



Pembuatan Biogas dari Kotoran Ternak sebagai Alternatif Kurangnya Pasokan Gas LPG bagi Masyarakat Kelompok Ternak

Rosmini Maru ¹⁾, Sumiati Side ²⁾, Hilda Karim ³⁾, Ismail Ismail ⁴⁾, Sri Wahyuni Hasrin ⁵⁾, Nasrul Nasrul ^{1)*}, Rahma Musyawarah ⁵⁾

¹⁾Program Studi Pendidikan Geografi, Pascasarjana, Universitas Negeri Makassar. Makassar, Indonesia.

²⁾Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar. Makassar, Indonesia.

³⁾Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar. Makassar, Indonesia.

⁴⁾Program Program Studi Teknik Informatika. Universitas Lamappapoleonro. Soping, Indonesia.

⁵⁾Jurusan Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar. Makassar, Indonesia

Diterima: 17 September 2024

Direvisi: 14 November 2024

Disetujui: 30 November 2024

Abstrak

Pembuatan biogas dari kotoran ternak merupakan inisiatif penting dalam menghadapi tantangan energi dan lingkungan yang dihadapi masyarakat. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan energi dan terbatasnya pasokan gas LPG, kegiatan ini bertujuan untuk memberikan alternatif solusi yang berkelanjutan melalui pemanfaatan limbah organik. Kegiatan pengabdian ini menyediakan wadah untuk masyarakat dalam melakukan pengelolaan kotoran ternak menjadi pupuk organik dan biogas agar mengurangi ketergantungan pada gas LPG serta mengelolah limbah dengan cara yang lebih produktif. Metode penelitian yang digunakan meliputi sosialisasi dan praktik langsung yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang potensi biogas sebagai sumber alternatif. Hasil kegiatan menunjukkan antusiasme masyarakat yang hadir dalam sosialisasi ini sangat tinggi dan juga adanya peningkatan pemahaman masyarakat mengenai manfaat biogas, yang dapat mengurangi ketergantungan pada LPG, meningkatkan kemandirian energi dan menciptakan lingkungan yang bersih. Selain itu, pembuatan biogas diharapkan dapat mengurangi biaya hidup dan mendukung pengelolaan limbah yang baik. Berdasarkan hasil, diharapkan agar kegiatan serupa dilanjutkan di perluas ke desa-desa lain untuk meningkatkan kesadaran dan keterampilan masyarakat memanfaatkan limbah ternak. Serta menjadi wadah bagi masyarakat untuk belajar dan berlatih, sehingga dapat mengembangkan solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan. Dengan demikian, diharapkan kegiatan ini dapat mendorong pertumbuhan ekonomi lokal dan menciptakan kesadaran akan pentingnya pengelolaan limbah secara berkelanjutan.

Kata kunci: biogas; gas lpg; kotoran ternak; pengelolaan limbah

IMaking Biogas from livestock manure as an alternative to the lack of LPG gas supply for the community Livestock Group

Abstract

Making biogas from livestock manure is an important initiative in addressing the energy and environmental challenges faced by the community. With the increasing need for energy and limited supply of LPG gas, this activity aims to provide an alternative sustainable solution through the utilization of organic waste. This community service activity provides a forum for the community to manage

* Korespondensi Penulis. E-mail: 200109502021@student.unm.ac.id

livestock manure into organic fertilizer and biogas in order to reduce dependence on LPG gas and manage waste in a more productive way. The research methods used include socialization and direct practice aimed at increasing community knowledge about the potential of biogas as an alternative source. The results of the activity showed that the enthusiasm of the community who attended this socialization was very high and there was also an increase in community understanding of the benefits of biogas, which can reduce dependence on LPG, increase energy independence and create a clean environment. In addition, the production of biogas is expected to reduce the cost of living and support good waste management. Based on the results, it is hoped that similar activities will be continued and expanded to other villages to increase community awareness and skills in utilizing livestock waste. As well as being a forum for the community to learn and practice, so that they can develop environmentally friendly renewable energy solutions. Thus, it is hoped that this activity can encourage local economic growth and create awareness of the importance of sustainable waste management..

Keywords: *biogas; lpg gas; livestock manure; waste management*

PENDAHULUAN

Desa Mario Riaja berada di Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng, Provinsi Sulawesi Selatan. Desa Mario Riaja terbentuk dari pemekaran desa Gatterang yang sejak Tahun 1987. Secara administratif, Desa Mario Riaja berbatasan dengan Desa Watu di sebelah utara, Kecamatan Lalabata di sebelah barat, Desa Gattarang di sebelah selatan, dan Kabupaten Bone di sebelah timur. Luas lahan berdasarkan jenis penggunaannya di Kecamatan Marioriwawo pada tahun 2020 menunjukkan bahwa terdapat lahan pertanian seluas 11.769,00 hektar dan lahan sawah seluas 6.972,28 hektar (BPS, 2021). Berdasarkan data penduduk dari pemerintah Desa Marioriaja pada tahun 2017, mata pencaharian pokok yang paling banyak adalah petani, dengan jumlah mencapai 649 jiwa (Islamaetia, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa desa ini sangat bergantung pada sektor pertanian. Selain itu di Desa Marioriaja ini juga memiliki beberapa beberapa ternak sapi yang berada di Tengah pemukiman warga. Jumlah hewan ternak dari kelompok ternak sebanyak 45 ekor. Dari jumlah hewan ternak yang ada menghasilkan kotoran ternak yang banyak setiap harinya mencapai 78kg. hal ini menjadi potensi besar wilayah Desa Mario Riaja jika dikelola lebih lanjut menjadi biogas. Mengingat potensi pertanian dan peternakan yang ada, pengelolaan limbah organik dari aktivitas ini sangat penting. Selain itu bila berdekatan dengan lokasi perumahan akan menimbulkan protes dari masyarakat, dan pencemaran air (Saputro, Wijaya & Wijayanti, 2014). Limbah ternak mengandung bahan organik dan unsur hara yang cukup tinggi. Oleh karena itu, sebelum dibuang atau digunakan menjadi pupuk atau pembenah tanah, bahan-bahan tersebut harus distabilkan lebih dahulu agar tidak berpengaruh negatif terhadap tanah dan tanaman (Fitriyanto dkk, 2015). Limbah yang dihasilkan, terutama dari peternakan, dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Jika limbah ini tidak diurus dengan baik, akan menyebabkan pencemaran lingkungan yang signifikan. Namun, limbah organik juga memiliki potensi besar untuk diubah menjadi energi melalui proses pembuatan biogas.

Biogas adalah bentuk dari energi alternatif yang memanfaatkan limbah organik untuk di produksi dalam digester anaerobic (Wikandari et al., 2014; Abdila, Triasih, & Maulida, 2020). Biogas adalah sebuah gas yang diproduksi dari fermentasi dengan menggunakan bahan organik seperti kotoran manusia, kotoran hewan, limbah hasil rumah tangga, limbah sampah yang bersifat biodegradable maupun limbah organik yang biodegradable dalam keadaan anaerobik. Biomassa atau limbah organik berfungsi sebagai sumber bahan bakar utama untuk produksi biogas (Aghel, Behaein, & Alobaid, 2022). Biogas memiliki beberapa keunggulan, selain sebagai bahan bakar motor/genset biogas ini dapat diperbaharui, sehingga dapat

mengurangi pencemaran udara terhadap efek gas rumah kaca dan pemanasan global. Proses biogas dengan memasukkan kotoran ternak pada digester sehingga menghasilkan gas metana, yang kemudian dimanfaatkan sebagai energi Listrik, bahkan dapat menghasilkan pupuk organik dari ampas yang tersisa sehingga membangkitkan nilai ekonomis yang (Romadhona, Winarso & Mukholik, 2020). Biogas akan di produksi melalui bantuan bakteri yang berasal dari bahan organik dengan keadaan tanpa oksigen atau hampa udara. Biogas terus berproses melalui tahan pengolahan ataupun fermentasi, yang Sebagian besar gas yang diperoleh adalah metana dan karbondioksida (Rohim. 2020).

Produksi biogas memerlukan integrasi dengan proses hilir untuk mengubah gas yang dihasilkan menjadi produk akhir yang bermanfaat. Penggunaan yang paling sederhana adalah untuk produksi energi (listrik dan/atau panas) oleh mesin gas, tetapi nilai kalor (LHV) biogas mentah yang relatif rendah yaitu 16–28 MJ/m³ membuatnya kurang memadai sebagai bahan bakar dibandingkan dengan gas alam dengan LHV sekitar 36 MJ/m³ (Lea, 2020). Dalam proses ini, biogas digunakan sebagai bahan bakar untuk menggantikan gas LPG. Dalam skala besar, ini dapat menghasilkan listrik, yang merupakan sumber energi terbarukan dan aman bagi lingkungan (Musanif, 2006). Pengembangan pembuatan biogas di Desa Mario Riaja relevan terhadap ketergantungan masyarakat pada gas LPG sebagai sumber energi utama yang digunakan sehari-hari. Di tengah krisis energi, kita dapat melakukan inovasi dengan mengembangkan energi baru dan terbarukan untuk menyediakan solusi bagi masyarakat. Energi fosil dapat dihemat dengan menggunakan bahan organik seperti kotoran ternak yang telah diuraikan. Gas metana, yang dapat dibakar, digunakan sebagai pengganti LPG untuk kebutuhan sehari-hari masyarakat (Lubis & Siregar, 2020).

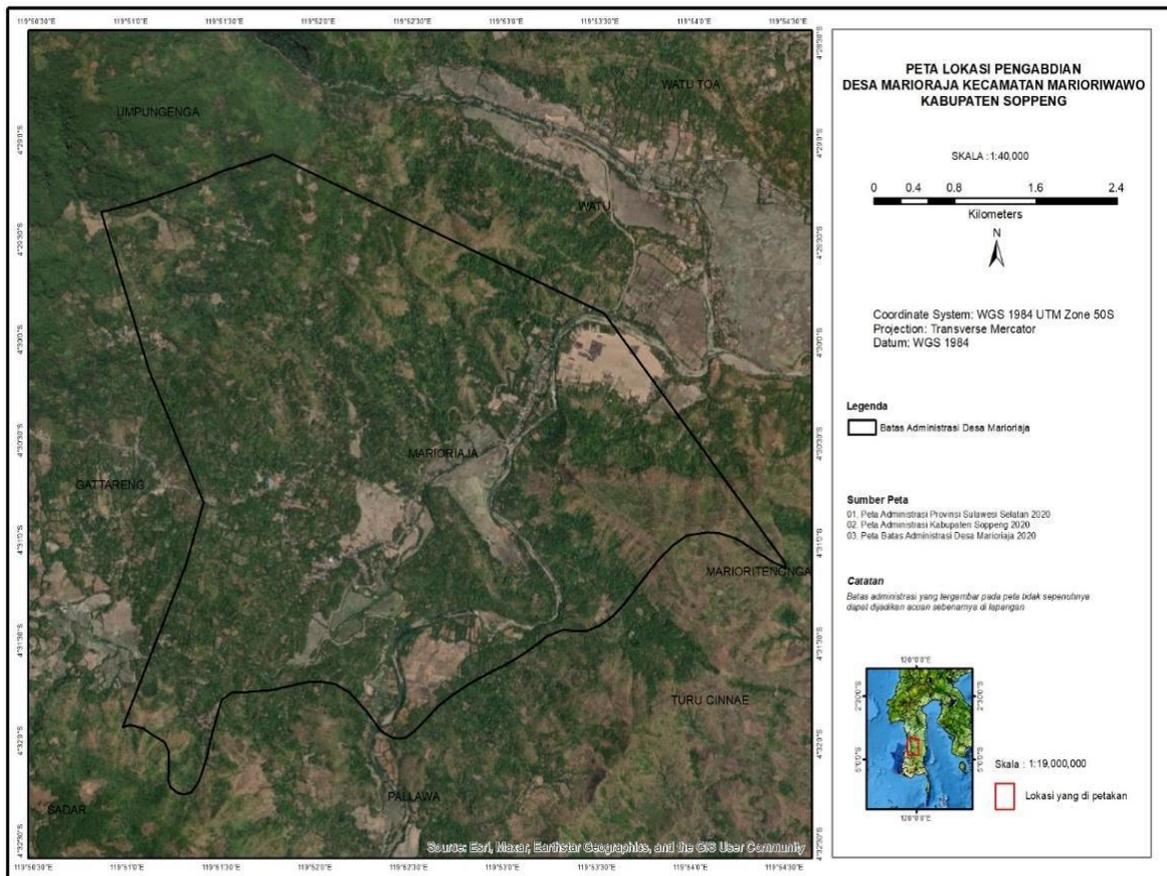
Liquefied Petroleum Gas adalah gas dengan komponen utama penyusunnya adalah propana (C₃H₈) dan butana (C₄H₁₀) yang diproduksi oleh kilang minyak dengan proses pencairan gas hidrokarbon dibawah tekanan (Triyatno, 2018). Saat ini penggunaan gas LPG banyak memberikan dampak yang signifikan terutama bagi Masyarakat, yang hamper seluruhnya menggunakan LPG sebagai peralatan dapur sebagai kebutuhan sehari-hari. Namun, dengan semakin langkanya pasokan LPG dan harga yang semakin mahal, masyarakat terutama yang berstatus ekonomi rendah, menghadapi tantangan besar dalam memenuhi kebutuhan energi sehari-hari. Potensi produksi gas untuk setiap jenis kotoran ternak berbeda-beda. Kotoran sapi/kerbau menghasilkan produksi gas sekitar 0,023-0,040 m³ /kg, kotoran babi menghasilkan produksi gas sekitar 0,040- 0,059 m³ /kg, dan kotoran ayam menghasilkan produksi gas sekitar 0,065- 0,116 (m³ /kg) (Kholik, 2018). Dengan beralih ke biogas yang dihasilkan dari kotoran ternak dapat menjadi Solusi yang efektif untuk mengurangi ketergantungan pada LPG. Penggunaan biogas diharapkan dapat mengurangi limbah biomassa, menurunkan tingkat pemanasan global dengan memanfaatkan gas metan sebagai komponen utama biogas, serta menghasilkan residu berupa pupuk organik yang dapat dimanfaatkan dalam sektor pertanian (Atmodjo, 2014). Sehingga masyarakat Desa Mario Riaja tidak hanya dapat menciptakan energi yang ramah lingkungan dan mengurangi beban biaya hidup, tetapi juga mendukung pengelolaan limbah yang lebih baik, menciptakan lingkungan yang lebih bersih.

Berdasarkan uraian diatas tujuan pengabdian kepada masyarakat ini adalah untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan Masyarakat Desa Mario Riaja dalam pembuatan biogas dari kotoran ternak. Menyediakan wadah untuk masyarakat dalam melakukan pengelolaan kotoran ternak menjadi pupuk organik dan biogas agar mengurangi ketergantungan pada gas LPG serta mengolah limbah dengan cara yang lebih produktif.

Dengan demikian, diharapkan tercipta kemandirian masyarakat dan kesejahteraan yang berkelanjutan melalui penggunaan energi yang ramah lingkungan. Pengabdian ini juga memberikan kesempatan untuk menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi secara nyata. Melalui kegiatan ini dosen dan mahasiswa dapat berkontribusi sekaligus mengembangkan keterampilan praktis dan pengalaman kerja secara langsung.

METODE

Kegiatan pengabdian masyarakat ini kami laksanakan di Desa Mario Riaja, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng, Provinsi Sulawesi Selatan. Lokasi pengabdian dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut.

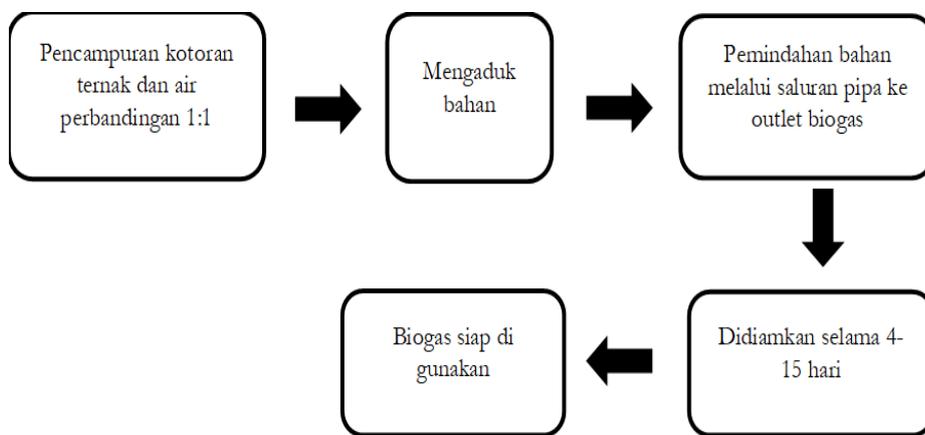


Gambar 1. Peta Administrasi Desa Mario Riaja, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng

Dalam Program Pengabdian Kepada Masyarakat ini dilakukan dua metode pendekatan yang dapat membantu peserta dalam menyelesaikan masalah yang dimiliki, yaitu dengan metode sosialisasi dan metode pelatihan dan praktik langsung. Sosialisasi adalah proses di mana orang belajar bagaimana berinteraksi dengan orang lain, termasuk cara bersikap sopan, tidak setuju dengan sopan, dan bersenang-senang. Semua hal ini sangat penting untuk mencapai partisipasi sosial yang efektif di Masyarakat (Ediwijoyo, Wakhid, & Waluyo, 2020). Metode sosialisasi ini ditujukan kepada kelompok ternak Samaturu yang mencakup penyuluhan mengajak Masyarakat untuk meningkatkan pengetahuan mengenai pembuatan biogas dari kotoran ternak. Penyuluhan diadakan di rumah salah satu warga desa Mario Riaja agar mudah diakses oleh kelompok ternak. Serta melakukan edukasi

pemanfaatan biogas bagi masyarakat sebagai solusi keterbatasan tabung gas LPG bagi masyarakat.

Metode pelatihan yang juga dikenal sebagai praktik langsung adalah pendekatan pembelajaran yang melibatkan peserta dalam pengalaman praktis untuk memahami dan menguasai keterampilan atau pengetahuan tertentu. Bagian yang utama dalam proses biogas adalah digester biogas itu sendiri (Amheka & Tuati, 2018). Metode praktik langsung yang digunakan meliputi penggunaan alat dan bahan yang diperlukan dalam proses pembuatan biogas. Mengidentifikasi dan mengumpulkan kotoran ternak dan limbah lain seperti limbah rumah tangga dan mengajarkan proses fermentasi, termasuk cara mencampur bahan dan mengatur kondisi yang tepat untuk menghasilkan biogas. Bagian yang utama dalam proses biogas adalah digester biogas itu sendiri (Amheka & Tuati, 2018). Pembuatan biogas membutuhkan beberapa tahapan seberapa berikut.



Gambar 2. Tahapan Pembuatan Biogas

Indikator Capaian Pelaksanaan Kegiatan dapat diketahui bahwa 100% anggota mitra sasaran dapat melakukan pengelolaan kotoran ternak menjadi biogas melalui penggunaan teknologi penampungan biogas, kelompok ternak memahami manfaat biogas sebagai energi alternatif, 75% limbah dikelola menjadi biogas, mengurangi pencemaran Lingkungan, dan ada peningkatan jumlah biogas yang diproduksi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari sosialisasi yang disampaikan oleh Ibu RM menunjukkan adanya peningkatan pemahaman masyarakat tentang pembuatan biogas. Antusiasme masyarakat yang hadir dalam sosialisasi ini sangat tinggi, dengan banyak peserta yang aktif bertanya dan berdiskusi mengenai materi. Sebelum sosialisasi, banyak peserta yang belum mengetahui cara mengolah kotoran ternak menjadi biogas. Umpan balik dari peserta menunjukkan bahwa mereka menyadari pentingnya memanfaatkan limbah ternak dan mengurangi ketergantungan pada gas LPG. Biogas adalah gas yang dihasilkan dari bahan organik. Limbah yang digunakan pada kegiatan ini adalah kotoran sapi melalui proses fermentasi anaerob yang dibantu dengan air. Sebelum memulai latihan penyuluhan, masyarakat desa marioraja terlebih dahulu di informasikan mengenai tata cara Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pembuatan reaktor biogas dan bagaimana cara mengoperasikannya. Untuk mendukung pemahaman, pemaparan poster terkait materi pembuatan biogas juga disediakan, menampilkan langkah-

langkah proses, manfaat biogas, serta cara pengoperasian reaktor. Hal ini semakin memperkuat pengetahuan masyarakat dan mengajak mereka untuk berpartisipasi dalam pengolahan limbah ternak secara berkelanjutan. Proses kerjanya secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut. Sampah organik akan dimasukkan ke bagian (1) inlet yaitu bak pencampur sampah organik dengan pipa masukan sampah organik ke (2) digester. Di dalam digester sudah terdapat bakteri yang akan menguraikan sampah dalam waktu tertentu. Gas yang dihasilkan akan keluar melalui (5) pipa biogas keluar outlet (Saptaji et al., 2021).

Selama ini kotoran sapi belum dikelola baik oleh masyarakat terutama di desa Mario Riaja, sehingga di beberapa wilayah peternakan kotoran sapi dibiarkan begitu saja, limbah peternakan dan pertanian, bila tidak dimanfaatkan akan menimbulkan dampak bagi lingkungan berupa pencemaran udara, air dan tanah, menjadi sumber penyakit, dapat memacu peningkatan gas metan dan juga gangguan pada estetika dan kenyamanan (Nenobesi et al., 2017). Selain berdampak pada pencemaran lingkungan limbah kotoran sapi juga dapat menimbulkan penyakit yang dapat membahayakan masyarakat sekitar. Sehingga pada kegiatan sosialisasi ini disampaikan pada masyarakat mitra ternak Samaturu tentang pembuatan biogas ini untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat gas metana, serta memberikan pemahaman tentang manfaat dan potensi biogas sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan Pada sosialisasi ini di jelaskan bahwa gas metana berupa 50-75% yang dapat digunakan sebagai bahan bakar akan naik ke atas permukaan bak penampungan sehingga gas tersebut yang dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar fosil seperti Liquefied Petroleum Gas (LPG) (Hallbar Consulting Inc., 2020).



Gambar 3. Proses Sosialisasi Desa Mario Riaja.

Setelah dilaksanakan sosialisasi pada masyarakat Mario Riaja selanjutnya pelatihan praktik langsung yang dilakukan untuk memberikan pengalaman yang konkret kepada peserta dalam proses pembuatan biogas. Dalam pelatihan ini, alat utama yang digunakan yaitu tabung digester yang berfungsi sebagai wadah untuk menampung limbah biogas, serta pipa penyambung, katup, dan alat untuk mendeteksi gas (Basri, 2019). Setelah melakukan sosialisasi, pada tahap ini Masyarakat akan menggali lubang dalam tanah dengan ukuran Tabung Digester yang telah disediakan. Ukuran lubang berkisar antara 1,5 hingga 2 meter. Setelah itu penempatan Tabung Digester ke dalam lubang yang telah digali dipastikan rata

dan stabil sehingga bak tidak ada celah kebocoran pada pipa maupun bak. Proses kerja sistem biogas yaitu dengan memasukkan bahan organik ke dalam Tabung Digester atau Bak Penampungan Biogas yang berfungsi sebagai perombak bakteri anaerob sehingga bahan organik tersebut membusuk kemudian menghasilkan gas. Biogas dari Gester akan langsung dialirkan melalui pipa penyalur langsung menuju tempat penyimpanan gas, atau langsung pada tempat penggunaannya seperti tungku. Gas yang dihasilkan tersebut dapat dipakai untuk memasak menggunakan kompor gas atau untuk penerangan lampu petromaks. Gas yang dihasilkan sangat baik untuk pembakaran karena mampu menghasilkan panas yang cukup tinggi, apinya berwarna biru, tidak berbau dan tidak berasap sehingga kebersihan rumah tetap terjaga (Fathurrohman & Adam, 2015).

Berdasarkan hasil dari sosialisasi dengan Masyarakat mitra ternak Samaturu, Masyarakat di desa ini menggunakan gas LPG untuk kebutuhan pangan sehari-hari sehingga berdampak pada ketergantungan pasokan energi yang tidak stabil juga peningkatan biaya hidup akibat fluktuasi harga. Sehingga pemanfaatan biogas sangat dimanfaatkan sebagai pengganti LPG, menurut hasil pemanfaatan biogas (Selan et al., 2021) menyatakan bahwa proses pembuatan digester dan fermentasi sangatlah mudah dan dapat dipahami dengan baik oleh masyarakat. Biogas mulai terbentuk pada hari ke 5 setelah pengisian dan hari ke 30 merupakan pertumbuhan biogas yang maksimum. Dari 200 liter limbah rumah tangga air + kotoran ternak menghasilkan biogas yang dapat digunakan untuk memasak selama 1 jam 15 menit. Pelatihan praktik secara langsung pembuatan biogas dari kotoran sapi ini bertujuan untuk memberikan Masyarakat desa Mario Riaja pengalaman nyata dalam mengelola limbah organik menjadi energi terbarukan yang ramah lingkungan. Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di desa Mario Riaja sebagai upaya untuk memberdayakan masyarakat dalam mengelola kotoran ternak menjadi biogas.



Gambar 4. Proses Pemasukan Tabung Digester ke Dalam Tanah

KESIMPULAN

Pembuatan Digester Biogas dari kotoran ternak merupakan Langkah penting dalam memanfaatkan limbah organik menjadi sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Pembuatan Biogas di Desa Mario Riaja merupakan bentuk peningkatan pengetahuan dan

keterampilan Masyarakat Desa Mario Riaja dalam pembuatan biogas dari kotoran ternak dan Solusi inovasi dalam mengganti gas LPG sebagai bahan bakar energi. Dengan melakukan sosialisasi dan pelatihan terhadap kelompok ternak Samaturu tentang cara mengolah limbah organik menjadi biogas diharapkan masyarakat dapat meningkatkan kemandirian energi serta memahami manfaat lingkungan dari pengelolaan limbah yang baik. Menyediakan wadah untuk masyarakat dalam melakukan pengelolaan kotoran ternak menjadi pupuk organik dan biogas agar mengurangi ketergantungan pada gas LPG serta mengolah limbah dengan cara yang lebih produktif. Melalui kegiatan ini, kami menyediakan wadah bagi masyarakat untuk belajar dan berlatih, sehingga dapat mengembangkan solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan. Dengan demikian, diharapkan kegiatan ini dapat mendorong pertumbuhan ekonomi lokal dan menciptakan kesadaran akan pentingnya pengelolaan limbah secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada DRTPM Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia (KEMENDIKBUD), Rektor Universitas Negeri Makassar (UNM), Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Makassar (LP2M UNM), Pemerintah Daerah Kabupaten Soppeng, Kepala Desa Marioriaja, Kelompok PKK Desa Marioriaja, Kelompok tani Madello dan Kelompok ternak Desa Marioriaja, serta tim teknis dan Mahasiswa MBKM yang terlibat dalam kegiatan pengabdian desa binaan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdila, Y., Triasih, D., & Maulida, Q. (2020). Dampak Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam Pembuatan Biogas Untuk Meningkatkan Perekonomian Di Desa Glagahagung. *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, 6(3), 188-194.
- Aghel, B., Behaein, S., & Alobaid, F. (2022). CO₂ capture from biogas by biomass-based adsorbents: a review. *Fuel*, 328, 125276.
- Amheka, A., & Tuati, N. F. (2018). Peranan Energi Alternatif Ramah Lingkungan Dengan Biogas Limbah Peternakan Sapi Di Wilayah Kupang NTT. *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Udayana*, 11(2), 1-11.
- Anugrah, D. S. B., Widawati, E., Wijaya, U., Marcella, M., Sinanu, J. D., Wawo, Y. L. K., Tannomo, D. C., Kunchahyo, P. B., & Likun, K. E. P. (2023). Pemberdayaan Masyarakat Dusun Cigadog Melalui Penyuluhan Manfaat Limbah Kotoran Sapi Menjadi Biogas dan Teknologi Biodigester. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 3(3), 1380-1389.
- Atmodjo, M. C., Rosadi, D., & Hardoyo. (2014). *The Biogas Portable Tank Designing As An Alternative Energy Facility In Rural Area*. Lampung: Balai Besar Teknologi Pati.
- Basri, A. K., Kadirman, & Jamaluddin P. (2019). Rancang Bangun Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga Design The Biogas Reactor Household Scale. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 5(1), 79 - 84.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Soppeng. (2021). *Kecamatan Marioriwawo Dalam Angka*. Soppeng.

- Ediwijoyo, S. P., Yuliyanto, W., & Waluyo, A. (2020). Meningkatkan pelayanan publik Di Desa Padureso Kec. Padureso Kebumen dengan Sosialisasi dan Penyuluhan Tata Kelola Administrasi Desa. *JURPIKAT (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 1(3), 354-363.
- Fathurrohman, A., & Adam, M. A. (2015). Persepsi peternak sapi dalam pemanfaatan kotoran sapi menjadi bi-ogas di Desa Sekarmojo Purwosari Pasuruan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan (Indonesian Journal of Animal Science)*, 25(2), 36-42.
- Fitriyanto, N. A., Triatmojo, S., Pertiwiningrum, A., Erwanto, Y., Abidin, M. Z., Baliarti, E., & Suranindyah, Y. Y. (2015). Penyuluhan dan pendampingan pengolahan limbah peternakan sapi potong di kelompok tani ternak Sido Mulyo Dusun Pulosari, Desa Jumoyo, Kecamatan Salam, Kabupaten Magelang. *Indonesian Journal of Community Engagement*, 1(1), 79-95.
- Gunasti, A., Sanosra, A., Umarie, I., Rizal, N. S., & Muhtar. (2022). Pendampingan Pengelolaan Kotoran Hewan Menjadi Pupuk Organik dan Biogas di Pimpinan Ranting Muhammadiyah Panti Kabupaten Jember. *SELAPARANG. Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(3), 1141-1148.
- IEA. (2020). *Outlook for biogas and biomethane: Prospects for organic growth*. Paris. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane-prospects-for-organic-growth>.
- Islamaetia, W. (2018). *Pengelolaan Dana Desa dalam Menunjang Pembangunan Desa: Studi Kasus Desa MAriiraja, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng*. (Doctoral dissertation, Universitas Fajar).
- Kholik, M. (2018). *Kajian Potensi Pemanfaatan Biogas Sebagai Salah Satu Sumber Energi Alternatif di Wilayah Magelang*. (Universitas Tidar).
- Lubis, S., & Siregar, C. A. (2020). Pelatihan Pemanfaatan Kotoran Ternak Sapi sebagai Pembuatan Biogas untuk mengatasi Kelangkaan. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 1(1), 13–19.
- Musanif, J., Wildan A. A., & David M. N. (2006). *Biogas Skala Rumah Tangga*. Jakarta: Departemen Pertanian.
- Rohim, M. (2020). *Teknologi Tepat Guna Pengolahan Limbah*. Pasuruan: CV. Penerbit Qiara Media.
- Romadhona, G., Winarso, & Mukholik, A. (2020). Pemanfaatan Biogas sebagai Sumber Alternatif Tenaga Listrik di BBPTU HPT Baturaden. *Techno*, 21(1), 21–28.
- Saputro, D. D., Wijaya, B. R., & Wijayanti, Y. (2014). Pengelolaan limbah peternakan sapi untuk meningkatkan kapasitas produksi pada kelompok ternak patra sutera. *Rekayasa: Jurnal Penerapan Teknologi dan Pembelajaran*, 12(2), 91-98.
- Saptaji, K., Fikri, M. R., Hadisujoto, I. B. S., & Harjon, A. (2021). Sosialisasi Pemanfaatan Sampah Organik Rumah Tangga untuk Biogas dan Pemasangan Biodigester. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik*, 4(1), 11-18.
- Selan, R. N., Tarigan, B. V., Boimau, K., & Jafri, M. (2021). Pelatihan Pembuatan Biogas dari Kotoran Ternak di Kecamatan Oebobo Kota Kupang. *Jurnal Pengabdian Vokasi*, 2(1), 38.

- Sella, D. (2016) *Isu Kegiatan Peternakan sebagai Penyumbang Terbesar Pemanasan Global – Dilema Antara Usaha Peningkatan Produktivitas Bahan Pangan Hewani dan Gerakan Cinta Lingkungan*. Departemen Gama Cendekia Cooperation. Retrieved from <https://gc.ukm.ugm.ac.id/2017/07/isu-kegiatan-peternakan-sebagai-penyumbang-terbesar-pemanasan-global-dilema-antara-usaha-peningkatan-produktivitas-bahan-pangan-hewani-dan-gerakan-cinta-lingkungan/>
- Triyatno, J. (2018). Perbandingan Penggunaan Gas Alam Terhadap LPG Dalam Memenuhi. *Al Ulum Sains dan Teknologi*, 4(1), 14–20.
- Wikandari, R., Nguyen, H., Millati, R., Niklasson, C., Taherzadeh, M. J. (2014). *Improvement of Biogas Production from Orange Peel Waste by Leaching Limonene*. Biomed Research