



ANALISIS EKONOMI DALAM APLIKASI BIOGAS MINI SEBAGAI *BIO ENERGY* PADA SUBSTITUSI (*ENERGY DAPUR*) PETERNAK BABI DI KABUPATEN MANGGARAI

ECONOMIC ANALYSIS OF MINI BIOGAS APPLICATION AS (*BYO ENERGY*) IN SUBSTITUTING (*KITCHEN ENERGY*) FOR PIG FARMERS IN MANGGARAI DISTRICT

Hendrikus Demon Tukan¹, Nautus Stivano Dalle², Elisabeth Yulia Nugraha³

Program Studi Peternakan, Universitas Katolik Indonesia Santu Paulus Ruteng, Jalan Ahmad Yani,
No 10, Ruteng 151016 NTT, Indonesia¹

Email corresponding-author: demontukan@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung nilai ekonomis volume biogas dan menganalisis efisiensi penggunaannya sebagai substitusi penggunaan kayu api dan minyak tanah pada byo energy dapur peternak babi. Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Pitak Kecamatan Langke Rembong, Kabupaten Manggarai, Provinsi Nusa Tenggara Timur selama bulan Desember Tahun 2022. Perlakuan yang dicobakan adalah P0: Fermentasi feses ternak babi selama 6 hari; P1: Fermentasi feses ternak babi selama 12 hari; P2: Fermentasi feses ternak babi selama 18 hari; P3: Fermentasi feses ternak babi selama 24 hari. Variabel yang diteliti adalah perhitungan nilai ekonomis volume biogas yang dihasilkan setelah mengalami proses fermentasi dan menghitung nilai efisiensi penggunaan biogas dengan kayu api dan minyak tanah. Nilai efisiensi penggunaan biogas dihitung berdasarkan hasil konversi dengan minyak tanah dan kayu bakar adalah menghasilkan gas yang dapat dipakai untuk memasak satu liter air adalah sebesar 21.473,45 ml sehingga disetarakan dengan pemakaian minyak tanah untuk memasak 1 liter air adalah 280 ml minyak tanah seharga Rp. 6.500 dan penggunaan kayu bakar yang dibutuhkan sebanyak 0,5 kg (1 ikat) seharga 0,5 kg atau satu ikat kayu bakar setara Rp. 5.000. Hasil analisis dapat disimpulkan bahwa, volume biogas yang paling ekonomis adalah perlakuan P1 dengan lama fermentasi pada hari ke-12 dengan gas yang dihasilkan sebanyak 21.067,37 ml dan presentase 57,55% serta esaran nilai manfaat ataupun nilai marjinalnya sebanyak 4.657,21 dengan digunakan untuk memasak sebanyak 21.473,45 ml air selama 7,19 menit.

Kata Kunci: Biogas, Ekonomi, Substitusi, Peternak Babi

ABSTRACT

This study aims to calculate the economic value of biogas volume and analyze the efficiency of its use as a substitute for the use of firewood and kerosene in the byo energy of pig farmers' kitchens. This research was conducted in Pitak Village, Langke Rembong District, Manggarai Regency, East Nusa Tenggara Province during December 2022. The treatment tried was P0: Fermentation of pig feces for 6 days; P1: Fermentation of pig feces for 12 days; P2: Fermentation of pig feces for 18 days; P3: Fermentation of feces of pigs for 24 days. The variables studied are the calculation of the economic value of the volume of biogas produced after undergoing the fermentation process and calculating the efficiency value of using biogas with firewood and kerosene. The efficiency value of using biogas is calculated based on the results of conversion with kerosene and firewood is to produce gas that can be used to cook one liter of water is 21,473.45 ml so that it is equivalent to the use of kerosene for cooking 1 liter of water is 280 ml of kerosene for IDR. 6,500 and the use of firewood

needed as much as 0.5 kg (1 bunch) for 0.5 kg or one bunch of firewood equivalent to IDR. 5,000. The results of the analysis can be concluded that, the most economical volume of biogas is P1 treatment with a fermentation duration on the 12th day with gas produced as much as 21,067.37 ml and a percentage of 57.55% and the estimated value of benefits or marginal value as much as 4,657.21 by being used to cook as much as 21,473.45 ml of water for 7.19 minutes.

Keywords: Biogas, Economy, Substitution, Pig Farmers.

PENDAHULUAN

Konsumsi adalah pembelanjaan atas barang-barang dan jasa-jasa yang dilakukan oleh rumah tangga dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan dari orang yang melakukan pembelanjaan tersebut (Chaidir., 2016). Pembelanjaan masyarakat atas makanan, pakayan dan barang-barang kebutuhan mereka yang lain digolongkan pembelanjaan atau konsumsi. Barang-barang yang diproduksi untuk digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhannya dinamakan barang konsumsi (Dumairy., 1997). Dalam upaya pemenuhan kebutuhan konsumsi rumah tangga masyarakat tersebut, tidaklah luput dari aktifitas memasak, karena kegiatan memasak merupakan kegiatan rutinitas oleh Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT).

Memasak adalah kegiatan keseharian yang tidak bisa terlepas bagi setiap rumah tangga dan minyak tanah dan kayu api adalah bahan bakar utama sebagai *bio energy* dapur untuk memasak khususnya bagi masyarakat di Ruteng Kabupaten Manggarai, NTT. Meskipun bagi masyarakat di NTT diberbagai wilayah masih banyak yang mempertimbangkan penggunaan kayu bakar sebagai satu-satunya sumber bahan bakar untuk memasak karena murah dan mudah didapat, namun pada saat musim penghujan akan sulit untuk mendapatkan persediaannya karena langkah akibat basah sehingga alternatif yang sering digunakan adalah minyak tanah.

Dalam penggunaan minyak tanah tersebut memang cukup mudah dan harganyapun terjangkau karena merupakan salah satu BBM bersubsidi oleh pemerintah, namun pada saat kondisi dan situasi tertentu masyarakat juga kadang mengalami kesulitan untuk memperolehinya karena faktor harga yang relatif mahal dan kelangkaan. Hal tersebut didukung dengan pendapat Suryadi (2015) bahwa Semakin tinggi konsumsi BBM bersubsidi, akan mengurangi besaran anggaran negara. Salah satu contoh dampak realisasi belanja subsidi BBM adalah per 30 September 2014 sebesar Rp. 183,40 triliun atau 74,4% dari pagu Rp.

246,50 triliun. Realisasi subsidi BBM akan terus bertambah seiring penggunaan BBM bersubsidi oleh masyarakat yang kian meningkat. Oleh karena itu, pada masa yang akan datang pemerintah menaikkan harga-harga BBM bersubsidi masing-masing sebesar Rp. 2000 per liter (Suryadi., 2015).

Penggunaan minyak tanah dan kayu api tersebut merupakan sumber energy yang tidak dapat terbarukan dan kesediaannya akan terus menerus menyusut jika terus digunakan (Maluegha *et al.*, 2018). Berkurangnya persediaan bahan bakar ini akan menyebabkan kenaikan harga sehingga berdampak menyusahakan kehidupan masyarakat. Oleh karena itu, harus adanya pengganti dari fungsi bahan bakar tersebut agar dapat mengurangi ancaman bagi ketahanan energi dimasa depan dan juga dapat menghemat pengeluaran biaya rumahtangga berupa pengadaan minyak tanah dan kayu api bagi setiap rumahtangga. Salah satu pengganti bahan bakar skala rumah tangga yang sangat berpotensi saat ini adalah biogas (Rentoto *et al.*, 2022).

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme dalam keadaan anaerob. Biogas dapat dikembangkan untuk kebutuhan rumah tangga serta industry (Afrian *et al.*, 2017). Daerah terpencil yang belum mendapat suplai energi listrik mampu mengembangkan sumber energi listrik secara mandiri dengan menggunakan biogas sebagai sumber energy (Yahya *et al.*, 2017). Bahan dasar biogas dapat berasal dari limbah pertanian, kotoran hewan dan manusia, serta limbah organik lainnya (Andras *et al.*, 2012). Limbah ternak adalah sisa buangan dari usaha peternakan meliputi limbah padat dan limbah cair seperti feses, urine, sisa makanan, embrio, kulit telur, lemak, darah, bulu, kuku, tulang, tanduk, isi rumen, dan lain-lain (Wirne *et al.*, 2022).

Salah satu limbah yang sangat berpeluang untuk dijadikan bahan utama pembuatan biogas bagi masyarakat di kabupaten Manggarai NTT adalah limbah ternak babi (Rentoto *et al.*, 2022). Wahyuni (2013) potensi produksi gas dari ternak babi adalah 0,040-0,059 per kg feses (m³) dengan produksi kotoran padat 2,75 kg/hari dan feses cair 1,59 kg/hari. Limbah feses babi merupakan limbah yang dihasilkan dari aktivitas produksi ternak babi selain limbah urine, alas lantai (sekam, jerami, dan serbuk gergaji), sisa pakan dan air cucian kandang (Sesaray *et al.*, 2012). Limbah feses babi apabila tidak dikelola secara baik dapat mencemari udara, air, dan memicu konflik sosio religio di dalam masyarakat karena berpotensi

pencemaran lingkungan udara dan air berupa kotoran (feses dan urine), ceceran pakan dan minum babi, dan air cucian (Wea *et al*, 2017).

Limbah ternak babi di kabupaten Manggarai sangat berpeluang karena hampir setiap rumahtanggahnya beternak babi dan menjadikan ternak babi sebagai komoditi unggulan bagi masyarakat. Hal ini didukung dengan pendapat Tukan *et al* (2019) dan Djawapatty *et al* (2021) bahwa pada umumnya masyarakat di daerah NTT dan Flores, beternak babi adalah suatu kewajiban guna menunjang pendapatan ekonomi rumahtangga dan mendukung aktifitas sosial budaya masyarakat. Hal ini ditandai dengan populasi ternak babi di Kabupaten Manggarai NTT pada tahun 2021 yang mencapai 62.911 ekor (BPS, 2021). Selain itu pengembangan ternak babi masih terus dilakukan, tapi mengingat melimpahnya potensi sumberdaya alam yang pemanfaatannya belum maksimal (Wea *et al*, 2020). Disisi lain populasi ternak babi yang semakin banyak diikuti semakin banyak pula kotoran ternak babi sebagai limbah sehingga menjadi salah satu peluang untuk pembuatan biogas sebagai efisiensi energy dalam substitusi penggunaan kayu api dan minyak tanah sebagai sumber energy dapur.

Tujuan dari Penelitian ini adalah menghitung nilai ekonomis volume biogas yang dihasilkan setelah mengalami proses fermentasi didalam digester dan menganalisis efisiensi penggunaannya sebagai substitusi penggunaan kayu api dan minyak tanah pada byo energy dapur peternak babi.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kelurahan Pitak kecamatan Langke Rembong, kabupaten Manggarai, Provinsi Nusa Tenggara Timur selama bulan Desember Tahun 2022. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan oleh Rentoto *et al* (2022) yang berjudul “*Lama Fermentasi Feses Ternak Babi Menggunakan Biogas Mini Terhadap Volume Gas Bio Dan Lama Nyala Api*”.

Pembuatan Alat Penghasil Biogas

Penelitian ini di desain sesuai Rentoto *et al* (2022) yang menggunakan wadah bekas galon dengan ukuran 19 liter (0,019 m³), tinggi 50 cm dan lebar 26 cm. Digester ini menampung campuran feses babi dan air sebanyak 12 liter (0,012 m³) dan masih tersedia

ruang sebesar 7 liter (0,007 m³) untuk penampungan gas dan agar perubahan ketinggian air tidak melebihi saluran penampungan gas. Selang yang digunakan memiliki ukuran $\frac{1}{4}$ inch dengan panjang 1 m yang dibagi menjadi 3 bagian dengan menggunakan sambungan y (y valve). Sambungan dari digester ke y valve sepanjang 25 cm, y valve ke ban dalam sepanjang 25 cm dan y valve ke kran sepanjang 50 cm. Tempat penampung gas yang digunakan adalah ban dalam motor dengan merk iRC Tire dengan ukuran 17 inch (43,18 cm) (Rentoto *et al*, 2022).

Proses Pengolahan Feses Menjadi Biogas

Feses ternak babi diambil dari Peternakan Chandra Farm. Pembuatan digester, digester dibuat menggunakan galon bekas dan dihubungkan ke tempat penyimpanan gas berupa ban dalam bekas menggunakan selang berukuran $\frac{1}{4}$ kemudian galon di cat warna hitam dengan tujuan terhindar dari cahaya matahari. Setelah digester dibuat feses ternak babi yang di ambil dari tempat penelitian akan dicampurkan air dengan perbandingan 1:1 lalu di campurkan Em4 sebagai tambahan mikroorganisme untuk fermentasi feses ternak babi. Setelah semua bahan telah dicampur maka selanjutnya disimpan pada ruangan yang terhindar dari cahaya matahari. Gas yang sudah tertampung di ban dalam, selanjutnya dilakukan pengukuran diameter ban dalam sehingga dapat dihitung volume gas yang tertampung, kemudian akan nyalakan dan akan diambil data lama nyala api menggunakan stopwatch (Rentoto *et al*, 2022).

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen) dengan 4 perlakuan dan setiap perlakuannya diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 12 unit percobaan yang terdiri dari: P0: Fermentasi feses ternak babi selama 6 hari; P1: Fermentasi feses ternak babi selama 12 hari; P2: Fermentasi feses ternak babi selama 18 hari; P3: Fermentasi feses ternak babi selama 24 hari (Rentoto *et al*, 2022).

Analisis Data

Model analisis data dilakukan dengan cara diolah dan ditabulasi dengan menggunakan *Software Microsoft Excel* 2010. Aspek analisis ekonominya ditinjau sebagai berikut:

1. Menghitung nilai ekonomis volume biogas yang dihasilkan setelah mengalami proses fermentasi didalam digester. Nilai ekonomisnya diperoleh dari mengetahui Nilai Marginal,

dengan Rumus:
$$MP = \frac{\Delta TP}{\Delta N} \text{ atau } MP = TP_n - TP_{n-1}$$

Keterangan: MP = marginal produk

TP_n = nilai total rataan produk sekarang

TP_{n-1} = nilai total rataan produk sebelumnya

2. Menghitung nilai efisiensi penggunaan biogas dengan kayu api dan minyak tanah.

Nilai efisiensi diperoleh dengan cara: mengetahui perbandingan biaya dan volume biogas yang terpakai dalam aplikasi penggunaan biogas yang bersamaan dengan penggunaan minyak tanah dan kayu api.

Aplikasi Penggunaan Biogas

Aplikasi biogas mini untuk memasak dilakukan pada saat volume penampang gas mencapai maksimum. Pengujian dilakukan menggunakan kompor khusus untuk biogas. Gas yang dihasilkan selanjutnya diaplikasikan untuk memasak 1 liter air. Untuk mengetahui volume gas yang digunakan, digester gas sebelum dan sesudah memasak harus diukur. Waktu yang diperlukan untuk memasak diukur dengan menggunakan stopwatch. Selanjutnya dilakukan pencatatan hasil pengukuran volume biogas dan waktu yang diperlukan dalam memasak air tersebut (Takarenguang *et al.* 2016)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biogas Ternak Babi

Biogas ternak babi merupakan upaya pemanfaatan kotoran atau feses ternak babi dari proses pencernaan yang dilakukan oleh bakteri *methanogen* yang produknya berupa gas methana (CH₄). Sabatini (2017) berpendapat, gas yang dihasilkan dari biogas tersebut dapat mencapai 60% dari keseluruhan hasil biogas, sedangkan sisanya CO₂. Bakteri *methanogen* bekerja dalam lingkungan yang hampa udara (anaerob) sehingga proses ini disebut sebagai pencernaan aerob (anaerob digestion). Oleh karena itu pembuatan biogas ini harus ditutup rapat-rapat agar tidak terjadi kebocoran. Untuk mempermudah proses fermentasi, digester

tersebut dicat berwarna hitam karena lebih baik disimpan dalam keadaan gelap dengan suhu kamar berkisar 20-30⁰c (Rentoto *et al*, 2022).

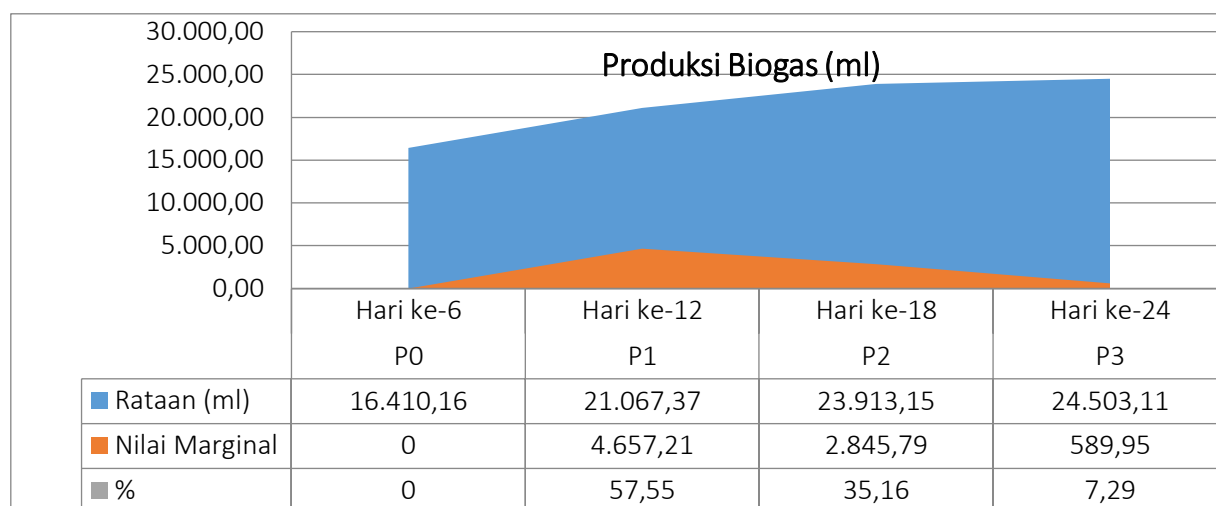
Energi gas bio didominasi gas metan (60%-70%), karbondioksida (40%-30%) dan beberapa gas lain dalam jumlah lebih kecil (Budiyati *et al.*, 2014). Adanya gas yang dihasilkan oleh feses ternak babi pada penelitian ini disebabkan oleh pakan ternak babi yang digunakan oleh peternakan ini adalah campuran daun ubi, batang pisang dan dedak padi yang mengandung selulosa dan dalam pencernaan ternak babi selulosa dicerna dengan bantuan bakteri-bakteri metan sehingga menghasilkan gas metana (Sabatini, 2017). Faktor lain yang mempengaruhi volume biogas yaitu pengadukan serta penambahan mikroorganisme. Hal ini diperkuat oleh adanya penambahan mikroorganisme berupa efektif mikroorganisme 4 (EM4) sehingga dapat meningkatkan jumlah bakteri pengurai kotoran babi dan dapat memperbesar volume biogas yang dihasilkan (Budiyati *et al.*, 2014). Hal ini terjadi karena pengenceran dengan air sangat berpengaruh pada proses pembentukan biogas. Air merupakan bagian penting pada proses pembentukan biogas yaitu digunakan pada tahap hidrolisis dan asetogenesis (pengasaman). Pada tahap hidrolisis, air berfungsi untuk mengurai senyawa-senyawa rantai panjang menjadi rantai pendek dengan bantuan mikroorganisme (Rentoto *et al*, 2022).

Nilai Ekonomis Volume Biogas

Volume gas yang dihasilkan dari limbah ternak babi, diukur lama fermentasi pada hari ke-6, 12, 18, dan 24. Cara pengukuran dilakukan dengan cara mencatat langsung pengamatan dari jumlah gas yang tertampung pada tabung penampung gas di setiap perlakuan yakni P0, P1, P2 dan P3 dengan menggunakan rumus silinder. Data hasil pengukuran volume biogas dari limbah ternak babi dapat dilihat pada Gambar 1.

Hasil penelitian pada gambar diatas menunjukkan bahwa nilai rata-rata volume biogas dari setiap perlakuan pada jumlah lama hari fermentasi yakni P0 hari ke-6 sebesar 16.210,16 ml; P1 hari ke-12 sebanyak 21.067,37 ml; P2 hari ke-18 sebesar 23.913,15 ml; serta P3 hari ke-24 sebesar 24.503,11 ml. Hal ini sejalan dengan penelitian Seseray *et al.*, (2021) dalam Rentoto *et al.*, (2022) yang menyatakan retensi biogas terjadi sehingga akan meningkatkan volume biogas, peningkatan volume biogas didalam digester juga mengikuti bertambahnya diameter

digester berupa ban dalam. Hal ini berarti lama fermentasi feses ternak babi memberikan hasil yang relatif sama pada tiap perlakuannya.



Gambar 1. Perhitungan Nilai Ekonomis Biogas (ml)

Berdasarkan hasil penelitian pada (gambar 1) menunjukkan bahwa nilai rata-rata volume biogas yang paling ekonomis adalah pada perlakuan P1 dengan lama fermentasi selama 12 hari yakni sebesar 21.067,37 ml. Besaran nilai ekonomi total yang dihasilkan tersebut disimpulkan karena memiliki nilai persentase sebesar 57,55% dan besaran nilai manfaat atau nilai marjinalnya sebesar 4.657,21. Hal ini sejalan dengan penelitian (Chaidir, 2016) yang menyatakan bahwa perhitungan nilai ekonomi total merupakan jumlah dari hasil penambahan nilai antara manfaat langsung, manfaat tidak langsung, nilai pilihan, biaya langsung, biaya tidak langsung dan nilai keberadaan.

Efisiensi Biogas Sebagai Substitusi Kayu Api dan Minyak Tanah

Pengujian aplikasi biogas untuk memasak dilakukan pada setiap perlakuan (P0, P1, P2 dan P3) dengan total rata-rata volume sebesar 85.893,790 ml. pengujian dilakukan menggunakan kompor khusus untuk biogas, ternyata gas yang dihasilkan dapat menyala dengan konstan dan berwarna biru terang. Hasil pengamatan untuk mendidihkan satu liter air membutuhkan waktu selama 7,19 menit dan gas sebanyak 21.473,45 ml. Total lama nyala api yang diperoleh adalah 28,76 menit dan gas yang dipakai sebanyak 85.893,790 ml. Lama nyala api dan waktu yang diperlukan untuk memasak serta banyaknya gas yang terpakai tergantung dari besar kecilnya kran pengeluaran ketika dibuka pada saat penggunaan gas. Hasil penelitian ini sejalan dengan pendapat Mirah *et al* (2016) dan Takarenguang *et al* (2016) bahwa waktu yang lebih lama

dengan menggunakan biogas, dapat disebabkan oleh lubang kompor biogas yang digunakan kecil. Efisiensi perbandingan penggunaan biogas dengan minyak tanah dan kayu bakar disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Efisiensi Perbandingan Penggunaan Biogas Dengan Minyak Tanah Dan Kayu Bakar

Bahan Bakar	Volume Air	Waktu (menit)	Volume Bahan Bakar	Harga (Rp)
Biogas	1 liter	7,19	21.473,45 ml	-
Kayu api	1 liter	5,38	0,5 kg	5.000
Minyak tanah	1 liter	7,32	280 ml	6.600

Sumber: Data Penelitian yang diolah, Tahun (2022)

Tabel 1 menerangkan bahwa untuk memasak satu liter air, menggunakan biogas membutuhkan waktu yang paling lama yaitu 8 menit atau paling cepat selama 7,19 menit. Memasak menggunakan minyak tanah membutuhkan waktu 7,32 menit dan memasak menggunakan kayu api lebih cepat waktu yang diperlukan yaitu 5,38 menit. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Mirah *et al* (2016) tentang feses ternak sapi sebagai penghasil biogas untuk memasak dua liter air menggunakan biogas membutuhkan waktu yang paling lama yaitu 15 menit, memasak menggunakan minyak tanah membutuhkan waktu 15 menit dan memasak menggunakan kayu api lebih cepat waktu yang diperlukan yaitu 11 menit.

Dari hasil penelitian ini, waktu yang diperoleh untuk memasak dengan menggunakan biogas lebih lama. Soputan (2012) menyatakan bahwa waktu yang lebih lama dengan menggunakan biogas, dapat disebabkan oleh lubang kompor biogas yang digunakan kecil. Kompor minyak tanah lebih cepat waktu memasaknya dari pada penggunaan biogas, hal ini dapat disebabkan juga lubang kompor lebih besar. Penggunaan kayu bakar adalah yang tercepat dari pada menggunakan biogas dan minyak tanah. Hal ini dapat disebabkan sebaran panas lebih luas. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Kota (2009) dalam Takarenguang *et al* (2016) dan Mirah *et al* (2016) bahwa hasil aplikasi penggunaan biogas untuk memasak diperlukan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan minyak tanah dan kayu bakar.

Efisiensi penggunaan biogas dapat dihitung berdasarkan hasil konversi dengan minyak tanah dan kayu bakar (Tabel 1). Gas yang dipakai untuk memasak satu liter air adalah 21.473,45 ml. Jika disetarakan dengan pemakaian minyak tanah untuk memasak 1 liter air adalah 280 ml minyak tanah. Harga minyak tanah untuk 280 ml adalah Rp. 6.500. Memasak dua liter air dengan menggunakan kayu bakar, dibutuhkan kayu bakar sebanyak 0,5 kg (1 ikat). Harga 0,5 kg atau satu ikat kayu bakar adalah Rp. 5.000.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Nilai rata-ran volume biogas yang paling ekonomis adalah perlakuan P1 dengan lama fermentasi pada hari ke-12 dengan gas yang dihasilkan sebanyak 21.067,37 ml.
2. Persentase nilai ekonomi biogas mini sebesar 57,55% dengan besaran nilai manfaat ataupun nilai marjinalnya sebanyak 4.657,21.
3. Biogas mini dari hasil limbah ternak babi dapat digunakan untuk memasak sebanyak 21.473,45 ml selama 7,19 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, C., Haryanto, A., Hasanudin, U., & Zulkarnain, I. (2017). Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Sapi Dengan Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 6(1), 21-32.
- Andreas, F. S., Paramitha, S. B. U., & Diyono, I. (2012). Pembuatan Biogas Dari Sampah Sayuran. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 1(1), 103-108.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Manggarai. (2021). *Kabupaten Manggarai Dalam Angka*. Provinsi Nusa Tenggara Timur.
- Budiyati, E., Fitria, N., & Mundrasyastutik, Y. (2014). Perbandingan Volume Biogas yang Dihasilkan dari Fermentasi Campuran Eceng Gondok dan Sampah Sayuran dengan dan tanpa Kotoran Ayam pada Berbagai Rasio Pengenceran dan Waktu. *Prosiding Seminar Nasional TEKNOIN*, Hal: 121-126.
- Chaidir, A. (2016). Studi Komparasi Pengeluaran Rumah Tangga Sebelum Dan Sesudah Penggunaan Biogas (Studi Kasus Di Desa Ujung Piring, Kecamatan Bangkalan, Kabupaten Bangkalan Madura). *SKRIPSI*. Jurusan Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Universitas Brawijaya. Malang.
- Djawapatty, D. J., Tukan, H. D., & Taus, I. (2021). Analisis Potensi Peternakan Unggulan Di Kecamatan Golewa Selatan Kabupaten Ngada Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal AGRIOVET*, 4(1), 69-80.
- Dumairy. (1997). *Perekonomian Indonesia*. Erlangga. Jakarta.
- Kota, P. R. (2009). Pengembangan Teknologi Biogas dengan Pemanfaatan Kotoran Ternak dan Jerami Padi sebagai Alternatif Energi Pedesaan. *TESIS*. Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Mirah, A. D., Soputan, J. E. M., & Paruntu, C. P. (2016). Feses Ternak Sapi Sebagai Penghasil Biogas. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*, 3(1), 1-9.
- Monika, F. (2013). Analisis Kelayakan Aspek Ekonomi dan Kapasitas Biodigester Model fix Dome Plant (Studi Kasus Biodigester di Botokenceng, Yogyakarta). *JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA*, 16(2), 108-116.
- Rentoto, I. T., Budiman, T. A., Jajuk, B., Wak, A. C., Nali, A. M., Jebarut, A., Luju, M. T., & Dalle, N. S. (2022). Lama Fermentasi Feses Ternak Babi Menggunakan Biogas Mini Terhadap Volume Gas Dan Lama Nyala Api. *Jambura Journal of Animal Science*, 4(1), 89-95.

- Sabatini, S. (2017). Biogas Babi Sebagai Bahan Bakar Pengganti Fosil Yang Ramah Lingkungan Di Kabupaten Samosir Sumatera Utara. *Prosiding Seminar Nasional III Biologi dan Pembelajarannya Universitas Negeri Medan*, Hal: 151-163. ISBN: 978-602-5097-61-4
- Saseray, D., Triatmojo, S., & Pertiwiningrum, A. (2012). Pemanfaatan feses babi (*Sus sp*) sebagai sumber gas bio dengan penambahan ampas sagu (*Metroxylon sp*) pada taraf rasio C/N yang berbeda. *Buletin Peternakan*, 36(3), 66-74.
- Soputan, J. (2012). Pola Integrasi Ternak Babi dengan Tanaman Ubi Jalar yang Berwawasan Lingkungan di Minahasa. *DISERTASI*. Program Pascasarjana, IPB. Bogor.
- Suryadi. (2015). Dampak Kenaikan Harga BBM Dan Elastisitas Konsusmsi BBM Sektor Angkutan (Studi Perbandingan Pada Beberapa Sektor Ekonomi). *Warta Penelitian Perhubungan*, 27(2), 95-102.
- Takarenguang, E. J., Soputan, J. E. M., Rawung, V. R. W., & Kalele, J. A. D. (2020). Pemanfaatan Limbah Babi Bibit Sebagai Penghasil Biogas. *Jurnal Zootek*, 36(1), 113-122.
- Tukan, H. D., Hartono, B., & Nugroho, B. A. (2019). Household Economic Analysis on Pig Farms in East Flores Regency East Nusa Tenggara Province. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science (IRJAES)*, 4(4), 190-195.
- Wea, R., Ninu, A. Y., & Koten, B. B. (2017). Peternakan Babi Berbasis Zero Waste. *Jurnal Pengabdian kepada masyarkat*, 23(3), 320-327.
- Wea, E. D. N., Luruk, M. Y., & Lole, U. R. (2020). Strategi Pengembangan Usaha Ternak Babi Program Perak di Kabupaten Ngada. *Jurnal Peternakan Indonesia (JPI)*, 22(2), 218-227.
- Wirne, M., Dako, S., & Datau, F. (2022). Penggunaan Feses Hewan Yang Berbeda Terhadap Kualitas Pupuk Organik Cair. *Jambura Journal of Animal Science*, 4(2), 140-145.
- Yahya, Y., Tamrin, & Triyono, S. (2017). Produksi Biogas Dari Campuran Kotoran Ayam, Kotoran Sapi, dan Rumput Gajah Mini (*Pennisetum Purpureum* Cv. Mott) Dengan Sistem Batch. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 6(3), 151-160