

PENERAPAN TEKNOLOGI INSTALASI DIGESTER BIOGAS UNTUK MENDUKUNG KEMANDIRIAN ENERGI RUMAH TANGGA DAN KELESTARIAN LINGKUNGAN

Aswar Annas^{1*}, Moh. Ahsan S. Mandra², Armi Indrayuni³, Nurlita Pertiwi⁴,
Hadrawi Machmud⁵, Sahrul Alam⁶

¹⁾Ilmu Administrasi Negara, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Pepabri Makassar

^{3,5)}Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pepabri Makassar

^{2,4)}Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup, Pascasarjana, Universitas Negeri Makassar

⁶⁾Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar

email: aswarannas@unpepabri.ac.id

Abstrak

Energi merupakan salah satu unsur penting dalam keberlangsungan hidup manusia karena menjadi kebutuhan utama dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Seiring bertambahnya jumlah penduduk maka jumlah kebutuhan energi juga semakin meningkat. Tetapi saat ini kebutuhan energi masih bergantung pada sumber bahan baku energi dari fosil sehingga mengakibatkan ketersediaan bahan baku energi semakin menipis karena proses pembentukan bahan baku energi dari fosil memerlukan waktu yang cukup lama. Oleh sebab itu, untuk menjaga ketahanan dan ketersediaan energi diperlukan energi yang mudah didapatkan dan dapat diperbaharui. Limbah ternak merupakan salah satu potensi penyedia energi yang mudah didapatkan dan dapat diperbaharui. Tetapi limbah tersebut belum bisa dimanfaatkan secara baik oleh masyarakat Desa Laikang sehingga hanya ditumpuk dikolom rumah dan menjadi sumber penyakit, pencemaran lingkungan, aroma bau dan perasaan tidak nyaman beraktifitas disekitar rumah peternak. Berdasarkan hal tersebut maka dianggap perlu menerapkan teknologi instalasi digester biogas sebagai teknologi pengolah limbah ternak menjadi energi biogas yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Metode pengabdian yang digunakan adalah Model Participatory Rural Appraisal, Model Participatory Tecnology Development, Model Community Development dan Edukatif. Hasil penerapan teknologi instalasi digester biogas dapat mengurangi penggunaan gas LPG 3 kg sebanyak 3 tabung perbulan, mengurangi biaya pembelian pupuk sebesar 25-35%, lingkungan peternakan lebih bersih dan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga kelestarian lingkungan untuk keberlanjutan hidup manusia dan makhluk hidup serta dapat mengelola dan memanfaatkan limbah menjadi produk yang bermanfaat.

Kata kunci: Limbah Ternak, Biogas, Energi Baru Terbarukan, Ramah Lingkungan

Abstract

Energy is an important element in human survival because it is the main need for carrying out daily activities. As the population increases, the amount of energy demand also increases. However, currently energy needs still depend on sources of energy raw materials from fossils, resulting in the availability of energy raw materials running low because the process of forming energy raw materials from fossils takes quite a long time. Therefore, to maintain energy security and availability, energy is needed that is easy to obtain and can be renewed. Livestock waste is a potential source of energy that is easily obtained and can be renewed. However, this waste cannot be utilized properly by the people of Laikang Village, so it is only piled up in the columns of houses and becomes a source of disease, environmental pollution, odors and feelings of discomfort from activities around the breeder's house. Based on this, it is deemed necessary to apply biogas digester installation technology as a technology for processing livestock waste into renewable and environmentally friendly biogas energy. The service methods used are the Participatory Rural Appraisal Model, Participatory Technology Development Model, Community Development and Educational Model. The results of applying biogas digester installation technology can reduce the use of 3 kg LPG gas by 3 cylinders per month, reduce the cost of purchasing fertilizer by 25-35%, make the livestock environment cleaner and increase public awareness about the importance of preserving the environment for the sustainability of human life and living creatures and can managing and utilizing waste into useful products.

Keywords: Animal Waste, Biogas, New Renewable Energy, Environmentally Friendly

PENDAHULUAN

Energi adalah salah satu unsur penting dalam keberlangsungan dan kelancaran aktivitas hidup manusia. Seiring meningkatnya jumlah penduduk dan produktivitas masyarakat maka kebutuhan

energi juga akan semakin meningkat. Data menunjukkan bahwa total konsumsi energi jenis Bahan Bakar Minyak (BBM) secara nasional rata-rata mencapai sekitar 1,63 juta barel perhari dengan penggunaan terbanyak pada sektor transportasi sebesar 40%, dilanjutkan dengan sektor industri 36%, rumah tangga 16%, kegiatan komersial 6%, dan sektor lain sebesar 2% (Al Hakim, 2020).

Konsumsi energi yang tidak dibarengi dengan pasokan yang cukup akan mengakibatkan ancaman ketahanan energi seperti langkahnya sumber energi, harga energi akan semakin mahal utamanya energi jenis BBM yang banyak digunakan masyarakat. Hal tersebut akan mengakibatkan aktivitas industri terhambat, pemerintah akan melakukan import bahan mentah energi dan dapat mengurangi devisa negara. Berdasarkan hal tersebut maka untuk meminimalisir terjadinya krisis ketahanan energi maka perlu dilakukan penghematan dan pemanfaatan energi baru terbarukan (Prasetyo et al., 2020).

Energi baru terbarukan adalah energi yang didapatkan dari alam dengan ketersediaan yang melimpah, mudah didapatkan, ramah lingkungan dan dapat digunakan secara terus menerus karena dapat dilakukan pembaharuan dalam jangka waktu yang relatif cepat. Energi baru terbarukan bisa didapatkan dari sinar matahari, angin, air dan juga dari limbah hasil aktivitas manusia, limbah pertanian dan peternakan. Salah satu jenis energi ramah lingkungan yang didapatkan dari limbah pertanian dan peternakan adalah energi gas methana atau biasa disebut biogas yang diperoleh dari hasil fermentasi anaerobik kead udara bahan organik seperti limbah kotoran manusia dan kotoran ternak (Mandra et al., 2021).

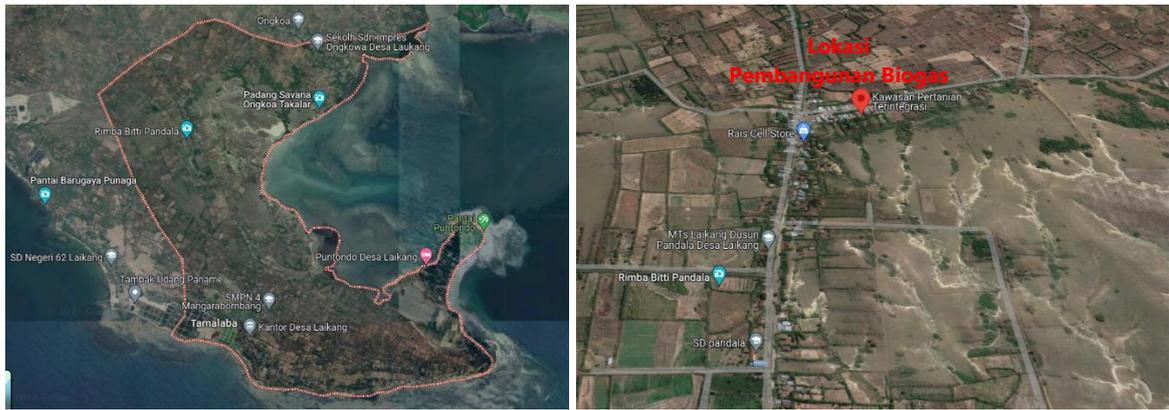
Energi biogas dari limbah peternakan cukup potensial dikembangkan didaerah pedesaan utamanya di Desa Laikang karena merupakan sentra pengembangan sapi potong dengan jumlah hewan ternak kurang lebih 1293 ekor sapi potong, 13 Kerbau dan 990 Kambing (BPS, 2019). Tetapi sejauh ini kesadaran masyarakat dan peran pemerintah setempat dalam melakukan pengembangan energi biogas melalui pemanfaatan limbah ternak masih belum maksimal sehingga secara umum masyarakat Desa Laikang masih membiarkan limbah ternak menumpuk begitu saja disekitar hunian yang juga menjadi penyebab pencemaran lingkungan, gangguan kesehatan dan rasa tidak nyaman beraktifitas dilingkungan sekitar (Alam et al., 2022).

Berdasarkan hal tersebut maka Tim Pelaksana dan Tim Pendamping Program Kosabangsa akan melakukan program pengabdian masyarakat dengan menerapkan teknologi instalasi digester biogas untuk mendukung kemandirian energi rumah tangga dan pemanfaatan energi baru terbarukan yang ramah lingkungan untuk memaksimalkan potensi limbah ternak yang ada di Desa Laikang. Pemanfaatan limbah ternak menjadi energi biogas juga diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan keterampilan kepada masyarakat tentang pentingnya menjaga kelestarian dan kesehatan lingkungan, pengurangan emisi gas rumah kaca dengan memanfaatkan gas methana, pemanfaatan sumber daya lokal dan mengetahui serta merasakan dampak ekonomi dari pengolahan limbah ternak khususnya pengurangan biaya pembelian gas LPG dan pupuk organik (Alam et al., 2022).

Pemanfaatan energi biogas dari limbah kotoran ternak juga dapat membantu pemerintah dalam mengurangi konsumsi dan subsidi gas LPG 3 Kg. Sehingga dengan memaksimalkan potensi lokal yang ada khususnya limbah ternak yang dikonversi menjadi energi biogas ramah lingkungan, maka dapat mendorong masyarakat untuk mandiri energi dan berkontribusi dalam peningkatan ketahanan energi nasional. Selain dari itu, program pengabdian kepada masyarakat dengan penerapan teknologi instalasi digester biogas juga dapat mempercepat pembangunan berkelanjutan atau SDGs Desa.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui penerapan teknologi instalasi digester biogas sebagai pengolah limbah ternak ramah lingkungan dilaksanakan pada awal bulan September sampai akhir bulan Oktober 2023, yang bertempat di Dusun Pandala Desa Laikang Kecamatan Mangarabombang Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan. Pemilihan lokasi pembangunan instalasi digester biogas dilakukan berdasarkan data sebaran ternak Desa Laikang yang menunjukkan bahwa sebaran ternak terbanyak berada di Dusun Pandala. Adapun kelompok masyarakat yang diberikan pelatihan terkait penerapan teknologi instalasi digester biogas adalah kelompok ternak sejahtera Desa Laikang yang terdiri dari peternak dan anggota keluarga peternak.



Gambar 1: Peta Desa Laikang dan Lokasi Pembangunan Biogas

Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan program pengabdian masyarakat, yaitu: (1) Model Participatory Rural Appraisal (PRA) yang menekankan keterlibatan masyarakat dalam keseluruhan kegiatan mulai dari perencanaan, pelaksanaan dan evaluasi program kegiatan, (2) Model Participatory Tecnology Development yang memanfaatkan teknologi tepat guna yang berbasis pada ilmu pengetahuan dan kearifan budaya lokal, (3) Model Community Development yaitu pendekatan yang melibatkan masyarakat secara langsung sebagai subyek dan obyek pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dan (4) Edukatif yaitu pendekatan sosialisasi, pelatihan dan pendampingan sebagai sarana transfer ilmu pengetahuan dan pendidikan untuk pemberdayaan masyarakat.

Adapun tahapan kegiatan yang dilakukan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan, yaitu:

1. Pra Pelaksanaan

Pra pelaksanaan kegiatan yaitu kegiatan yang dilakukan sebelum memasuki pelaksanaan inti program pengabdian kepada masyarakat, yang meliputi: (1) survei lokasi kegiatan pengabdian untuk menganalisis potensi dan permasalahan yang dialami oleh masyarakat, (2) penentuan teknologi tepat guna sebagai solusi permasalahan dan optimalisasi potensi yang dimiliki (3) penentuan mitra penerima manfaat yang ditentukan berdasarkan hasil diskusi dengan ketua dan anggota kelompok masyarakat sasaran, (4) melakukan pengurusan administrasi dan perizinan kepada pemerintah setempat.

2. Pelaksanaan

Pelaksanaan adalah bentuk – bentuk kegiatan inti program pengabdian kepada masyarakat yang disusun untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi mitra sasaran dan untuk mencapai tujuan diadakannya program pengabdian kepada masyarakat. Adapun bentuk-bentuk kegiatan inti yang dilaksanakan dalam program pengabdian ini, yaitu: (1) sosialisasi program pengabdian kepada masyarakat yang menghadirkan pemerintah Desa Laikang, kelompok masyarakat sasaran, tokoh masyarakat dan tokoh pemudah Desa Laikang, (2) pembangunan instalasi digester biogas kapasitas 6 m³, (3) pelatihan penerapan, perawatan dan perbaikan teknologi instalasi digester biogas.

3. Pasca Pelaksanaan

Pasca pelaksanaan adalah kegiatan yang dilakukan setelah semua kegiatan inti telah selesai. Adapun kegiatan yang dilakukan pasca pelaksanaan program, yaitu: (1) monitoring dan evaluasi tindak lanjut mitra terkait program yang telah dilaksanakan, (2) pendampingan dan penyediaan fasilitas konsultasi terkait tindak lanjut program yang telah dilaksanakan, (3) penyusunan bentuk-bentuk keberlanjutan program.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembangunan Instalasi Digester Biogas

Potensi limbah ternak yang ada di Desa Laikang belum dapat dikelola dengan baik oleh masyarakat Desa Laikang sehingga potensi tersebut terbuang begitu saja dan hanya berujung pada pencemaran lingkungan. Jumlah ternak mitra penerima manfaat program sebanyak 10 ekor ternak sapi. Sehingga instalasi digester biogas yang dirancang dan diterapkan yaitu instalasi digester biogas 6m³ tipe fixed dome yang dapat memproduksi biogas sekitar 1,6-2,4 m³ perhari (Lestari et al., 2016). Penerapan

teknologi instalasi digester biogas kapasitas 6 m³ dapat mengolah limbah ternak padat (feses) sekitar 50-100 kg perhari karena satu ekor sapi/kerbau dapat menghasilkan 5-10 kg kotoran padat perhari (Palallo et al., 2018).



Gambar 2. Proses Pembangunan Instalasi Digester Biogas

Penerapan teknologi instalasi digester biogas juga merupakan salah satu teknologi yang memberikan edukasi kepada masyarakat tentang bagaimana mengelola lingkungan dan menjaga kelestarian lingkungan dengan baik sehingga tidak menimbulkan kerugian bagi manusia dan hewan ternak itu sendiri. Pembangunan instalasi digester biogas secara penuh melibatkan masyarakat setempat yang didampingi secara langsung oleh tim pengabdian. Hal tersebut dilakukan agar program yang dilaksanakan dapat memandirikan masyarakat dalam pembangunan instalasi digester biogas, melalui hasil transfer pengetahuan dan keterampilan saat berlangsungnya proses pembangunan teknologi instalasi digester biogas yang dimulai dari bagaimana melakukan persiapan dalam pembangunan instalasi digester biogas, pengadaan bahan dan alat serta mengetahui proses pembangunan teknologi instalasi digester biogas dari inlet, reaktor (wadah fermentasi), outlet dan tampungan bioslurry (ampas pengolahan biogas).

Pelatihan Penerapan, Perawatan dan Perbaikan Instalasi Digester Biogas

Setelah proses pembangunan instalasi digester biogas maka dilakukan pelatihan penerapan/pengaplikasian, perawatan dan perbaikan teknologi instalasi digester biogas. Hal tersebut dilakukan untuk memberikan keterampilan dan pengetahuan kepada masyarakat bagaimana mengaplikasikan, merawat dan melakukan perbaikan instalasi digester biogas sesuai prosedur yang telah ditentukan agar kualitas biogas dan bio slurry yang dihasilkan tetap terjaga serta bangunan instalasi digester biogas dapat digunakan secara berkelanjutan.



Gambar 3. Pelatihan Pengaplikasian, Perawatan dan Perbaikan Instalasi Digester Biogas

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan oleh tim pelaksana, mitra penerima manfaat telah melakukan pengaplikasian instalasi digester biogas dengan baik. Mulai dari proses pengisian secara rutin setiap harinya atau maksimal 3 hari dalam sekali pengisian reaktor biogas, memiliki kandang

ternak permanen (lantai beton) agar memudahkan proses pengambilan limbah ternak padat yang tidak tercampur dengan lumpur dan partikel lain yang dapat merusak instalasi digester biogas, melakukan pencampuran limbah ternak padat dengan air pada perbandingan 1:1 dan memiliki motivasi untuk terus melakukan pengisian karena menghasilkan biogas untuk keperluan rumah tangga dan pupuk organik untuk pertanian mereka.

Manfaat Penerapan Teknologi Instalasi Digester Biogas

Pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat dengan pemanfaatan limbah ternak menjadi energi baru terbarukan untuk mengurangi ketergantungan masyarakat pada gas LPG melalui penerapan teknologi instalasi digester biogas ramah lingkungan. Penggunaan energi biogas untuk keperluan rumah tangga dapat mengurangi pembelian gas LPG 3 kg sebanyak 3 kali dalam sebulan, dengan rata-rata harga gas LPG 3 kg di Desa Laikang sebesar Rp. 27.000 pertabung. Sehingga dengan adanya teknologi instalasi digester biogas masyarakat dapat menghemat pengeluaran pembelian gas LPG sebesar Rp. 81.000 perbulan atau Rp. 972.000 pertahun. Penggunaan teknologi instalasi digester biogas dapat menghemat pengeluaran pembelian gas LPG 3 kg sampai Rp. 900.000 per tahun (Alam et al., 2021). Penerapan teknologi instalasi digester biogas juga dapat menghemat biaya bahan bakar Rp. 1.177.125 untuk minyak tanah, Rp. 1.311.237 untuk kayu bakar dan Rp. 1.100.000 untuk gas LPG masing-masing dalam satu anggota keluarga pertahun (Harahap, 2018).

Selain dari keuntungan ekonomi dari pengurangan pengeluaran pembelian bahan bakar minyak tanah, kayu bakar dan gas LPG 3 kg masyarakat juga mendapatkan pupuk organik yang dapat digunakan untuk keperluan pupuk tanaman pertanian dan dijadikan produk wirausaha rumah tangga. Sehingga masyarakat juga mendapatkan keuntungan ekonomi dengan pengurangan pembelian pupuk an organik (kimia) seperti pupuk UREA dan pupuk NPK yang banyak digunakan oleh masyarakat Desa Laikang. Pupuk UREA biasanya didapatkan dengan harga Rp. 150.000 perkarung dengan berat 50 kg sedangkan pupuk NPK didapatkan dengan harga Rp. 250.000 perkarung dengan berat 50 kg.

Rata-rata penggunaan pupuk dalam satu kali musim tanam masyarakat menggunakan sebanyak 3 karung untuk pupuk UREA dan 1,5-2 karung untuk penggunaan pupuk NPK dengan masing-masing berat 1 karung 50 kg. Sehingga diestimasikan penggunaan pupuk an organik dalam satu kali musim tanam masyarakat mengeluarkan biaya sekitar Rp. 825.000 – Rp. 950.000. Tetapi dengan adanya teknologi instalasi digester biogas masyarakat dapat menggunakan pupuk organik dari ampas biogas. Sehingga masyarakat dapat menghemat pengeluaran pembelian pupuk sekitar 25-35% dan dengan menggunakan pupuk organik struktur dan unsur hara tanah semakin baik serta dapat meningkatkan produktivitas lahan sekitar 20-29% (Kariyasa, 2005). Pengurangan pembelian pupuk organik secara berkelanjutan akan semakin berkurang seiring proses perbaikan unsur hara tanah dan peralihan pertanian organik yang secara bertahap.

Pengeluaran pembelian gas LPG 3 kg dan pembelian pupuk sangat membebani masyarakat, karena secara umum masyarakat Desa Laikang masih tergolong keluarga miskin dengan kondisi ekonomi mereka yang rata-rata pendapatan perbulan dibawa pendapatan perkapita sulawesi selatan (Samsir, 2015). Teknologi instalasi digester biogas hadir sebagai solusi teknologi pemanfaatan limbah ternak ramah lingkungan yang sekaligus merupakan teknologi yang mengintegrasikan sektor pertanian dan peternakan untuk menunjang pendapatan masyarakat melalui penerapan pertanian terintegrasi dan berkelanjutan. Teknologi instalasi digester biogas juga sangat membantu masyarakat karena mengurangi pembelian gas LPG 3 kg dan mengurangi pembelian pupuk an organik karena instalasi digester biogas kapasitas 6 m³ yang diterapkan di Desa Laikang dapat menghasilkan pupuk organik cair sebanyak 50-100 liter perhari sesuai dengan berapa banyak kotoran ternak yang dimasukkan kedalam wadah fermentasi (reaktor biogas).

Selain itu teknologi instalasi digester biogas juga mendorong pencapaian target pemerintah yaitu penggunaan energi baru terbarukan paling sedikit 31% pada tahun 2050. Hal tersebut karena energi biogas tidak hanya dapat digunakan untuk memasak kebutuhan sehari-hari tetapi juga dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik kebutuhan rumah tangga karena energi yang terkandung dalam biogas memiliki potensi besar, dimana 1 m³ biogas setara dengan kurang lebih 6.000 watt/jam atau setara ½ liter minyak diesel (Purnomo et al., 2020). Berdasarkan hal tersebut, maka instalasi digester biogas kapasitas 6m³ yang diterapkan di Desa Laikang memiliki potensi listrik kurang lebih 9.000 watt/jam – 1.500 watt/jam.

Penerapan teknologi instalasi digester biogas diharapkan terus dikembangkan utamanya di daerah pedesaan yang memiliki hewan ternak namun memiliki akses energi rumah tangga yang sulit/mahal.

Sehingga limbah ternak yang dimiliki dapat dimanfaatkan, tidak mencemari lingkungan dan meminimalisir emisi gas methana yang terbuang keudara yang pada akhirnya menjadi penyebab pemanasan global. Olehnya, dengan adanya kegiatan ini maka dapat menjadi media edukasi kepada masyarakat untuk menerapkan teknologi instalasi digester biogas untuk mendukung kemandirian energi dan transisi energi hijau ramah lingkungan.

SIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan penerapan teknologi instalasi digester biogas kapasitas 6m³ di Desa Laikang dapat memberikan dampak ekonomi, ekologi dan sosial masyarakat. Teknologi instalasi digester biogas yang diterapkan dapat menghasilkan energi biogas sekitar 1,6-2,4 m³ perhari dan dapat mengkonversi penggunaan gas LPG 3 kg yang digunakan selama ini oleh masyarakat sebanyak 3 tabung perbulan. Selain itu, penerapan teknologi instalasi digester biogas juga dapat mengurangi biaya pembelian pupuk an organik (kimia) sebesar 25-35%, sehingga masyarakat tidak bergantung lagi pada pupuk an organik yang dapat merusak lingkungan jika terus digunakan. Tumpukan limbah ternak padat yang ada di bawah kolom rumah masyarakat juga telah teratasi karena diolah menjadi biogas dan pupuk organik yang bermanfaat secara ekonomi, kesehatan dan kelestarian lingkungan.

SARAN

Berdasarkan hasil pengabdian yang telah dilakukan disarankan untuk melakukan pengabdian serupa untuk mendukung penerapan program energi baru terbarukan dan transisi energi di Indonesia. Sebagai tindaklanjut dari program ini, sebaiknya dilakukan pelatihan pengolahan bioslurry untuk memaksimalkan pengolahan pupuk organik sehingga dapat menjadi produk wirausaha rumah tangga masyarakat. Dalam setiap kegiatan pengabdian sebaiknya memiliki mitra kerjasama dengan lembaga eksternal Desa baik lembaga pemerintah, LSM dan swasta yang memiliki program yang sama atau memiliki kegiatan yang terkait dengan program pengabdian, sehingga diharapkan dapat melakukan pendampingan pasca pelaksanaan kegiatan pengabdian dan terus melaksanakan program secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih Kepada Direktorat Riset, Teknologi dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM) yang telah memberikan pendanaan dalam melaksanakan kegiatan Program Kosabangsa Tahun 2023. Ucapan Terima Kasih Juga Kepada Segenap Pemerintah Desa Laikang dan Mitra Kerjasama Kegiatan yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan Program Kosabangsa serta Terima Kasih Kepada Universitas Pfabri Makassar (Tim Pelaksana) dan Universitas Negeri Makassa (Tim Pendamping) yang telah bekerjasama dalam menyukseskan kegiatan yang dirancang dalam Program Kosabangsa.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Hakim, R. R. (2020). Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energy Terbarukan Untuk Ketahanan Energi di Indonesia: Literatur Review. *ANDASIH Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 1–11.
- Alam, S., Khaer, M., Iimi Azzahrah, N., Mandra, M. A. S., & Ali, A. M. T. (2022). Pemanfaatan Limbah Kotoran Ternak Menjadi Biogas dan Pupuk Organik untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Desa Laikang. *JOONG-KI: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 194–199.
- Alam, S., Mandra, M.A.S., Yusuf, A.Z., Azzahra, N.I., & Anggraini. P. (2022). Studi Lapangan Siswa SMK Negeri 3 Takalar Dalam Kegiatan Sanitasi dan Pengolahan Limbah. *Jompa Abdi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 58–65. <https://doi.org/10.55784/jompaabdi.Vol1.Iss2.88>
- Alam, S., Rustan, N. A. M., Anggraini, P., Mandra, M. A. S., & Ali, A. M. T. (2021). Persepsi dan Sikap Masyarakat Terhadap Pemanfaatan Limbah Ternak Menjadi Biogas dan Biofertilizer di Desa Laikang Kecamatan Mangarabombang Kabupaten Takalar. *UNM Environmental Journals*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/https://doi.org/10.26858/uej.v5i1.29443>
- BPS. (2019). Kecamatan Mangarabombang Dalam Angka 2019. Badan Pusat Statistik.

- Harahap, F. I. N. (2018). Dampak Pemberdayaan Masyarakat Melalui Program Biogas Dalam Mewujudkan Kemandirian Energi. *JPPM (Jurnal Pendidikan Dan Pemberdayaan Masyarakat)*, 5(1), 41–50. <https://doi.org/10.21831/jppm.v5i1.18634>
- Kariyasa, K. (2005). Sistem Integrasi Tanaman-Ternak Dalam Perspektif Reorientasi Kebijakan Subsidi Pupuk dan Peningkatan Pendapatan Petani. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 3(1), 68–80.
- Lestari, N. P., Syamsiah, S., Sarto, & Budhijanto, W. (2016). Evaluasi Keandalan Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga di Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Metode Analisis Fault Tree. *Jurnal Rekayasa Proses*, 10(1), 1–9.
- Mandra, M. A. S., Sunardi, & Ali, A. M. T. (2021). Application Of Biogas Digester Technology Utilizes Animal Waste. *JCES (Journal of Character Education Society)*, 4(2), 280–289.
- Palallo, F., Ardi, M., Mandra, M. A. S., & Amir, F. (2018). Pengolahan Limbah Ternak Menjadi Energi. Badan Penerbit UNM.
- Prasetyo, E., Syahtaria, I., & Supriyadi, I. (2020). Pengaruh Perilaku Konsumtif, Tingkat Pendapatan dan Tingkat Pendidikan Terhadap Konservasi Energi Listrik di Sektor Rumah Tangga Dalam Rangka Mendukung Ketahanan Energi (Studi Di Kota Bogor). *Jurnal Ketahanan Energi*, 6(1), 1–8.
- Purnomo, B. C., Widiyanto, A., Munahar, S., Purwantini, A. H., Muliawanti, L., & Rosyidi, M. I. (2020). Implementasi Energi Biogas Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik di Kabupaten Boyolali. *CARADDE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 219–228. <https://doi.org/10.31960/caradde>
- Samsir, A. (2015). Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani Desa Laikang Kecamatan Mangrabombang Kabupaten Takalar. *EcceS (Economics, Social, and Development Studies)*, 2(1), 76–93.