

Application of Biogas Technology Based on Fishery Waste in Communities in Makalisung Village, Kema District, North Sulawesi

Aplikasi Teknologi Biogas Berbasis Limbah Perikanan Pada Masyarakat Di Desa Makalisung, Kecamatan Kema, Sulawesi Utara

Yurika Nantan¹, Fahriadi Pakaya^{*2}, Marinus S. Tappy³, Barokah⁴, Raman GTH Simanjuntak⁵, Joshua Ch. Huwae⁶, Fadli Yusuf⁷

^{1,2,3,4,5,6,7} Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung

*e-mail: fahriadi.pakaya@kkp.go.id

Abstract

Much of the fishery waste in the city of Bitung is eventually disposed of into the sea, both blood waste, fish heads and fish stomach parts. One of the benefits of fishery waste is as biogas. Community service activities were carried out in the village of Makalisung, North Sulawesi with the theme of utilizing fishery waste as biogas. The community service activity begins with preparing the basic ingredients for biogas in the form of fish blood, fish offal, and cow dung at a volume ratio of 1:1:1 which is made one month before the activity. Then it was continued with socialization activities and flame test demonstrations during community service activities. When the community service activities took place, the community was very interested in biogas material. This is evidenced by the interactive question and answer between the service team and the community, the activeness of the community in flame test demonstrations, the desire to develop biogas using pig dung instead of cow dung, and the community's desire to install biogas installations at home for primary household needs such as cooking and lighting.

Keywords: Biogas, Fish Offal, Cow Manure, Methane, Floating drum

Abstrak

Limbah perikanan di Kota Bitung banyak yang pada akhirnya di buang ke laut, baik limbah darah, kepala ikan maupun bagian perut ikan. Salah satu manfaat limbah perikanan adalah sebagai biogas. Kegiatan pengabdian pada masyarakat dilaksanakan di desa Makalisung, Sulawesi Utara dengan tema pemanfaatan limbah perikanan sebagai biogas. Kegiatan pengabdian diawali dengan penyiapan bahan dasar biogas berupa darah ikan, jeroan ikan, dan kotoran sapi pada perbandingan volume 1:1:1 yang dibuat satu bulan sebelum pelaksanaan kegiatan. Kemudian dilanjutkan dengan kegiatan sosialisasi dan demonstrasi uji nyala saat kegiatan pengabdian. Pada saat kegiatan pengabdian berlangsung, masyarakat sangat tertarik pada materi biogas. Hal ini dibuktikan dengan adanya tanya jawab yang interaktif antara tim pengabdian dengan masyarakat, keaktifan masyarakat dalam demonstrasi uji nyala, keinginan mengembangkan biogas menggunakan kotoran babi pengganti kotoran sapi, serta keinginan masyarakat untuk memasang instalasi biogas di rumah untuk kebutuhan primer rumah tangga seperti untuk memasak dan penerangan.

Kata kunci: Biogas, Jeroan ikan, Kotoran Sapi, Metana, Floating drum

1. PENDAHULUAN

Bitung merupakan salah satu kawasan penghasil ikan sekaligus industri perikanan di Indonesia (Kuada et al., 2016; Zulham, 2011). Oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan, kota Bitung ditetapkan sebagai salah satu lokasi implementasi program minapolitan berbasis perikanan tangkap (Onibala et al., 2019). Sebagai kota penghasil ikan, banyak industri di bitung yang bergerak di bidang perikanan, baik industri skala kecil dan sedang seperti UMKM dengan jumlah pedagang UMKM sebanyak 4534 (Stephanie et al., 2022), maupun industri perikanan skala besar.

Produk yang paling sering dipabrikan antara lain pembuatan cakalang fufu, tunaloin, hingga pengalengan ikan. Di dalam proses produksi produknya, banyak limbah perikanan di Kota Bitung yang pada akhirnya di buang ke laut, baik limbah darah, kepala ikan maupun bagian perut ikan (Gombo et al., 2015). Limbah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dalam memenuhi

kebutuhannya, sehingga tidak dapat dihindarkan oleh manusia bahwa sampah selalu ada selama aktivitas kehidupan masih berlanjut (Humaira, 2020). Selain pedagang UMKM dan pihak industri, pembuangan limbah terutama darah ikan sering dilakukan oleh nelayan kapal penangkap ikan baik sebelum berangkat operasi, saat proses pengoperasian, maupun saat bongkar muat ikan dari palka ke pelabuhan dengan persentasi keberadaan limbah organik yang dihasilkan dari aktivitas perikanan sebesar rata-rata 44,44% per trip (Irawan et al., 2021). Limbah tersebut mengakibatkan polusi tersendiri bagi ekosistem laut maupun masyarakat di sekitar tempat pembuangan limbah (Irawan et al., 2021). Darah dan jeroan ikan memiliki dampak negatif bagi ekosistem pesisir pantai dan laut sekitar pantai, mulai dari bau amis yang tidak sedap, hingga ulat dan lalat yang berkeliaran di sekitar limbah. Jeroan ikan mempunyai protein dan lemak tak jenuh yang tinggi. Hal ini yang menyebabkan limbah jeroan akan lebih mudah membusuk dan akan menjadi masalah lingkungan apabila dibuang begitu saja tanpa mengalami penanganan terlebih dahulu (Dwityaningsih & Triwuri, 2018).

Oleh karena itu, perlu adanya solusi menyelesaikan permasalahan limbah. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan limbah perikanan. Aisyah (2019) dalam publikasinya menerangkan bahwa limbah perikanan khususnya tulang ikan dan daging yang menempel pada tulang ikan dapat diolah menjadi produk bernilai jual yang baik yaitu tepung tulang ikan (Aisyah & Pamungkas, 2019). Produk limbah perikanan berupa tepung ikan juga telah dipublikasikan dan disosialisasikan oleh Erlambang dan kawan-kawan (Erlambang et al., 2022). Hapsari (2011) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa limbah ikan dapat digunakan sebagai pupuk organik karena setelah dilakukan pengujian, diperoleh kandungan Nitrogen dengan kadar 48,021%, Fosfor dengan kadar 17,886%, dan Kalium dengan kadar 16,14% dengan bantuan bromelin pada buah nanas (Nur & Tjatoer, 2011). Beberapa pemanfaatan limbah perikanan khususnya tulang, kepala dan jeroan ikan telah dijelaskan secara panjang lebar pada penelitian, maupun artikel review seperti bahan pakan unggas, potensi makanan ringan, bahan baku chitosan, dan lain-lain (Astuti, 2019; Faridah et al., 2018; Holifah, 2019; Luhur & Zulham, 2016; Oktavia et al., 2012; Sihite, 2013; Trilaksani et al., 2006).

Desa Makalisung merupakan salah satu desa di kecamatan Kema, Kabupaten Minahasa Utara dengan jumlah penduduk total sebanyak 717 orang dimana petani merupakan pekerjaan paling dominan yakni sebesar 26,49% dan disusul oleh nelayan sebesar 34% (Tairas et al., 2013). Berdasarkan hasil penelitian Tairas, dkk (2013), sebagian besar masyarakat desa Makalisung merupakan pekerja dengan penghasilan di bawah rata-rata, sehingga penduduk di Desa Makalisung sangat memerlukan subsidi baik dari pemerintah daerah maupun pemerintah pusat. Salah satu subsidi yang sangat dibutuhkan adalah bahan bakar gas (BBG) gas LPG 3 kg. Di sisi lain, kelangkaan bahan bakar gas (BBG) sudah mulai kelihatan di Indonesia (Monica, 2018) khususnya di wilayah desa Makalisung yang jauh dari pusat kota Bitung dan Kabupaten Minahasa Utara.

Oleh karena itu, perlu adalah solusi alternatif yang dapat ditawarkan kepada masyarakat sekitar. Salah satu solusi alternatif yaitu penggunaan biogas sebagai bahan bakar dari bahan alam. Biogas adalah proses produksi gas bio dari material organik dengan bantuan bakteri (Aji & Bambang, 2019; Amiruddin, 2021; Mahmuda et al., 2020; Mu'anah et al., 2017). Biogas sebagian besar mengandung gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2), serta beberapa senyawa dengan jumlah kandungan yang sedikit seperti hydrogen sulfide (H_2S), ammonia (NH_3), gas hydrogen (H_2), dan nitrogen (N_2) (Monica, 2018; Mujahidah et al., 2013). Salah satu solusi alternatif yang ditawarkan penulis adalah pemanfaatan biogas dari bahan limbah perikanan khususnya darah, kepala dan jeroan ikan yang memang merupakan limbah yang sangat melimpah di Kota Bitung. Beberapa penelitian mengenai penggunaan darah dan jeroan ikan telah dipublikasikan. Kurniawan (2016) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa limbah jeroan (perut ikan) memiliki potensi menjadi bahan bakar biogas melalui metode anaerob batch yang dicampur dengan campuran kiambang (Bücker et al., 2020; Kurniawan et al., 2016) dan juga menggunakan metode batch anaerob digester (Pratama et al., 2015). Selain menggunakan metode anaerob, dalam proses pembuatan biodiesel, limbah jeroan/ perut ikan dapat diproses menggunakan mikrogelombang (Purwaningrum & Sukaryo, 2018). Humairah (2020) dalam penelitiannya tentang potensi limbah

ikan tongkol untuk produksi gas metana menjelaskan bahwa limbah ikan tongkol yang ditambahkan limbah kotoran sapi dengan perbandingan tertentu memiliki potensi yang sangat baik untuk diolah menjadi gas metana (Darwis, 2015; Humaira, 2020; Sinaga et al., 2022).

Penelitian konversi biogas dari limbah ikan juga telah dilakukan oleh banyak peneliti lainnya. Dalam penelitian terdahulu, untuk meningkatkan nilai kalori dan mempercepat proses konversi, limbah ikan dicampur dengan limbah organik lainnya seperti limbah sayuran (Afiah & Kalsum, 2022), limbah kotoran kambing (Hendriyanto C & Nabila, 2021), limbah kangkung dan fese babi (Nithani et al., 2016), limbah eceng gondok dan kotoran sapi (Dwityaningsih & Triwuri, 2018), limbah tongkol jagung (Amiruddin, 2021), limbah ampas tahu (Sinaga et al., 2022), dan limbah organik lainnya. Oleh karena itu, di dalam kegiatan pengabdian, penulis menggunakan limbah darah dan jeroan ikan yang ditambahkan dengan kotoran sapi untuk menghasilkan biogas yang bermanfaat sebagai bahan bakar renewable di perkampungan di Desa Makalisung, Kec Kema, Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Seperti yang telah dijabarkan sebelumnya, penggunaan limbah darah, kepala, dan jeroan ikan sangat potensial dijadikan sebagai biogas di sekitar wilayah kota Bitung dan Kabupaten Minahasa Utara.

2. METODE

2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan utama yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini adalah limbah darah dan jeroan ikan yang diperoleh dari industri UMKM, PPS, dan Perusahaan pengolahan ikan di kota Bitung, kotoran sapi diperoleh dari peternak sapi di kota Bitung, kompor gas butterfly 1 tungku, lampu petromax BBG, dan biogas desulfurizer yang diperoleh dari PT. Solihin Jaya Industri LTD, serta peralatan lainnya yang mendukung.

2.2 Proses Pembuatan, Pelaksanaan, dan Pengukuran Tingkat Ketercapaian Keberhasilan

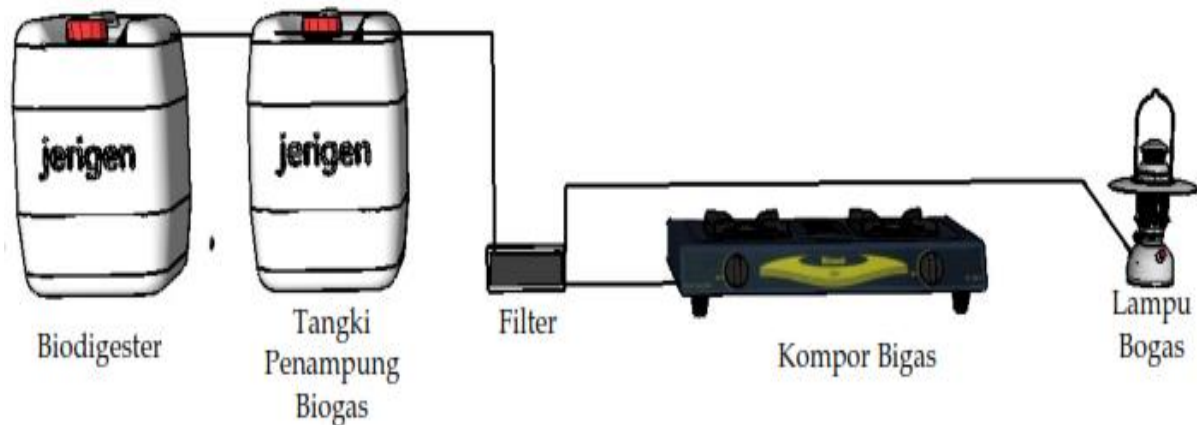
2.2.1 Proses Pembuatan Biogas

- Pertama-tama menyiapkan bahan yang akan digunakan seperti limbah darah ikan, jeroan ikan, kotoran sapi, ember, pengaduk, wadah jerigen, selang, kran, perangkat kompor biogas, dan lampu petromax berbahan bakar gas.
- Menghaluskan jeroan ikan dan mencampurkannya ke dalam ember yang berisi darah ikan dan kotoran sapi. Perbandingan antara darah ikan: jeroan ikan: kotoran sapi adalah 1:1:1 berdasarkan perbandingan volume. Kemudian diaduk menggunakan pengaduk kayu dan dimasukkan ke dalam reactor/ jerigen yang telah diberikan sambungan selang dan kran dan dipastikan tidak dalam keadaan bocor agar gas tidak terbuang.
- Gas yang dihasilkan di hari pertama dibuang (merupakan gas CO₂) selanjutnya gas yang terbentuk dialirkan di wadah yang tersambung melalui selang.

2.2.2 Proses Perakitan dan Penggunaan Biogas pada Kompor Gas dan Lampu Petromax

- Proses perakitan reaktor menggunakan dua buah jerigen berukuran 25 Liter yang terbuat dari bahan plastik, pipa PVC $\frac{3}{4}$ in, kran $\frac{1}{4}$ in, selang, dan klem. Reactor digester dibuat kedap udara di setiap sisi dan sambungan ke pipa-pipanya. Bagian di atas digester terhubung dengan kran $\frac{1}{4}$ in dan selang angina yang tersambung dengan jerigen untuk menampung gas metana. Komponen yang terdapat pada digester adalah satu lubang untuk memasukkan substrat bahan baku (*inlet*), satu lubang luaran pada bagian bawah reactor untuk mengeluarkan sisa lumpur yang telah selesai digunakan, satu lubang bagian atas untuk mengeluarkan gas (*outlet*) dan tersambung ke jerigen kedua.
- Selanjutnya dilakukan perakitan Kompor gas, Lampu petromax, dan biogas desulfurizer yang dihubungkan dengan selang dari wadah penyimpan gas yang terbentuk pada jerigen kedua.

- c. Model perakitan dapat dilihat pada Gambar 1.
- d. Selanjutnya rangkaian peralatan biogas diuji coba di dalam lingkungan terbatas.



Gambar 1. Skematik rancangan biogas *portable*

2.2.3 Tahapan Pelaksanaan Kegiatan di Lapangan

- a. Semua peralatan dan bahan dibawa ke lokasi kegiatan pengabdian pada masyarakat,
- b. Kegiatan diawali dengan sosialisasi dan presentasi teori dasar biogas kepada masyarakat, cara pembuatan biogas, cara merancang peralatan biogas pada masing-masing rumah, dan manfaat menggunakan biogas
- c. Dilakukan demonstrasi pembuatan biogas sesuai dengan perbandingan terbaik, cara merakit peralatan pendukung, dan tes nyala.

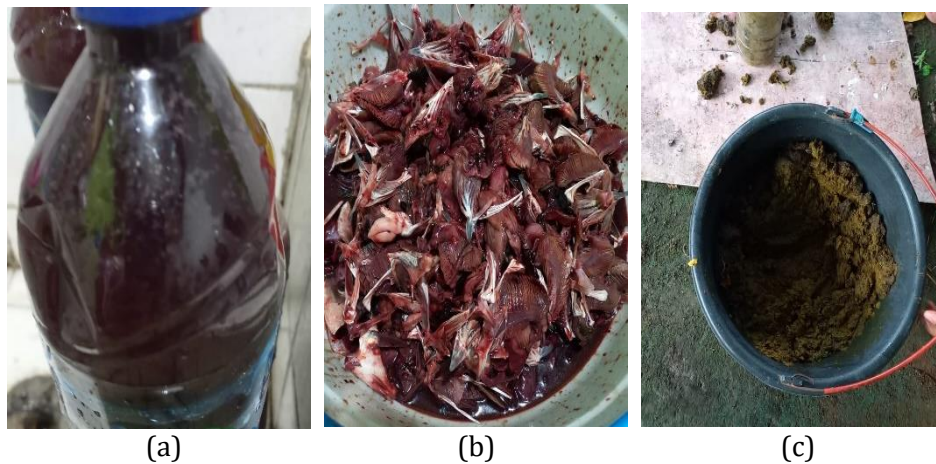
2.2.4 Proses Pengukuran Tingkat Ketercapaian Secara Deskriptif

- a. Tim pengabdian mengamati ketertarikan dan motivasi masyarakat baik saat pembukaan, penjelasan tentang biogas, dan demonstrasi perakitan dan uji nyala,
- b. Hasil pengamatan dilakukan melalui lembar observasi yang telah disiapkan.
- c. Hasil observasi kemudian dianalisis untuk melihat tingkat ketercapaian kegiatan pengabdian dari sisi perubahan sikap dan ketertarikan masyarakat untuk menggunakan bahan bakar gas berbasis limbah darah ikan, jeroan ikan, dan kotoran sapi terutama saat terjadi kelangkaan BBG LPG 3 kg.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

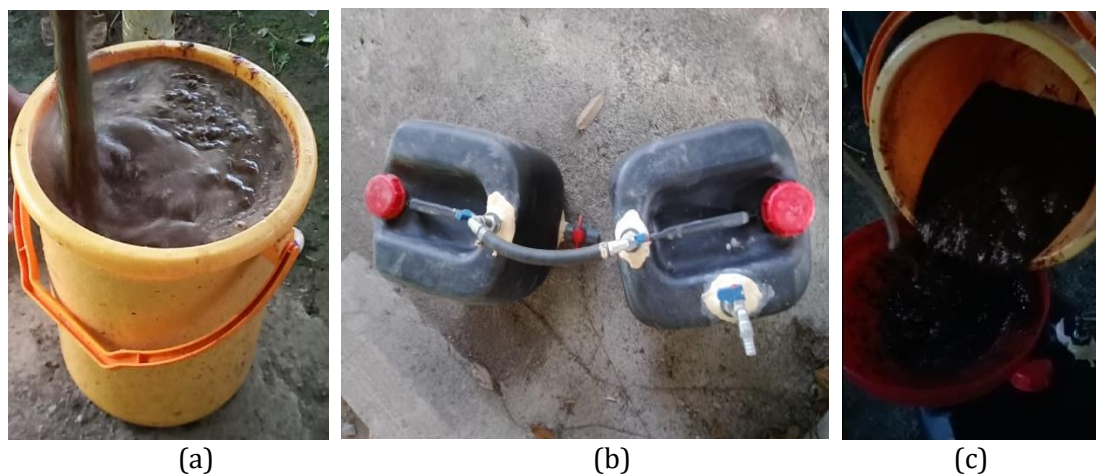
3.1 Pembuatan Biogas

Teknologi biogas adalah teknologi yang memanfaatkan proses fermentasi (pembusukan) dari sampah organik secara anaerob (tanpa udara) oleh bakteri metana sehingga menghasilkan gas metana. Pembuatan biogas dilakukan 1 (satu) bulan sebelum pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di desa Makalisung, kecamatan Kema, Sulawesi Utara. Rancangan biogas yang dibuat bersifat *portable* sehingga dapat dengan mudah dibawa ke lokasi pengabdian. Tahapan awal hingga pembentukan gas metana dilakukan di kampus Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung, Sulawesi Utara. Bahan utama biogas dalam kegiatan pengabdian ini adalah darah ikan, jeroan ikan, dan kotoran sapi.



Gambar 2. Bahan dasar biogas berupa: a) darah ikan, b) jeroan ikan, dan c) kotoran sapi yang digunakan dalam kegiatan pengabdian

Pemanfaatan biogas dari limbah alam khususnya darah dan jeroan ikan karena bahan tersebut mengandung senyawa organik berupa kadar protein dan lemak tak jenuh yang tinggi. Darah ikan yang digunakan merupakan darah ikan yang telah bercampur dengan air dari sisa-sisa pembersihan dan pencucian ikan. Jeroan yang dimaksud adalah seluruh bagian perut ikan dan ditambah dengan insang yang sebelum dicampurkan, dihaluskan terlebih dulu menggunakan blender. Adapun kotoran sapi berfungsi sebagai starter dan menghasilkan bakteri methanogen pembentuk gas metana (Dwityaningsih & Triwuri, 2018; Samnur & Irfan, 2011). Proses pencampuran membentuk lumpur hingga penuangan dapat dilihat pada Gambar 3.



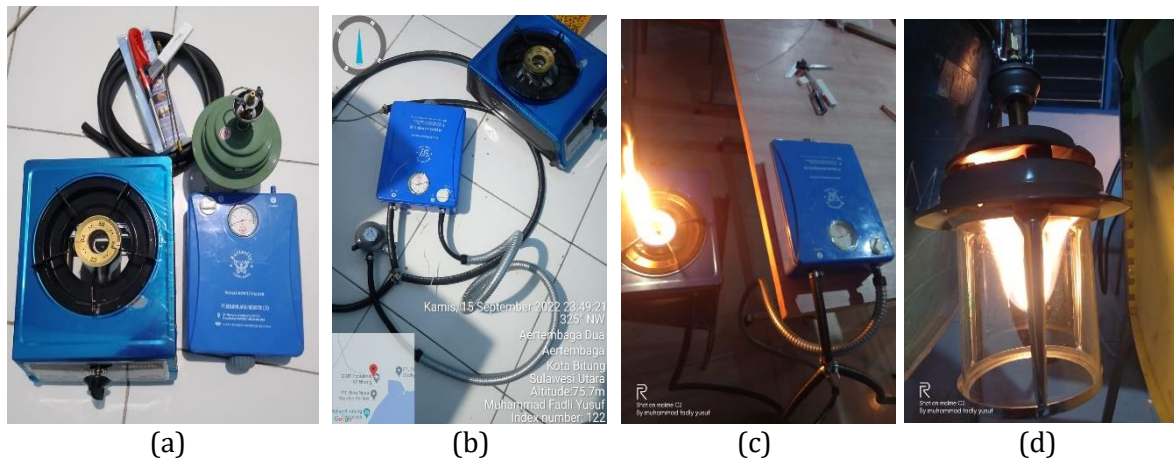
Gambar 3. Proses pembuatan biogas meliputi: a) pencampuran darah ikan, jeroan ikan, dan kotoran sapi, b) pembuatan wadah digester, dan c) memasukkan lumpur/ campuran ke dalam wadah/ jerigen/ reaktor

Pencampuran dilakukan dengan perbandingan 1:1:1 artinya jika darah ikan yang diberikan berjumlah 1 liter, maka jeroan ikan dan kotoran sapi masing-masing berjumlah 1 liter. Pada kegiatan ini jumlah total volume yang diisi sebanyak 14 liter. Reaktor tempat proses produksi biogas ditutup dengan sangat rapat. Pada hari pertama, gas dibuang hingga tidak terdapat gelembung pada bagian lumpur. Gas ini merupakan gas dioksida (CO_2) yang terbentuk diawal reaksi. Selanjutnya proses pembentukan gas metana. Proses pembentukan gas metana dibagi menjadi empat proses degradasi, yaitu hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan

metanogenesis. Proses degradasi ini tanpa melibatkan oksigen dan menghasilkan produk metana (lebih dari 50%) (Mu'anah et al., 2017). Dalam memproduksi gas metana, wadah digester biogas yang digunakan berjenis *floating drum* dengan sistem pengisian bahan baku berupa pengisian curah, yakni cara penggantian bahan yang dilakukan dengan mengeluarkan sisa bahan yang sudah dicerna dari tanki pencernaan setelah proses biogas berhenti. Cara ini efektif pada digester sistem *portable* seperti pada Gambar 3.b dan 3.c.

3.2 Perakitan dan Penggunaan Biogas pada Kompor Gas dan Lampu Petromax

Peralatan yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini adalah kompor gas tekanan rendah, biogas desulfurizer untuk menghilangkan gas H_2S , lampu petromax, dan peralatan pendukung lainnya seperti pada Gambar 4.a. Peralatan tersebut kemudian dirakit dan dihubungkan dengan reaktor yang berisi gas metana seperti pada Gambar 4.b. Setelah melalui proses fermentasi hingga mulai terbentuk gas metana, selanjutnya dilakukan perakitan peralatan biogas untuk dilakukan tes nyala kompor dan lampu petromax. Berdasarkan Gambar 4.c dan 4.d dapat dilihat bahwa tes nyala pada kompor dan lampu petromax berhasil dilaksanakan.



Gambar 4. Persiapan biogas meliputi: a) penyediaan peralatan pendukung, b) perakitan peralatan, c) uji coba/ tes nyala kompor, dan d) uji nyala lampu petromax

Berdasarkan penelitian terdahulu, nilai kesetaraan biogas dan energi yang dihasilkan yaitu bahwa setiap 1 m³ biogas setara dengan 0.46 kg gas LPG, 0.62 liter minyak tanah, 0.52 liter solar, dan 3.5 kg kayu bakar (Aji & Bambang, 2019; Samnur & Irfan, 2011). Dengan jumlah tersebut, biogas sangat potensial sebagai bahan bakar alternative pengganti bahan bakar fosil.

3.3 Pelaksanaan Kegiatan di Lapangan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan pada bulan September Tahun 2022 di desa Makalisung, kecamatan Kema, kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Kegiatan dilaksanakan di kantor desa Makalisung dan diikuti oleh masyarakat di desa tersebut. Kegiatan diawali dengan pembukaan oleh Direktur Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung mengenai program-program pengabdian termasuk pemanfaatan biogas sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil jika bbg LPG 3 kg terlambat masuk desa maupun saat harga LPG 3 kg dinaikkan oleh pedagang saat mengalami kelangkaan. Sosialisasi oleh direktur dan tim pengabdian dapat dilihat pada Gambar 5. Tim pengabdian/ instruktur juga menjelaskan bahwa di dalam pembuatan reaktor dapat menggunakan system portable atau system tetap (dengan cara membuat reaktor dalam tanah) yang langsung dihubungkan ke setiap rumah dengan instalasi yang baik.



Gambar 5. Penyampaian a) pembukaan kegiatan oleh direktur Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung dan b) sosialisasi biogas baik cara pembuatan, perakitan, maupun penggunaan produk bahan bakar gas yang dihasilkan

Demonstrasi dilakukan setelah pemateri menyampaikan materi tentang biogas. Kegiatan demonstrasi dilakukan bersama antara instruktur, masyarakat, dan mahasiswa. Dalam kegiatan tersebut, instruktur memberikan kesempatan sepenuhnya kepada masyarakat untuk ikut merakit dan bertanya terkait biogas. Kegiatan demonstrasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Demonstrasi dilaksanakan oleh instruktur dan dibantu oleh mahasiswa yang ikut dalam kegiatan pengabdian. Masyarakat memperhatikan, bertanya, dan ikut serta dalam merakit dan melakukan tes nyala

Walapun memiliki nilai kalori lebih rendah dibandingkan gas LPG, biogas mampu menyalakan kompor dan berdasarkan hasil penelitian terdahulu mampu memasak nasi dengan volume 1 liter selama kurang lebih 20 menit (Samnur & Irfan, 2011). Biogas sangat potensial sebagai sumber energi terbarukan karena kandungan metana yang tinggi dan memiliki nilai kalori yang cukup tinggi (50 MJ/kg). Selain untuk kompor, biogas dengan reaktor *portable* juga dapat digunakan untuk menyalakan lampu petromax menggantikan minyak tanah. Lampu ini sangat berguna bagi masyarakat di pedesaan terutama saat mati lampu yang sering terjadi dan bisa lebih dari satu jam saat mati lampu. Selain aplikasi pada kompor dan lampu petromax, dalam sosialisasi tim pengabdian juga menjelaskan tentang potensi pemanfaatan biogas menjadi energi listrik dan manfaat bagi kebutuhan rumah tangga. Energi yang dihasilkan dari konversi gas metana menjadi listrik didapat dengan melakukan pembakaran gas metana sebagai bahan bakar pada mesin penggerak mula pada generator set dimana untuk 1 kg kotoran sapi mampu menghasilkan 40 liter

biogas, dan 1 m³ biogas memiliki nilai energi setara dengan 6.10 kWh energi listrik (Soebagia et al., 2021).

3.4 Pengukuran Tingkat Ketercapaian Secara Deskriptif

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan oleh tim pengabdian dapat dilihat bahwa masyarakat desa Makalisung sangat tertarik dengan biogas dan ingin agar instalasi biogas dapat digunakan di setiap rumah. Faktor utama yang mendasari adalah bahan baku biogas yang sangat melimpah baik limbah darah dan jeroan ikan yang banyak (penduduk di desa Makalisung sebagian besar merupakan petani dan nelayan) maupun kotoran sapi yang melimpah di lingkungan mereka. Masyarakat juga ingin mencoba menggunakan kotoran babi karena di desa Makalisung banyak penduduk yang memelihara/ beternak babi. Dari sisi pemahaman, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini mampu meningkatkan pemahaman masyarakat khususnya tentang pemanfaatan limbah organik, perancangan biogas, dan penggunaannya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- a. Pembuatan biogas dapat dilakukan menggunakan bahan dasar limbah darah dan jeroan ikan, serta kotoran sapi dengan perbandingan 1:1:1. Pembuatan biogas dilaksanakan satu bulan sebelum kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan. Hal ini berkaitan dengan waktu optimum terbentuknya gas metana pada reaktor yakni pada hari ke-21 ke atas. Penggunaan darah dan jeroan ikan karena adanya kandungan protein dan lemak tak jenuh yang tinggi.
- b. Perakitan reaktor biogas menggunakan jenis reaktor *portable* dengan jenis *floating drum* dan jenis pengisian curah. Artinya, setelah proses produksi metana selesai, isi lumpur seluruhnya dikeluarkan dan diganti dengan yang baru. Pembuatan reaktor *portable* bertujuan agar mudah untuk dipindahkan terutama pada fungsi sebagai lampu petromax yang digunakan nelayan.
- c. Kegiatan di desa Makalisung terdiri dari kegiatan pembukaan oleh direktur Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung dan dilanjutkan dengan sosialisasi pembuatan biogas, perancangan reaktor digester, pemasangan ke kompor dan lampu petromax, serta uji nyala. Selain itu juga disosialisasikan sistem-sistem reaktor digester lainnya yang sesuai dan cocok dengan kondisi di rumah masing-masing masyarakat.
- d. Dari sisi ketercapaian peningkatan pemahaman, terjadi peningkatan pemahaman masyarakat terkait pembuatan biogas, jenis-jenis biogas, cara merancang dan menggunakan reaktor digester, serta memahami peluang-peluang ke depan saat menggunakan kotoran babi pengganti kotoran sapi dan juga peluang pemanfaatan biogas untuk menghidupkan generator set (genset) untuk penerangan. Perubahan sikap juga terjadi dan terlihat saat masyarakat antusias saat bertanya dan melakukan demonstrasi bersama mahasiswa dan dosen selaku tim pengabdian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Kementerian Kelautan dan Perikanan atas dukungan finansial selama melaksanakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di desa Makalisung, kecamatan Kema, kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiah, N., & Kalsum, U. (2022). *Pengaruh Rasio Limbah Sayuran dan Limbah Ikan terhadap Hasil Produksi Biogas*. 02(02), 24–31.
- Aisyah, S., & Pamungkas, A. (2019). Pemanfaatan Limbah Hasil Perikanan Sebagai Produk Bernilai Tambah Bagi Masyarakat Di Kecamatan Belinyu, Kabupaten Bangka. *Prosiding Seminar Hukum Dan Publikasi Nasional (Serumpun) I*, 234–239.
- Aji, K. P., & Bambang, A. N. (2019). Konversi Energi Biogas Menjadi Energi Listrik Sebagai Alternati Energi Terbarukan dan Ramah Lingkungan di Desa Langse, Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati. *Prosiding SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan Dan Infrastruktur)*, 2, B4.1-B4.7. <https://pro.unitri.ac.id/index.php/sentikuin/article/view/149>
- Amiruddin. (2021). *Analisis Kandungan Biogas dari Campuran Tongkol Jagung dengan Kotoran Sapi* (Issue March). Universitas Hasanuddin.
- Astuti, A. D. (2019). Pemanfaatan Limbah Cair Pemindangan Ikan. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan Dan IPTEK*, 10(2), 144–122. <https://doi.org/10.33658/jl.v10i2.83>
- Bücker, F., Marder, M., Peiter, M. R., Lehn, D. N., Esquerdo, V. M., Antonio de Almeida Pinto, L., & Konrad, O. (2020). Fish waste: An efficient alternative to biogas and methane production in an anaerobic mono-digestion system. *Renewable Energy*, 147, 798–805. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.08.140>
- Darwis, R. (2015). *Pengolahan Kotoran Sapi Menjadi Energi Biogas Di BBPP Batangkaluku Kabupaten Gowa*. 1–81.
- Dwityaningsih, R., & Triwuri, N. A. (2018). Pengaruh Penambahan Kotoran Sapi Dan Enceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Terhadap Produksi Biogas Dari Limbah Jeroan Ikan. *Info-Teknik*, 19(2), 137. <https://doi.org/10.20527/jit.v19i2.149>
- Erlambang, V., Adeyani, N. P., & ... (2022). Edukasi Pemanfaatan Limbah Perikanan Pada Pembuatan Tepung Ikan di Desa Karya Makmur. *Inisiatif: Jurnal ...*, 1, 67–70. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/inisiatif/article/view/12991>
- Faridah, F., Saifuddin, S., Salmiyah, S., Rahmawati, C. A., & Yuniati, Y. (2018). Pelatihan Pengolahan Limbah Ikan Menjadi Produk Makanan. *Jurnal Vokasi - Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 1(1). <https://doi.org/10.30811/vokasi.v1i1.561>
- Gombo, E., Najoran, M., Wolayan, F. R., & Imbar, M. R. (2015). Penggunaan Tepung Limbah Pengalengan Ikan Dalam Ransum Terhadap Kualitas Karkas Broiler. *Zootec*, 35(2), 178. <https://doi.org/10.35792/zot.35.2.2015.7321>
- Hendriyanto C, O., & Nabila, S. N. (2021). Produksi Biogas Dari Kombinasi Kotoran Kambing Dan Limbah Ikan Dalam Biodigester Anaerob. *EnviroUS*, 2(1), 88–95. <https://doi.org/10.33005/enviroUS.v2i1.76>
- Holifah, S. (2019). Pengelolaan Limbah Air Rebusan Ikan Teri Menjadi Pupuk Organik Cair dan Aplikasinya Terhadap Hasil Tanaman Bayam (*Amaranthus sp.*). *Agromix*, 10(2), 100–113.
- Humaira, N. (2020). Potensi Limbah Ikan Tongkol untuk Produksi Metana [Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh]. In *Tugas Akhir*. <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/15209/>
- Irawan, F., Novita, Y., & Soeboer, D. A. (2021). *DI PPN PALABUHANRATU Waste from Fishing Activities in Palabuhanratu Fishing Port (PPN Palabuharatu) Oleh : 11(1)*, 61–73.
- Kuada, P. S., Ps, M., & Unsrat, A. (2016). *Pusat Penelitian Perikanan Di Kota Bitung*. 117–129.
- Kurniawan, W., Herpandi, & Lestari, S. (2016). Uji Potensi Biogas dari Limbah Jeroan Ikan Patin (*Pangasius sp.*) dan Campuran Kiambang (*Salvinia molesta*) secara Anaerob Batch. 5(1), 43–51. <https://media.neliti.com/media/publications/61827-ID-uji-potensi-biogas-dari-limbah-jeroan-ik.pdf>
- Luhur, E. S., & Zulham, A. (2016). Potensi Pemanfaatan Limbah Perikanan Di Banda Aceh Potential Use of Fisheries Waste in Banda Aceh. 37–44.
- Mahmuda, D., Santoso, P., & Sanubary, I. (2020). *Rancang Bangun Reaktor Anaerob untuk Mengetahui Potensi Biogas dari Limbah Ikan*. 1, 1–5.

- Monica, F. (2018). Analisis Kelayakan Aspek Ekonomi dan Kapasitas Biodigester Model Fix Dome Plant (Studi Kasus Biodigester di Botokenceng, Yogyakarta). *Semesta Teknika*, 16(2), 108–116. <https://doi.org/10.18196/st.v16i2.4894>
- Mu'anah, Margana, C. C. E., & Priyati, A. (2017). Characteristic Study of Cow Dung Digester Based on Water Composition and Kinetics of Methane Gas for Biogas Production. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 5(1), 285–295.
- Mujahidah, Mappiratu, & Sikanna, R. (2013). Kajian Teknologi Produksi Biogas Dari Sampah Basah Rumah Tangga. *Jurnal of Natural Science*, 2(1), 25–34.
- Nitbani, Y. B., Tarigan, B. V., & Jarson, J. U. (2016). Pengaruh Perbandingan Komposisi Campuran Perut Ikan, Kangkung dan Feses Babi terhadap Ph, Kuantitas dan Kualitas Biogas. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Universitas Nusa Cendana*, 03(02), 57–68.
- Nur, H., & Tjatoer, W. (2011). Pemanfaatan Limbah Ikan Menjadi Pupuk Organik. *Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 3(1).
- Oktavia, D. A., Mangunwidjaja, D., Wibowo, S., & Sunarti, T. C. (2012). Pengolahan Limbah Cair Perikanan Menggunakan Konsorsium Mikroba Indegenous Proteolitik dan Lipolitik. *Agrointek*, 6(2), 65–71.
- Onibala, H., Kepel, R. C., & Sinjal, H. J. (2019). Development of minapolitan area in Bitung City, Indonesia. *Aquatic Science & Management*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.35800/jasm.6.1.2018.24809>
- Pratama, D., Hanggita, S., & Supriadi, A. (2015). Uji Potensi Produksi Biogas Pada Campuran Kiambang (Salvinia Molesta) Dan Limbah Jeroan Ikan Gabus (Channa Striata) Menggunakan Batch Anaerobic Digester. *Jurnal Fishtech*, 4(2), 111–119.
- Purwaningrum, S. D., & Sukaryo, S. (2018). Uji Karakteristik Biodiesel Berbahan Dasar Limbah Jeroan Ikan Diproses Menggunakan Mikrogelombang. *Metana*, 14(2), 37. <https://doi.org/10.14710/metana.v14i2.20333>
- Samnur, S., & Irfan, A. M. (2011). Analisis Kesetaraan Nilai Kalor LPG dengan Biogas dari Biodigester Skala Rumah Tangga. *Teknik Mesin" TEKNOLOGI"*, 103–110. <https://ojs.unm.ac.id/teknologi/article/view/24018%0Ahttps://ojs.unm.ac.id/teknologi/article/download/24018/12212>
- Sihite, H. H. (2013). Studi pemanfaatan limbah ikan dari tempat pelelangan ikan (TPI) dan pasar tradisional nauli sibolga menjadi tepung ikan sebagai bahan baku pakan ternak. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 2(2), 43–54.
- Sinaga, P. V. H., Suanggana, D., & Haryono, H. D. (2022). Analisis Produksi Biogas Sebagai Energi Alternatif Pada Kompor Biogas Menggunakan Campuran Kotoran Sapi Dan Ampas Tahu. *Jurnal Teknologi Terapan*, 8(1), 61–69. <https://jurnal.polindra.ac.id/index.php/jtt/article/view/348>
- Soebagia, H., Notosudjono, D., & Baehaki, K. (2021). Analisis Peningkatan Gas Metana (Ch4) Pada Digester Portabel Dengan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Energi Biogas Berbasis Internet Of Things (Iot). *Jurnal Teknik | Majalah Ilmiah Fakultas Teknik UNPAK*, 22(1), 19–26. <https://doi.org/10.33751/teknik.v22i1.3734>
- Stephanie, B. J., Runtunuwu, G. C., Ayu, G. P., Sio, A. B., Maramis, J., Yang, F., Pedagang, M., Dari, U., Sulawesi, L., Runtunuwu, G. C., & Ratulangi, U. S. (2022). *Berdagang Di Bitung Factors Motivating Micro, Small And Medium Enterprises From Outside Of North Sulawesi Trading In Bitung Jurnal EMBA Vol. 10 No. 4 Desember 2022, Hal. 2009-2018. 10(4), 2009–2018.*
- Tairas, M., Rarung, L. K., & Tambani, G. O. (2013). Kegiatan Alternatif Nelayan Di Desa Makalesung Kecamatan Kema Kabupaten Minahasa Utara. *AKULTURASI (Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan)*, 1(1), 15–20. <https://doi.org/10.35800/akulturasi.1.1.2013.13309>
- Trilaksani, W., Salamah, E., & Nabil, M. (2006). Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tuna (Thunnus Sp.) sebagai Sumber Kalsium dengan Metode Hidrolisis Protein. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 9(2), 34–45.
- Zulham, A. (2011). Industri Perikanan di Bitung. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 6(2), 53. <https://doi.org/10.15578/marina.v6i2.5814>