

Analisis Finansial Usaha Pemanfaatan Limbah Ternak Sapi Sebagai Bahan Baku Biogas

Financial Analysis of Businesses Using Cattle Waste as Biogas Raw Material

Andi Sitti Halimah

PPs Agribisnis Universitas Muhammadiyah Parepare
Email: ashalimagaansil1@gmail.com
(Diterima 14-11-2023; Disetujui 27-12-2023)

ABSTRAK

Perkembangan informasi dan pengetahuan perlahan telah menuntun masyarakat khususnya peternak untuk memanfaatkan limbah ternak sapi yang awalnya berdampak negatif terhadap lingkungan menjadi sumber energi alternatif atau biogas hingga menjadi pupuk alami bagi tanaman. Penelitian ini bertujuan menganalisis kelayakan finansial dari usaha pemanfaatan limbah ternak sapi menjadi bahan baku biogas. Dengan menggunakan beberapa data kuantitatif sebagai pendukung perhitungan aspek finansial, hasil analisis kelayakan berdasarkan kriteria kelayakan yang digunakan, diperoleh nilai NPV Rp105.512.509 IRR 39,93% dan B/C ratio 1,12 untuk instalasi biogas 1 sedangkan pada instalasi biogas 2 diperoleh nilai NPV Rp185.127.000 IRR 43,25% dan B/C ratio 1,69. Nilai-nilai tersebut menunjukkan jika usaha pada kedua instalasi di lokasi dinyatakan layak untuk dikembangkan.

Kata kunci: Biogas, Energi Alternatif, Limbah Ternak

ABSTRACT

The development of information and knowledge has slowly led the community, especially breeders, to utilize cattle waste, which initially had a negative impact on the environment, to become an alternative energy source or biogas to become a natural fertilizer for plants. This study aims to analyze the financial feasibility of the business of utilizing cattle waste to become biogas feedstock. By using some quantitative data to support the calculation of the financial aspect, the results of the feasibility analysis based on the eligibility criteria used, obtained an NPV value of Rp. NPV IDR 185,127,000 IRR 43.25% and B/C ratio 1.69. These values indicate if the business on both installations at the site is declared feasible for development.

Keywords: Biogas, Alternative Energy Source, Livestock Waste

PENDAHULUAN

Biogas merupakan salah satu sumber energi alternatif yang besar peluangnya untuk dikembangkan pemanfaatannya. Gas ini dihasilkan dari berbagai macam sampah organik seperti sampah biomassa dan kotoran hewan yang difermentasi menggunakan bakteri aneorab didalam suatu reaktor digester (Muis dkk., 2023; Yuniarti dkk., 2020). Setelah diproduksi, biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar transportasi atau digunakan untuk kebutuhan aliran listrik (Muis dkk., 2023; Putra dkk., 2020). Biogas yang diolah dari limbah ternak sapi berpotensi menjadi energi alternatif yang ramah lingkungan, mengingat ampas pengolahan biogas berupa sluri dapat diolah kembali menjadi pupuk organik yang dibutuhkan tanaman (Indriyani et al., 2022). Secara umum, produk utama biogas digunakan sebagai bahan bakar dalam memasak pengganti minyak tanah atau LPG bahkan seiring dengan perkembangan teknologi mulai digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik (Santoso et al., n.d. 2020; Dewi & Kholik, 2018).

Pengembangan biogas sangat potensial dengan mempertimbangkan produksi limbah atau kotoran peternakan sapi yang tersedia hampir setiap saat dan setiap wilayah, adanya regulasi terkait kenaikan tarif listrik, kenaikan harga LPG, premium, minyak tanah, minyak solar, minyak diesel dan minyak bakar yang telah mendorong perkembangan sumber energi alternatif yang murah, berkelanjutan dan ramah lingkungan, dan kenaikan harga disertai kelangkaan pupuk anorganik di pasaran sebagai akibat distribusi kurang merata menyebabkan petani lebih memilih pupuk organik (Mangalisu dkk., 2022; Febriyani, 2021; Ningrum dkk., 2019; Putri dkk., 2019)

Limbah ternak sapi umumnya dimanfaatkan hanya sebagai pupuk kandang namun tanpa proses

pengolahan. Limbah tersebut dibiarkan mengering di lahan dan setelah kering kemudian digunakan untuk menyuburkan tanah atau tanaman. Kondisi ini menyebabkan pencemaran udara, sebab kotoran sapi yang masih basah menimbulkan bau tidak sedap sehingga dapat mengganggu Kesehatan (Mangalisu dkk., 2022). Padahal jika dianalisis kotoran sapi itu sebenarnya dijadikan bahan dasar dalam pembuatan biogas dan pupuk organik (Wardana dkk., 2021). Limbah ternak sapi pada peternakan skala kecil akan lebih mudah ditangani karena jumlah limbah juga terbilang sedikit jika dibanding dengan jumlah limbah yang dihasilkan oleh peternakan skala besar (Akhaniyanti et al., 2018). Seekor sapi setidaknya mampu menghasilkan limbah 10 kg dan dapat menghasilkan biogas sebanyak $0,36\text{m}^3$. Jika 4 ekor sapi yang dimiliki keluarga peternak maka jumlah limbah yang dihasilkan 40 kg, dan jika limbah tersebut diolah menjadi biogas per hari akan mencapai $1,44\text{m}^3$ yang diperkirakan setara dengan 1,5 liter kebutuhan minyak tanah (Pratiwi et al., 2019; Saputro et al., 2014).

Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang memiliki jumlah kepemilikan sapi yang cukup memungkinkan dalam menghasilkan bahan baku biogas, bukan hanya sebagai energi alternatif pengganti minyak tanah atau LPG untuk kebutuhan rumah tangga, tetapi berpeluang dalam menambah penghasilan bagi peternak. Dalam hal kepemilikan sapi, rata-rata peternak di daerah ini memiliki 4-7 ekor. (BPS, 2022) mencatat wilayah ini memiliki lahan yang memadai dan populasi ternak yang tersebar di semua wilayah desa dengan jumlah populasi ternak sapi sebanyak 3.262 ekor. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah limbah ternak sapi di daerah ini berpeluang untuk menghasilkan biogas dan pupuk organik, yang diharapkan berdampak pada pendapatan peternak dari usaha tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang Provinsi Sulawesi Selatan, yang dipilih karena cukup representatif mewakili wilayah yang sedang giat memanfaatkan limbah ternak khususnya sapi menjadi biogas, terlebih wilayah ini juga dilengkapi dengan empat instalasi biogas yang cukup aktif dari total delapan instalasi yang ada. Tahap awal analisis ini adalah mengetahui dan menghitung jumlah pengeluaran oleh kelompok tani ternak dalam mengelola usaha pemanfaatan limbah ternak sapi menjadi bahan baku biogas, dengan menggunakan rumus :

$$TC = FC + VC$$

Keterangan:

TC : Total Biaya Produksi

FC : Biaya Tetap

VC : Biaya Variabel

Tahap berikut adalah melakukan perhitungan terhadap beberapa kriteria investasi yang dikutip dari Hidayati et al. (2019), yaitu :

a. *Net Present Value* (NPV)

$$\sum_{t=1}^n Bt - \frac{Ct}{(1+i)}$$

Dimana:

NPV = *Net Present Value* (Rp)

B = Manfaat (Rp/tahun)

n = Umur Produksi

t = Tahun ke-t

C = Biaya (Rp/tahun)

i = *Discount Rate* (%/tahun)

Dari perhitungan NPV yang diperoleh dapat diambil keputusan bahwa jika:

$NPV \geq 0$, maka proyek layak untuk dilaksanakan.

NPV < 0, maka proyek tidak layak untuk dijalankan
NPV = 0, maka proyek dikatakan berada dititik impas

b. *Internal Rate of Return (IRR)*

$$IRR = i + NPV' / NPV' - NPV'' (i'' - i')$$

Dimana :

IRR = *Internal Rate of Return*

i' = Tingkat suku bunga yang menghasilkan NPV positif

i'' = Tingkat suku bunga yang menghasilkan NPV negatif

NPV' = NPV yang bernilai positif

NPV'' = NPV yang bernilai negatif

Dari nilai perhitungan IRR yang diperoleh dapat diambil keputusan bahwa jika :

IRR \geq *discount rate*, maka proyek layak untuk dilaksanakan

IRR \leq *discount rate*, maka proyek tidak layak untuk dilaksanakan

c. *Benefit Cost Ratio_{Bt}*

$$Net\ B/C = \sum_{t=1}^n \frac{\frac{(1-i)^t}{Ct}}{(1-i)^t}$$

Dimana :

B = Manfaat (Rp/tahun)

N = Umur Produksi

t = Tahun ke-t

C = Biaya (Rp/tahun)

i = *Discount Rate* (%/tahun)

Jika nilai *net B/C* lebih besar dari 1, maka proyek tersebut layak untuk dilaksanakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Usaha ternak sapi memiliki beberapa produk sampingan yang dapat dimanfaatkan tidak hanya daging sebagai *output* utamanya, tetapi limbah ternak sapi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biogas, pupuk organik, dan anakan sapi yang dapat dijual. Potensi usaha ternak sapi sangat berperan dalam pengembangan energi terbarukan seperti biogas sebagai program BBN (Bahan Bakar Nabati) yang dikembangkan oleh pemerintah.

Biogas merupakan upaya pengembangan energi terbarukan seperti gas alam. Permintaan yang tinggi, sementara pasokan energi yang semakin sedikit dari tahun ke tahun menyebabkan masyarakat harus menghemat penggunaan bahan bakar minyak dan gas untuk keperluan sehari-hari. Prospek yang sangat menjanjikan terhadap pengusahaan biogas ini, disadari oleh kelompok tani ternak di Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang dengan memanfaatkan bantuan instalasi biogas di wilayah tersebut. Mereka bersama-sama mengembangkan instalasi percontohan yang menghasilkan biogas dan kini telah dimanfaatkan oleh beberapa rumahtangga dalam aktivitas pemenuhan kebutuhan keluarga. Keinginan memperluas usaha biogas untuk dapat dirasakan oleh seluruh masyarakat wilayah ini, dari level percontohan akan dikembangkan menjadi suatu bisnis, sehingga dilakukan kajian kelayakan finansial untuk mengetahui investasi yang ditanamkan dapat memberikan manfaat yang optimal.

Jumlah biogas yang diproduksi bergantung pada limbah kotoran sapi yang tersedia. Untuk diketahui, ternak sapi pada kedua instalasi di wilayah ini memiliki bobot rata-rata untuk sapi dewasa 250-400 kg dan anak sapi dengan bobot rata-rata dibawah 250 kg. Adapun potensi produksi gas per kg kotoran sapi yang dihasilkan sebagai bahan baku biogas, sesuai *Guidebook on Biogas Development* yaitu 0,023-0,040 m³ dengan nilai kesetaraan 1 m³ = 0,46 kg gas elpiji (Dharma &

Ridhuan, 2014).

Instalasi 1 memiliki 8 ekor sapi dengan total produksi limbah 170 kg/hari (diasumsikan 5.100 kg/bulan; 61.200 kg/tahun) dan potensi produksi gas per kg kotoran sapi yang dihasilkan sebagai bahan baku biogas 0,04 m³. Instalasi 2 memiliki 12 ekor sapi dengan total produksi limbah 225 kg/hari (diasumsikan 6.750 kg/bulan dan 81.000 kg/tahun). Jumlah sapi dan bobot rata-rata yang bervariasi, akan berpengaruh terhadap jumlah limbah yang akan diolah menjadi biogas.

1. *Inflow* (Aliran Kas Masuk)

Analisis arus kas masuk dipengaruhi oleh besarnya penerimaan, yang dipengaruhi oleh harga dan jumlah produksi setiap tahunnya. Besarnya penerimaan sangat bergantung oleh banyaknya limbah ternak sapi sebagai bahan baku utama biogas. Biogas yang dihasilkan digunakan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar gas sebagai pengganti elpiji pada kelompok tani ternak di Kecamatan Duampanua. Harga jual dari biogas sendiri merupakan hasil konversi dengan harga gas elpiji yang digunakan sebagai bahan bakar. Diketahui bahwa 1m³ biogas setara dengan 0,46 kg gas elpiji, sehingga harga biogas 1 m³ adalah Rp3.066 dengan asumsi harga gas elpiji 3 kg = Rp20,000.

Penerimaan biogas sendiri dihitung berdasarkan kapasitas instalasi biogas. Kelompok tani ternak di Kecamatan Duampanua memiliki kapasitas instalasi biogas masing-masing 10 m³ dan 13 m³, input utama dari instalasi biogas merupakan limbah ternak sapi yang dihitung berdasarkan rata-rata limbah yang dihasilkan oleh ternak sapi. Terdapat perbedaan limbah yang dihasilkan oleh sapi tergantung dari bobot. Perhitungan untuk limbah dilihat dari rata-rata berat badan dan bobot limbah yang dihasilkan. Sapi dengan bobot 400 kg – 500 kg dapat menghasilkan limbah 25 kg sampai 30 kg. Bobot sapi antara 200 kg – 350 kg dapat mencapai 10 kg - 20 kg per hari (Wahyuni et al., 2009).

Penerimaan dari instalasi biogas yang ada di wilayah ini dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Penerimaan Instalasi Biogas di Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang Tahun-1

Uraian	Jenis Penerimaan	Jumlah	Satuan	Harga/Satuan	Nilai	
					Perbulan	Pertahun
INST.1	Biogas	10	m ³	3.066	919.800	8.278.200
	Pupuk Padat	120	karung	25.000	3.000.000	27.000.000
INST.2	Biogas	13	m ³	3.066	1.195.740	10.761.660
	Pupuk Padat	160	karung	25.000	4.000.000	36.000.000

Sumber: Data Diolah (2022)

Data pada Tabel 1 menunjukkan penerimaan biogas pada tahun-1 dimulai dari bulan ke-4, dikarenakan pembangunan instalasi biogas memakan waktu tiga bulan. Pupuk padat sebagai hasil sampingan instalasi biogas tersebut juga dihitung mulai dari bulan ke-4. Memasuki tahun-2, biogas dan pupuk yang dihasilkan kedua instalasi di wilayah ini dihitung penuh 1 tahun atau 12 bulan. Penerimaan pada tahun ke-2 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penerimaan Instalasi Biogas di Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang Tahun-2

Uraian	Jenis Penerimaan	Jumlah	Satuan	Harga/Satuan	Nilai	
					Perbulan	Pertahun
INST.1	Biogas	10	m ³	3.066	919.800	11.037.600
	Pupuk Padat	120	karung	25.000	3.000.000	36.000.000
INST.2	Biogas	13	m ³	3.066	1.195.740	14.348.880
	Pupuk Padat	160	karung	25.000	4.000.000	48.000.000

Sumber: Data Diolah (2022)

2. *Outflow* (Aliran Kas Keluar)

Komponen *outflow* terdiri dari biaya investasi, dan biaya operasional, dan biaya tetap. Selisih antara arus kas masuk dengan arus kas keluar merupakan suatu keuntungan atau kerugian dari usaha pemanfaatan kotoran sapi sebagai bahan baku biogas di Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang.

a. Biaya Investasi

Instalasi biogas pada penelitian ini digolongkan pada usaha dengan skala kecil. Instalasi biogas di Kecamatan Duampanua merupakan bantuan pemerintah dan di bawah pengawasan Dinas Peternakan dan Perkebunan Kabupaten Pinrang. Sebagai investasi pemerintah yang dikelola kelompok tani ternak di wilayah ini, jumlah biaya investasi untuk kedua instalasi diketahui masing-masing sebesar Rp82.410.000 dan Rp75.375.000.

b. Biaya Operasional

Besaran biaya ini tergantung pada kapasitas produksi, yang terdiri dari biaya tenaga kerja dan jumlah pakan yang harus disiapkan. Untuk diketahui, pakan yang disiapkan kelompok tani ternak di lokasi penelitian ini bervariasi tergantung bobot sapi dan jumlah sapi yang ada di instalasi. Pakan yang umumnya menjadi makanan wajib adalah rumput gajah dan jerami yang difermentasi sebagai bahan penyusun konsentrat yang merupakan sumber energi bagi ternak ruminansia (Wibawa et al., 2014). Ketersediaan pakan tersebut cukup banyak dengan harga yang sangat terjangkau. Kecukupan energi sangat penting untuk kebutuhan hidup pokok dan produktivitas ternak, namun pemberiannya harus tetap berimbang dengan nutrisi yang lain seperti protein dan mineral (Huda et al., 2018).

Umumnya biaya operasional untuk biogas pada tahun pertama berbeda, untuk tahun selanjutnya diasumsikan konstan sesuai kapasitas instalasi biogas. Komponen biaya operasional dalam usaha ini adalah insentif tenaga kerja dan biaya pakan sapi. Meski hanya dua orang yang bekerja dan diberi insentif namun tenaga kerja di kedua instalasi tersebut juga dibantu oleh anggota lain dari kelompok tani ternak yang juga digilir tanpa upah dan hanya menerima manfaat dari usaha ini berupa aliran biogas ke rumah mereka. Rata-rata biaya operasional yang dikeluarkan oleh kelompok tani ternak dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata Biaya Operasional Instalasi Biogas di Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang

Jenis Biaya	Instalasi 1 (Rp)	Instalasi 2 (Rp)
Insentif Tenaga Kerja	7.200.000	7.200.000
Pakan (rumput+konsentrat+obat2an)	8.100.000	10.800.000
Total	15.300.000	18.000.000

Sumber: Data Diolah (2022)

Biaya operasional pada tahun-1 untuk instalasi 1 mencapai Rp15.300.000 sedangkan instalasi 2 Rp18.000.000. Insentif tenaga kerja per orang adalah Rp10.000/hari dengan jumlah tenaga yang dipakai masing-masing 2 orang. Menurut responden pengelola, pakan ternak di kedua instalasi tersebut pada awalnya dibeli dengan campuran jerami dan konsentrat termasuk obat-obatan. Setelah melewati tahun-1, pengelola mengusahakan sendiri rumput dan jerami sehingga biaya operasional di tahun berikut cenderung menurun. Pada awal biaya untuk pakan di instalasi 1 sebesar Rp8.100.000 namun di tahun-2 biaya pakan menjadi Rp4.050.000. Sementara di instalasi 2 biaya pakan di tahun-2 hanya setengah dari biaya awal, dari Rp10.800.000 menjadi Rp5.400.000.

Instalasi biogas 1 diketahui membutuhkan pakan lebih kurang 150 kg per hari untuk 8 ekor sapi dengan harga Rp150,-/kg sehingga dalam setahun biaya yang dikeluarkan Rp8.100.000. Sedangkan Instalasi biogas 2 diketahui membutuhkan pakan lebih kurang 200 kg per hari untuk 12 ekor sapi dengan harga Rp150,-/kg sehingga dalam setahun biaya yang dikeluarkan Rp10.800.000. Perbedaan biaya pakan tersebut terkait jumlah sapi dan bobot rata-rata sapi di kedua instalasi juga berbeda.

c. Biaya Tetap

Biaya tetap yang dimasukkan dalam penelitian ini adalah biaya yang digunakan dalam usaha ini, seperti listrik dan pajak. Besaran biaya yang harus dikeluarkan oleh kelompok tani ternak selaku pengelola kedua instalasi biogas tersebut sebesar Rp1.228.000. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-Rata Biaya Tetap Instalasi Biogas di Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang

Jenis Biaya	Instalasi 1	Instalasi 2
Pajak (Rp/tahun)	28.000	28.000
Listrik (Rp/tahun)	1.200.000	1.200.000
Jumlah	1.228.000	1.228.000

d. Kriteria Kelayakan Investasi

Kriteria penilaian investasi dilakukan dengan tiga kriteria yaitu NPV, IRR, dan Net B/C. Hasil perhitungan kelayakan investasi ini diperoleh dari hasil pengurangan komponen outflow terhadap inflow. Komponen inflow terdiri dari penerimaan produksi biogas dan pupuk padat, sedangkan Komponen outflow terdiri dari biaya investasi, biaya operasional, dan biaya tetap. Hasil perhitungan kriteria kelayakan investasi pada kedua instalasi biogas di Kecamatan Duampanua dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Kriteria Kelayakan Investasi Kedua Instalasi Biogas Di Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang

Kriteria	Instalasi 1	Instalasi 2
NPV	105512509,5	185127000,1
IRR	39,93	43,25
Net B/C	1,13	1,69

Pada instalasi 1, NPV bernilai 105512509,5 artinya bahwa usaha pemanfaatan limbah ternak sapi sebagai bahan baku biogas menurut nilai sekarang akan menghasilkan keuntungan sebesar Rp105.512.509,- dalam jangka waktu 10 tahun. Nilai IRR usaha tersebut 39,93% sehingga dinyatakan layak karena IRR lebih besar dari tingkat diskonto yang telah ditentukan. Net B/C bernilai lebih besar daripada satu yaitu 1,13 artinya bahwa setiap nilai pengeluaran sekarang sebesar Rp1.00 akan memberikan manfaat bersih sebesar Rp1.13. Hal yang sama pada instalasi 2 menunjukkan kelayakan bagi usaha pemanfaatan limbah ternak sapi menjadi bahan baku biogas untuk Kecamatan Duampanua layak untuk dilaksanakan, dilanjutkan dan dikembangkan. Hal ini sesuai dengan pendapat (Mandasari et al., 2016) bahwa jika nilai NPV lebih besar atau sama dengan 0, nilai IRR lebih besar atau sama dengan *discount rate*, dan nilai *net B/C* lebih besar dari 1, maka proyek tersebut layak untuk dilaksanakan.

KESIMPULAN

Usaha pemanfaatan limbah kotoran sapi menjadi bahan baku biogas di Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang layak untuk dilaksanakan, dilanjutkan dan dikembangkan. Nilai NPV, IRR, dan Net B/C yang diperoleh masing-masing dari kedua instalasi yang ada memenuhi kriteria kelayakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhnaniyanti, Dangnga, M.S., Halimah, A.S. & Hikmawaty. Kelayakan Aspek Lingkungan Usaha Pemanfaatan Limbah Ternak Menjadi Biogas. 2018. *Agrovital* 3(1) : 37-40
- BPS. 2022. *Kecamatan Duampanua Dalam Angka*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Pinrang. <https://pinrangkab.bps.go.id/publication/2022/02/25/8f0bd703335b64a4a20fa1f5/kabupaten-pinrang-dalam-angka-2022.html>
- Darma, U.S. dan Ridhuan. 2014. Kajian Potensi Sumber Energi Biogas dari Kotoran Ternak Untuk Bahan Bakar Alternatif di Kecamatan Kalirejo Kabupaten Lampung Tengah. *Jurnal Turbo* 3(2) : 34-41
- Dewi, R.P. & Kholik, M. 2018. Kajian Potensi Pemanfaatan Biogas Sebagai Salah Satu Sumber Energi Alternatif Di Wilayah Magelang. *Journal of Mechanical Engineering* 2(1) : 8-14
- Febriyani. 2021. Instalasi Biogas Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Limbah Kotoran Sapi Sebagai Bahan Baku. *Prosiding SNIP Vol.1 No.1 2021 Program Studi Program Profesi Insinyur - Universitas Lampung*

- Hidayati, S., Utomo, T.P., Suroso, E. & Maktub, Z.A. 2019. Analisis Potensi dan Kelayakan Finansial pada Agroindustri Biogas Menggunakan Covered Lagoon Anaerobic Reactor Termodifikasi. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri* 8(3) : 218-226
- Huda, A.N., Mashudi, Kuswati, Trinil Susilawati, Sri Wahyuningsih, Nurul Isnaini, Aulia Puspita A. Y. & Awang Tri Satria. 2018. Evaluasi Kecukupan Nutrisi Induk Sapi Potong Di Desa Leran Wetan Dan Leran Kulon Kecamatan Palang Kabupaten Tuban. *Journal of Tropical Animal Production* 19(2) : 111-119
- Indriyani, N., Heremba, S., Agustian, I., Salim, M., Ma'arif, S., Resky, I. & Panjaitan, T. 2022. Pemanfaatan Kotoran Ternak Sebagai Biogas Dan Pupuk Organik Di Desa Klasmek. *Jurnal Abdimasa* 5(1) : 69-74
- Mandasari, M., Yusmini & Tety, E. 2016. Analisis Kelayakan Finansial Pemanfaatan Limbah dari Kotoran Sapi untuk Menghasilkan Biogas. *Fakultas Pertanian Universitas Riau JOM* 3(2) : 1-11
- Mangalisu, A., Armayanti, A.K., Syamsuryadi, B., Fattah, A.K., Khaeruddin. 2022. Pemanfaatan Limbah Ternak Sapi sebagai Pupuk Organik untuk Mengurangi Penggunaan Pupuk Kimia. *Media Kontak Tani Ternak* 4(1):14-20
- Muis, L., Gusti, D.R., Yanova, S. 2023. Pemanfaatan Reaktor Biogas Dari Limbah Organik Sebagai Bahan Bakar Alternatif di Pasar Rakyat Aurduri Kelurahan Kenali Besar kecamatan Alam Barajo Jambi. *JPM Pinang Masak* 4(1) : 1-8
- Pratiwi, I., Permatasari, R. & Homza, O.F. 2019. Pemanfaatan Limbah Kotoran Ternak Sapi Dengan Reaktor Biogas Di Kabupaten Ogan Ilir. *Ikraith Abdimas* 2(3) : 1-10
- Putra, L.E.S., Sari, K.E., Meidiana, C. 2020. Pemanfaatan limbah Kotoran Ternak Menjadi Energi Alternatif Biogas Skala Rumah Tangga Dusun Ganggsan. *Planning for Urban Region and Environment* 9(2) : 131-138
- Putri, R.E., Andasuryani & Pertiwi, I. 2019. Studi Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Biogas di Nagari Air Tajun Kecamatan Lubuk Alung Kabupaten Padang Pariaman. *Jurnal Dampak* 16(01) : 26-30
- Santoso, A., Sumari, Marfuah, S., Muntholib & Retnosari, R. 2020. Pemanfaatan Limbah Sapi Perah Untuk Biogas Sebagai Energi Terbarukan Pada Kelompok Peternak. *Jurnal Graha Pengabdian* 2(2) : 114-123
- Saputro, D.D., Wijaya, B.R. & Wijayanti, Y. 2014. Pengelolaan Limbah Peternakan Sapi Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Pada Kelompok Ternak Patra Sutura. *Jurnal Rekayasa* 12(2) : 91-98
- Wahyuni, Sri., Suryahadi, Amiruddin Saleh. 2009. Analisis Kelayakan Pengembangan Biogas Sebagai Energi Alternatif Berbasis Individu Dan Kelompok Peternak. *Manajemen IKM* 4(2) : 217-224
- Wardana, L.A., Nizar Lukman, Mukmin, Muhibban Sahbandi, Mario Sakti Bakti, Deninta Wasim Amalia, Ni Putu Ayu Wulandari, Diana Afrianita Sari, Cornelius Sopar Nababan. 2021. Pemanfaatan Limbah Organik (Kotoran Sapi) Menjadi Biogas dan Pupuk Kompos. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA* 4(1) : 201-207
- Wibawa. I M. S. P., N. N. Suryani., dan A. A. A. Sri Trisnadewi. 2014. Neraca Energi Kambing Peranakan Etawah (PE) Yang Diberi Ransum Mengandung Hijauan Dengan Level Konsentrat Berbeda. *Jurnal Peternakan Tropika* 2(3) : 389-401
- Yuniarti, Sulaiman, B., Ichtiarizak, A.M. 2020. Pengolahan Sampah Pasar dan Restoran Dengan Menggunakan Reaktor Batch. *Petrogas* 2(1) : 16-27