototipe mesin Pemilah sampah organik dan anorganik

3) Pengujian dan Validasi

Setelah prototipe dibuat, selanjutnya dilakukan beberapa pengujian. Pengujian yang pertama adalah menguji fungsionalitas setiap komponen alat yang dihasilkan. Menguji kemampuan alat dalam membedakan sampah organik dan anorganik serta keakuratan sensor. Data yang dikumpulkan dalam pengujian ini ada dua, yaitu tingkat keberhasilan alat dalam membedakan jenis sampah organik dan anorganik serta jarak yang disarankan antara sampah dengan sensor agar alat dapat mengenali kedua jenis sampah tersebut dengan benar. Sensor berwarna hijau (H) untuk sampah organik dan sensor berwarna merah (M) untuk sampah anorganik.

Pada bagian pertama, diujikan 10 jenis sampah masing-masing sebanyak 9 kali percobaan. Sampah yang digunakan, antara lain kardus, daun, kertas, kulit pisang dan ranting kayu untuk sampah

organik, serta plastik, botol, besi, kaleng dan botol plastik untuk sampah anorganik. Berikut hasil pengujian sensor seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor

Percobaan	Sampah Organik				Sampah Anorganik					
	Karton	Damun	Kertas	Kulit Pisang	Ranting Kayu	Plastik	Botol	Besi	Kaleng	Botol Plastik
1	H	H	H	H	H	M	M	M	M	M
2	H	H	H	H	H	M	M	M	M	M
3	H	H	H	H	H	M	M	M	M	M
4	H	H	H	H	H	M	M	M	M	M
5	H	H	H	H	H	M	M	M	M	M
6	H	H	H	H	H	M	M	M	M	M
7	H	H	H	H	H	M	M	M	M	M
8	H	H	H	H	H	M	M	M	M	M
9	H	H	H	H	H	M	M	M	M	M

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada Tabel 1, sensor berhasil 100% membedakan jenis sampah yang mana LED hijau menyala setiap pendeteksian sampah organik dan LED merah menyala setiap pendeteksian sampah anorganik. Pada pengujian bagian kedua, untuk mendapatkan jarak yang direkomendasikan antara sampah dengan sensor, dilakukan percobaan terhadap 28 jarak, yakni 1 mm sampai 28 mm. Jarak tersebut diujikan terhadap 8 jenis sampah, yakni tisu, kertas, kulit pisang dan ranting kayu untuk sampah organik serta plastik, botol, besi dan kaleng untuk sampah anorganik.

Tabel 2. Hasil Pengujian Jarak

Jarak (mm)	Sampah Organik				Sampah Anorganik				
	Kertas	Tisu	Kulit Pisang	Ranting Kayu	Plastik	Botol	Besi	Kaleng	
0	H	H	H	H	M	M	M	M	
1	H	H	H	H	M	M	M	M	
2	H	H	H	H	M	M	M	M	
3	H	H	H	H	M	M	M	M	
4	H	H	H	H	M	M	M	M	
10	H	H	H	H	M	M	M	M	
20	H	H	H	H	M	M	M	M	
25	H	H	H	H	M	M	M	M	
26	H	H	H	H	M	M	M	M	
27	H	H	H	H	M	M	M	M	
28	H	H	H	H	M	M	M	M	

Berdasarkan percobaan yang dilakukan pada Tabel 2, sensor tidak berhasil mendeteksi sampah organik pada 28 mm yang ditandai LED hijau tidak menyala sedangkan untuk sampah anorganik sensor tidak berhasil mendeteksi pada jarak 4 mm sampai 28 mm yang ditandai LED merah tidak menyala.

3. Evaluasi

Bentuk evaluasi hasil penyuluhan/sosialisasi yaitu berupa kuisioner yang diberikan kepada peserta setelah selesai dilaksanakannya sosialisasi. Berikut ini hasil dari kuisioner yang telah di observasi, terlampir pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil observasi Kuisioner

No.	Aspek Penilaian	Sangat Tidak Puas	Tidak Puas	Netral	Puas	Sangat Puas
1	Personil/anggota yang terlibat dalam kegiatan memberikan pelayanan sesuai dengan kebutuhan peserta	2	2	4	8	4
2	Pembicara menyampaikan materi dengan jelas dan menarik	0	5	2	8	5
3	Pembicara mampu menjawab pertanyaan peserta dengan baik	1	3	1	9	6
4	Materi yang disampaikan sesuai dengan kebutuhan peserta	0	2	0	10	8
5	Waktu yang disediakan untuk setiap materi sudah cukup	0	0	0	15	5
6	Peralatan untuk menyampaikan materi memadai	0	2	0	8	10
7	Tempat pelaksanaan sosialisasi nyaman dan kondusif	0	0	0	13	7
8	Kegiatan yang dilaksanakan bermanfaat untuk menambah wawasan dan pengetahuan peserta	0	0	0	16	4
9	Jika kegiatan ini diselenggarakan kembali, peserta bersedia untuk berpartisipasi/terlibat	0	0	0	11	9
Total		3	14	7	98	58
Persentase Kepuasan (%)		1,67	7,78	3,89	54,44	32,22

Berdasarkan Tabel 3, tingkat kepuasan yang diperoleh yaitu 1,67% (Sangat tidak puas), 7,78% (Tidak puas), 3,89% (Netral), 54,44% (Puas) dan 32,22% (Sangat Puas).

D. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengamatan pada saat pelaksanaan kegiatan di Desa Terjun, Kecamatan Medan Marelan, yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa Pengetahuan dan pemahamannya peserta meningkat terhadap pengenalan jenis-jenis sampah, pentingnya pemilahan sampah, cara memilah sampah, cara pengolahan sampah rumah tangga menggunakan digester biogas sederhana, aspek ekonomi dan sosial, dan keberlanjutan lingkungan yang ditandai dengan persentase tingkat kepuasan 1,67% (Sangat tidak puas), 7,78% (Tidak puas), 3,89% (Netral), 54,44% (Puas) dan 32,22% (Sangat Puas) serta berhasil membuat prototipe mesin pemilah sampah organik dan anorganik sehingga diharapkan prototipe ini dapat meningkatkan produktivitas, keterampilan, keberlanjutan usaha, serta kualitas lingkungan di daerah tersebut. Sementara saran tindakan lanjutan yang perlu dilakukan yaitu, menjalin kerjasama dengan lembaga penelitian, universitas, dan pihak swasta untuk pengembangan teknologi yang lebih efisien dan ramah lingkungan, serta melibatkan pemerintah daerah dan instansi terkait untuk mendapatkan dukungan dan memperluas jangkauan program.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada masyarakat Desa Terjun, Kecamatan Medan Marelan yang mengizinkan dan berpartisipasi aktif sehingga kegiatan terlaksana dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Darilaut.id. (2024, June 29). *31,9 Juta Ton Timbunan Sampah Indonesia, 11 Juta Ton Tidak Terkelola*. Darilaut.Id.
- Dayana, M. (2021). Kolaborasi Stakeholders Dalam Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Di Kecamatan Kampar Kabupaten Kampar *Stakeholders Collaboration in Household Waste Management In Kampar District Kampar*. *JIANA: Jurnal Ilmu Administrasi Negara*, *19*(2), 106–116.
- Fitria, F., Septiani, M., & Darajat, Z. (2022). Sosialisasi Biodigester Sederhana dan Pengolahan Limbah Organik menjadi Biogas pada Siswa-Siswi SMK Muhammadiyah Bontang. *JPAY (Jurnal Pengabdian Ahmad Yani) STTI*, *2*(1), 12–17.
- Harjanti, I. M., & Anggraini, P. (2020). Pengelolaan Sampah Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jatibarang, Kota Semarang. *Jurnal Planologi*, *17*(2), 185. <https://doi.org/10.30659/jpsa.v17i2.9943>
- Hasibuan, R. (2016). Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga Terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup. *Jurnal Ilmiah "Advokasi"*, *04*(01), 42–52.
- Hilmiawan, G. A., & Pratiwi, N. (2023). Ekonomi Sirkular Untuk Efisiensi Biaya dan Manfaat dalam Pengelolaan Sampah. *Jurnal Akuntansi (JA)*, *11*(2), 117–131. <https://doi.org/10.30738/ja.v11i2.4029>

- Kabeyi, M. J. B., & Olanrewaju, O. A. (2022). Biogas Production and Applications in the Sustainable Energy Transition. *Journal of Energy*, 2022(1), 1–43. <https://doi.org/10.1155/2022/8750221>
- Khamil, A. I., Valensyah, A. Z., Muharja, M., Waji, D. I. S., Fitria, N. L. I., Pramudya, A. N., Shelli, P., Adrian, F., Zahiyah, Z. A., Mahendra, M. D., Syah, M. Z., Darmayanti, R. F., Mumtazah, Z., & Zikrillah, M. (2023). Recycle Home: Inovasi Pemanfaatan Sampah Organik menjadi Biogas Terintegrasi Aplikasi Mobile Recycle App sebagai Upaya Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat Sekitar TPA Pakusari, Kabupaten Jember. *Sewagati*, 7(4), 602–613. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v7i4.563>
- Kurniawati, M. W., Putri, A. N. R., & Ivana, C. F. (2021). Pemanfaatan Limbah Sayur dan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 3(02), 74–80. <https://ejournal.pnc.ac.id/index.php/jppl>
- Muharam, Lestari, A., & Solahudin. (2022). Pemanfaatan Limbah Sludge Industri Kertas Menjadi Pupuk Organik Sebagai Suatu Upaya Penanggulangan Pencemaran Lingkungan Dan Pengembangan Ekonomi Budidaya Kembang Kol. *Abditani : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 45–49.
- Rakasiswi, R. R., Ivontianti, W. D., & Sitanggang, E. P. (2020). Mini Digester Untuk Pengolahan Limbah Organik Menjadi Biogas Dan Dampak Terhadap Pengurangan Emisi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 08(1), 22–30.
- Selan, R. N., Tobe, A. Y., & Pell, Y. M. (2020). Pelatihan Pembuatan Digester Biogas Sederhana Bagi Kelompok Pkk Nefonaek. *Selaparang. Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(1), 653–657.
- Sipsn. (2023). *Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah*. Sipsn.
- Sudarman, & Basyrun. (2017). Sosialisasi Pembuatan Biogas Bahan Baku Tinja Puyuh. *Rekayasa*, 15(1), 44–50.
- Trianto, H., & Ardiatma, D. (2022). Pengolahan Kotoran Sapi Sebagai Bahan Pembuatan Biogas di Kandang Komunal Dusun Sukunan Kelurahan Banyuraden Kecamatan Gamping Sleman Yogyakarta. *Prosiding SAINTEK: Sains Dan Teknologi*, 1(1), 490–499.
- Widiantoro, J. W., Utomo, M. T. S., & Muchammad. (2023). Efek Penggunaan Biomassa Tempurung Kelapa Terhadap Proses Co-Firing Batu Bara Dilihat Dari Temperatur Yang Terjadi. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 11(3), 402–407.
- Yahya, H., Rohendi, A., & Annisa, F. (2022). Pengaruh Fermentasi Limbah Rumen Sapi Dan Ragi Terhadap Performa Kompor Biogas. *Journal of Environmental Engineering*, 3(1), 57–72. <https://journal.ar-raniry.ac.id/index.php/lingkar/index>