

ANALISIS KELAYAKAN PEMBUATAN INSTALASI BIOGAS SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF DI RANJOK LOMBOK BARAT

Muhammad Sahbudin¹, Haris Mawardi^{2*}, Rina Puji Lestari³

1. Muhammad Sahbudin,
Politeknik LPP Yogyakarta
2. Haris Mawardi, Institut
Pertanian STIPER
(INSTIPER) Yogyakarta
3. Rina Puji Lestari,
Politeknik LPP Yogyakarta
4. Email korespondensi:
harismawardi@instiperjogja.ac.id

ABSTRACT

The constantly increasing demand for energy, especially in rural areas, encourages the utilization of eco-friendly, renewable alternative energy sources like biogas, which is produced from livestock manure. This study aims to assess the financial feasibility of a small-scale biogas installation for farmer groups, covering investment, operational costs, and economic benefits. The financial analysis results show that despite an initial project investment of Rp 27,165,000.00, the project is proven to be highly profitable. A large positive Net Present Value (NPV) of Rp 19.635.000,00 and a rapid Payback Period achieved in Year 3 indicate strong investment viability. This feasibility is further supported by a Net B/C Ratio of 1.09 and a very high Internal Rate of Return (IRR) of 21%. This IRR value significantly exceeds the discount rate used, demonstrating an excellent level of profitability. In addition to superior financial feasibility, biogas also provides a positive environmental impact, with the potential to reduce greenhouse gas emissions and support efficient organic waste management. This biogas installation project is highly recommended as it offers strong economic returns and a significant contribution to environmental sustainability.

Keywords: biogas; feasibility analysis; renewable energy.

ABSTRAK

Kebutuhan energi yang terus meningkat, terutama di pedesaan, mendorong pemanfaatan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan seperti biogas,

yang dihasilkan dari kotoran hewan ternak. Penelitian ini bertujuan mengkaji kelayakan finansial instalasi biogas skala kelompok peternak, meliputi investasi, biaya operasional, dan manfaat ekonomi. Hasil analisis finansial menunjukkan bahwa meskipun investasi awal proyek sebesar Rp 27.165.000,00, proyek ini terbukti sangat menguntungkan. Nilai Net Present Value (NPV) positif sebesar Rp 19.635.000,00 dan Waktu Pengembalian Investasi (Payback Period) yang cepat pada Tahun ke-3 mengindikasikan kelayakan investasi yang kuat. Kelayakan ini diperkuat oleh nilai Net B/C Ratio sebesar 1,09 dan Internal Rate of Return (IRR) yang sangat tinggi, yaitu 21%. Nilai IRR ini jauh melampaui tingkat diskonto yang digunakan, menunjukkan tingkat profitabilitas yang unggul. Selain kelayakan finansial, biogas juga memberikan dampak positif lingkungan, yaitu berpotensi mengurangi emisi gas rumah kaca dan mendukung pengelolaan limbah organik secara efisien. Proyek instalasi biogas ini direkomendasikan karena menawarkan manfaat ekonomi yang kuat dan kontribusi signifikan terhadap keberlanjutan lingkungan.

Kata Kunci: Analisis kelayakan; biogas; energi terbarukan

PENDAHULUAN

Energi merupakan aspek penting dalam kehidupan, dan kebutuhan energi meningkat seiring pertumbuhan penduduk (Afrian et al., 2017). Namun, ketersediaan energi fosil semakin menipis, memicu potensi krisis energi yang berdampak pada kenaikan harga BBM dan LPG, terutama bagi masyarakat pedesaan (Naimah et al., 2022). Di Lombok Barat, harga LPG 3 kg telah mencapai Rp25.000–Rp30.000 per tabung, bahkan lebih tinggi di wilayah sulit dijangkau, sehingga menambah beban masyarakat (Lestari et al., 2025). Kondisi ini diperparah oleh fluktuasi harga dan kelangkaan LPG yang sering terjadi (Ma'ruf et al., 2022).

Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan sumber energi alternatif yang murah, ramah lingkungan, dan mudah diperoleh. Biogas merupakan salah satu pilihan potensial karena dapat dihasilkan dari bahan organik seperti kotoran ternak dengan komposisi utama metana 55–70% dan karbondioksida 35–40% (Jameel et al., 2024). Teknologi biodigester jenis *fixed-dome* juga telah terbukti efektif untuk skala kelompok ternak di pedesaan Indonesia (Alfa & Endar, 2025). Proses pembuatannya sederhana, yaitu memasukkan kotoran ternak ke dalam digester anaerob hingga menghasilkan biogas yang dapat digunakan untuk kebutuhan energi rumah tangga (Vilino et al., 2022).

Selain energi bersih, biodigester menghasilkan pupuk organik bermutu yang bermanfaat bagi pertanian berkelanjutan. Di Desa Ranjok, Lombok Barat, mayoritas masyarakat bekerja sebagai peternak sapi dan petani (Badan Pusat Statistik Kabupaten Lombok Barat, 2024). Namun, limbah kotoran ternak belum dimanfaatkan sebagai biogas, sehingga berpotensi merugikan lingkungan dan menghambat peluang peningkatan ekonomi.

Namun demikian, pengembangan instalasi biogas sebagai energi alternatif perlu ditelaah lebih lanjut apakah layak atau tidak dalam penerapan skala kelompok peternak. Analisis finansial digunakan untuk melihat bagaimana investasi yang ditanamkan terhadap biaya yang telah dikeluarkan, sehingga dapat memberikan manfaat kepada peternak, baik manfaat finansial dan manfaat-manfaat lainnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di kelompok ternak sapi desa Ranjok, Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat dengan mengumpulkan data primer dan sekunder sebagai berikut:

1. Data primer yaitu data wawancara peternak sapi dan pengambilan data langsung di Lokasi proyek pembuatan instalasi biogas Desa Ranjok Lombok barat
2. Data sekunder diperoleh melalui studi pustaka dan dokumen berupa catatan-catatan yang berkaitan dengan penelitian ini, serta dari instansi terkait.

Analisis kelayakan dianalisis dalam beberapa aspek: Analisis SWOT, Pasar dan Pemasaran, Teknik dan Teknologi, Ekonomi dan Finansial, dan Lingkungan. Secara finansial, aspek penilaian kelayakan proyek dilihat melalui nilai *Net Present Value* (NPV), *Net Benefit-Cost Rasio* (Net B/C) dan *Internal Rate of Return* (IRR) (Muara et al., 2022).

1. *Net Present Value* (NPV)

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + i)^t}$$

2. *Net Benefit-Cost Rasio* (Net B/C)

$$NET \frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t^{(+)}}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t^{(-)}}{(1+i)^t}}$$

3. Internal Rate or Return (IRR)

$$IRR = i_1 + \left[\frac{NPV1}{NPV1 - NPV2} \right] \times (i_2 - i_1)$$

Keterangan:

B_t = Manfaat yang diperoleh tiap bulan

C_t = Biaya yang dikeluarkan tiap bulan

i = Tingkat bunga

t = 1, 2,, n

n = Jumlah tahun

$NPV1$ = NPV yang bernilai positif

$NPV2$ = NPV yang bernilai negatif

i_1 = Tingkat bunga yang menghasilkan NPV1

i_2 = Tingkat bunga yang menghasilkan NPV2

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis SWOT

Berdasarkan hasil pengamatan dapat diidentifikasi strategis yaitu kekuatan dan kelemahan pengembangan biogas, serta faktor-faktor eksternal yaitu peluang dan ancaman kemudian faktor-faktor tersebut dianalisis dengan matriks analisis SWOT yang outputnya strategi SO, WO, ST dan WT yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1 Analisis SWOT

Faktor Internal Faktor Eksternal	Kekuatan (S)	Kelemahan (W)
	<ul style="list-style-type: none"> • S1 Mutu produk baik • S2 Kontinuitas sebagai sumber energi • S3 Harga lebih murah dibandingkan BBM lain • S4 Dapat mengurangi pencemaran lingkungan • S5 Besarnya dukungan pemerintah 	<ul style="list-style-type: none"> • W1 Belum memasyarakat/kurang sosialisasi • W2 SDM terampil masih kurang • W3 keterbatasan modal • W4 Pemasaran belum optimal • W5 pemeliharaan ternak masih <i>ekstensif</i>
Peluang (O)	Strategi S-O	Strategi W-O
<ul style="list-style-type: none"> • O1 Dapat mengganti energi dari sumber lain • O2 mengurangi ketergantungan terhadap pupuk non-organik • O3 Meningkatkan pendapatan masyarakat • O4 Dapat mendorong berkembangnya sektor Peternakan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meningkatkan produktivitas (O1,O2,O4; S1, S2 2. Memperluas jaringan pemasaran 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memanfaatkan jasa perbankan untuk pengembangan usaha (O1,O4; W3,W5) 2. Meningkatkan pengetahuan manajemen usaha (O3,O4; W2,W3,W5)
Ancaman (T)	Strategi S-T	Strategi W-T
<ul style="list-style-type: none"> • T1 Sikap masyarakat kurang peduli • T2 Menurunnya populasi ternak • T3 Kandang koloni jauh dari pemukiman • T4 Adanya produk pengganti 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mempertahankan dan menjaga mutu produk yang dihasilkan (T2,T3; S1,S2,S4) 2. Penguatan anggota peternak dengan kelompok (T1,T2,T3; S1,S3,S5) 3. S1,S3,S5) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memasyarakatkan biogas sebagai energi alternatif (T1,T4;W1,W4) 2. Meningkatkan teknologi produksi dan mutu produk 3. (T2,T3, T4; W2,W3,W5)

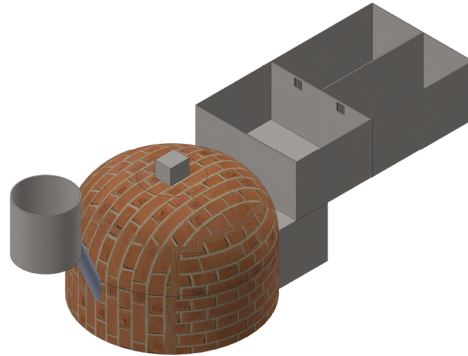
Analisis SWOT menunjukkan proyek biogas memiliki kekuatan berupa mutu produk yang baik, kontinuitas pasokan energi, harga relatif murah, dan dukungan pemerintah. Namun, terdapat kelemahan dalam sosialisasi, keterbatasan SDM terampil dan modal, serta pemasaran yang belum optimal. Peluang muncul dari potensi pengurangan ketergantungan energi fosil, pengembangan sektor peternakan, dan peningkatan pendapatan melalui pupuk organik.

Untuk menghadapi ancaman (seperti rendahnya kesadaran masyarakat dan produk pengganti), diperlukan strategi yang sinergis. Strategi utama berfokus pada peningkatan produktivitas dan perluasan jaringan pemasaran pupuk organik cair dan padat untuk meningkatkan nilai ekonomi proyek. Keterbatasan modal dapat diatasi dengan memanfaatkan skema Kredit Usaha Rakyat (KUR) atau program pembiayaan hijau perbankan, yang mendukung ekonomi sirkular (Pratama & Firmansyah, 2024). Selain itu, pemberian pelatihan pemasaran produk pertanian organik juga penting untuk meningkatkan daya saing (Sukmayanti et al., 2015).

B. Aspek Pasar dan Pemasaran

Segmentasi pasar dari produk biogas dan pupuk organik merupakan warga sekitar, peternak dan petani itu sendiri. Gas yang dihasilkan dari instalasi ini dijual dengan harga yang lebih murah dibandingkan LPG (Sugiyono et al., 2019) untuk dimanfaatkan oleh rumah tangga, petani dan peternak. Sementara itu, pupuk organik sendiri memiliki pasar yang prospek karena masyarakat mulai sadar akan pentingnya pertanian organik yang menggunakan produk yang ramah lingkungan, sehat, segar dan alamiah termasuk pada proses budidaya yang menggunakan pupuk organik. Pupuk organik sendiri akan menghasilkan dua produk yaitu pupuk organik cair dan padat yang bisa dijual dalam satuan liter dan per kilogramnya (Basirun & Muanah, 2021).

C. Aspek Teknik Dan Teknologi



Gambar 1 Rancangan dan proses pembuatan digester tipe *fixed dome*

source: dokumentasi penulis

Instalasi biogas pada umumnya memiliki beberapa jenis namun tipe yang akan dibuat yaitu fixed dome yang berdiameter 6 m³. Pemilihan tipe digester fixed dome dengan kapasitas 6 m³ dinilai tepat untuk skala kelompok ternak. Studi oleh (Alfa & Endar, 2025) menunjukkan bahwa tipe ini memiliki keunggulan dalam biaya konstruksi yang lebih rendah dan umur pakai yang panjang dibandingkan tipe *floating drum* untuk kapasitas serupa.

D. Aspek Ekonomi Dan Finansial

Pada program pengembangan biogas, biaya investasi dikeluarkan pada awal proyek secara keseluruhan. Umur ekonomis dari instalasi biogas adalah 25 tahun (Widodo et al., 2006). Hal ini dilihat dari kondisi bangunan dan peralatan yang dipakai diperkirakan dapat bertahan 25 tahun. Biaya investasi instalasi biogas terdiri dari pengadaan lahan, bahan, peralatan dan biaya tenaga kerja ahli. Berikut rincian investasi dari instalasi biogas.

Tabel 2 Biaya Investasi

No Pengeluaran	Volum e	Satuan	Harga satuan	Total
A. PENGADAAN LAHAN				
1 Pengadaan lahan	1	20 m ²	500.000	10.000.000
B. BAHAN				
1 Bata	2.500	Buah	1.200	3.000.000
2 Pasir pasang	2	Dam	1.500.000	3.000.000
3 Krikil pecah	0,4	Dam	2.000.000	2.000.000
4 Semen PC 50 kg	25	Zak	75.000	1.875.000
5 Besi beton 8 mm	10	Lonjor	50.000	500.000
6 Kawat ikat	2	Kg	50.000	100.000
7 Cat acrylic emulsion	3	kaleng	150.000	450.000
Sub total				10.925.000
C. PERALATAN				
1 Pipa gas utama	1	Unit	700.000	700.000
2 Accessories perpipaan	1	Paket	300.000	300.000
3 Pipa PVC ½ AW	10	Lonjor	30.000	300.000
4 Waterdrain	1	Buah	300.000	300.000
5 Gas tap	1	Buah	150.000	150.000
6 Kaptor biogas 2 tungku	1	Buah	600.000	600.000
7 Cangkul	5	Buah	175.000	875.000
8 Sekop	5	Buah	175.000	875.000
9 Selang pembuangan CO ₂	50	Meter	10.000	500.000
10 Selang kompor + acc	1	Meter	150.000	150.000
11 Selotif Teflon	3	Buah	15.000	45.000
12 Pipa PVC 4 inchi AW	5	Lonjor	325.000	1.625.000
13 Manometer	1	Buah	200.000	200.000
14 Triplek 6 mm	3	Buah	80.000	240.000
15 Paku SQ 2	2	Kg	40.000	80.000
16 Paku SQ 3	2	Kg	40.000	80.000
17 Knee 4 inchi pembelian pertama	10	Buah	17.000	170.000
18 Cetakan kubah	1	Ls	300.000	300.000
19 Besi beton	5	Ljr	65.000	325.000
20 Pipa 4 inchi pembelian	2	Ljr	160.000	320.000
Sub total				8.740.000

source: data primer

Digester 6m³ membutuhkan kotoran hewan dan air dengan perbandingan umum 1:1 (Bulkaini et al., 2017), sehingga didapatkan massa kotoran sapi yang harus dimasukkan adalah 225 kg/hari. Biaya operasional untuk satu digester disajikan dalam tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3 Biaya Operasional perbulan

No	Keterangan	Jumlah	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Biaya Tetap	Listrik	/bulan	500.000	500.000
		Penyusutan	%/Tahun	5	1.500.000
		Sub total			2.000.000
2	Biaya Variabel	Perawatan	/bulan	200.000	200.000
		Tenaga kerja	/bulan	1.500.000	1.500.000
		Bahan Baku (Kotoran Hewan)	225 kg/bulan	1.000	6.750.000
		Sub total			1.700.000

source: data primer

Proses fermentasi kotoran hewan menjadi biogas membutuhkan waktu 1 minggu untuk fermentasi awal (Naimah et al., 2022), setelah itu dapat dilakukan secara kontinyu. Digester tersebut mampu menghasilkan 3-5 m³ biogas per hari dan dengan 10% volume digester atau sebesar 0,6 m³ adalah *slurry* yang digunakan untuk membuat pupuk padat (30% dari *slurry*) dan cair (70% dari *slurry*).

Tabel 4 Benefit/Keuntungan perhari

No	Hasil	Volume rata-rata	Konversi unit	Jumlah	Harga (Rp)	Benefit (Rp/hari)
1	Biogas	4 m ³ /hari	1,2 kg/m ³	4,8 kg/hari	5.000/kg	24.000
2	Pupuk Cair	0,42 m ³ /hari	1000 liter/m ³	420 liter/hari	500/liter	210.000
3	Pupuk Padat	0,18 m ³ /hari	500 kg/m ³	90 kg/hari	1000/kg	90.000
Sub total						324.000

source: data primer

Berdasarkan Tabel 4, total benefit dari penjualan biogas, pupuk cair, dan pupuk padat mencapai Rp 333.600 per hari atau Rp 121.764.000,00 per tahun. Nilai ini kemudian dikurangi dengan total biaya operasional tahunan untuk memperoleh arus kas bersih, yang selanjutnya digunakan dalam perhitungan Net Present Value (NPV) pada Tabel 5.

Tabel 5 Perhitungan NPV dari usaha pembuatan biogas

Tahun	Investasi	Cost		Benefit
		Tetap	Variabel	
0	Rp 27.165.000			
1		Rp 7.500.000	Rp 101.400.000	Rp 118.260.000
2		Rp 7.500.000	Rp 101.400.000	Rp 118.260.000
3		Rp 7.500.000	Rp 101.400.000	Rp 118.260.000
4		Rp 7.500.000	Rp 101.400.000	Rp 118.260.000
5		Rp 7.500.000	Rp 101.400.000	Rp 118.260.000

Lanjutan Tabel 6 Perhitungan NPV dari usaha pembuatan biogas

B-C	DF	NPV	NPV Cumulative
			-Rp 27.165.000
Rp 9.360.000	0,95	Rp 8.914.285,71	-Rp 17.805.000
Rp 9.360.000	0,91	Rp 8.489.795,92	-Rp 8.445.000
Rp 9.360.000	0,86	Rp 8.085.519,92	Rp 915.000
Rp 9.360.000	0,82	Rp 7.700.495,16	Rp 10.275.000
Rp 9.360.000	0,78	Rp 7.333.804,92	Rp 19.635.000

source: data primer

Analisis kelayakan finansial menunjukkan proyek biogas menghasilkan manfaat ekonomi Rp 118.260.000,00 per tahun sehingga nilai bersih manfaat (B-C) tetap sebesar Rp 9.360.000,00 selama Tahun 1–5. Dengan tingkat diskonto sekitar 5%, nilai NPV bersih kumulatif berubah positif pada Tahun ke-3, menandakan Payback Period tercapai, dan pada Tahun ke-5 NPV total mencapai Rp 19.635.000,00 yang menunjukkan kelayakan finansial proyek (Sapna et al., 2025). Nilai Net B/C sebesar 1,09 juga menunjukkan bahwa setiap Rp 1 biaya mampu menghasilkan manfaat Rp 1,09, sehingga usaha biogas dan produk sampingannya layak dikembangkan (Muara et al., 2022). Selaras dengan itu, IRR proyek mencapai 21%, jauh melampaui tingkat diskonto dan batas minimal pengembalian investor, sehingga proyek instalasi biogas ini dinyatakan sangat layak dan memberikan profitabilitas tinggi (Huang et al., 2022).

E. Aspek Lingkungan

Penggunaan biogas dari limbah kotoran sapi berperan penting dalam pengurangan emisi gas rumah kaca karena proses anaerobik

dalam digester mencegah pelepasan metana ke atmosfer sekaligus menggantikan penggunaan bahan bakar fosil (Surendra et al., 2014). Selain menurunkan emisi CH₄ dan CO₂, pemanfaatan biogas juga mendukung pengelolaan limbah organik yang lebih efisien, menghasilkan pupuk organik bernutrisi, mengurangi risiko pencemaran air akibat limbah ternak, serta membantu diversifikasi sumber energi bagi masyarakat yang masih bergantung pada bahan bakar fosil.

KESIMPULAN

Proyek instalasi biogas di Ranjok Lombok Barat sangat layak dikembangkan. Dengan investasi awal Rp 27.165.000, proyek mampu kembali modal pada tahun ke-3. Indikator finansialnya kuat, ditunjukkan oleh NPV kumulatif positif Rp 19.635.000, Net B/C 1,09, dan IRR 21%. Selain memberikan keuntungan finansial, proyek ini juga bermanfaat bagi lingkungan karena mengurangi emisi gas rumah kaca dan mengelola limbah kotoran sapi secara efektif, serta memiliki peluang pasar yang baik untuk pupuk organik.

SARAN

Kelompok peternak harus fokus pada perluasan jaringan pemasaran pupuk organik untuk optimalisasi laba, didukung dengan pelatihan teknis untuk menjamin keberlanjutan operasi.

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), 23–30.

Alfa, S., & Endar, S. (2025). Perencanaan Sistem Pengelolaan

Limbah Kandang Ternak di Permukiman Padat untuk Mengurangi Beban Pencemaran Sungai: Studi Kasus pada Kandang Transit UD . Segar Farm , Yogyakarta. *Journal of Civil Engineering and Sustainable Infrastructure*, 02(01), 66–73.

<https://doi.org/https://doi.org/10.21831/center.v2i1.1963>

Badan Pusat Statistik Kabupaten Lombok Barat. (2024). *Statistik Ketenagakerjaan Kabupaten Lombok Barat 2024*.

Basirun, & Muanah. (2021). Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Berbahan Bioslurry Di Dusun Tebao Lombok Barat. *Jurnal Agro Dedikasi Masyarakat*, 2(1), 22–26.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31764/jadm.v2i1.4398>

Bulkaini, Arman, C., Muhzi, & Mastur. (2017). Pemanfaatan Biogas Dari Kotoran Sapi Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Abdi Insani Unram*, 4(2), 132–137.

Huang, J., Tong, J., Wang, P., & Zheng, X. (2022). *Application and Comparison of NPV and IRR Methods in the Company Investment Decision*. 211(Icfied), 71–78.

Jameel, M. K., Mustafa, M. A., Ahmed, H. S., Mohammed, A., Ghazy, H., Shakir, M. N., Lawas, A. M., Mohammed, S., Idan, A. H., Mahmoud, Z. H., Sayadi, H., & Kianfar, E. (2024). Biogas : Production , Properties , Applications , Economic and Challenges : A. *Results in Chemistry*, May, 101549.
<https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101549>

Lestari, M., Adhim, C., & Marlina, L. (2025). Dampak Kenaikan Harga , Kebutuhan , Kelangkaan Gas LPG 3kg Terhadap Keputusan Pembelian Masyarakat. *Paradox: Jurnal Ilmu Ekonomi*, 8(1), 662–676.
<https://doi.org/https://doi.org/10.57178/paradoks.v8i1.1302>

Ma'ruf, M. I., Kamaruddin, C. A., & Pancarany, D. A. (2022). Analisis komparasi penggunaan elpiji dan biogas terhadap peningkatan keuntungan industri dangke di kabupaten enrekang. *Jurnal Agribisnis*, 24(2), 219–226.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31849/agr.v24i2.8636>

Muara, D. I., Pada, B., & Pandemi, M. (2022). Analisis Studi

Kelayakan Bisnis Dilihat Dari Aspek Finansial Pada PT. Belayan International Coal Di Muara Badak Pada Masa Pandemi Covid-19. *JEMI*, 22(1), 1–15.

Naimah, K., Zen, M. R., Arirohman, I. D., Fahmi, A. G., Handayani, K. Y., Khanafi, M., Hadi, F. S., & Julio, A. (2022). *Produksi dan Manajemen Energi Biogas dari Kotoran Sapi sebagai Pengganti LPG di Kampung Totokaton , Lampung Tengah*. 2(6), 1923–1932.

Pratama, B. A., & Firmansyah, A. (2024). Pembiayaan Hijau: Akselerasi Pembangunan Berkelanjutan Demi Mencapai Net Zero Emission. *Journal of Law, Administration, and Social Science*, 4(1), 150–160.
<https://doi.org/10.54957/jolas.v4i1.743>

Sapna, S., Ramadhan, I. C., & Margana, R. R. (2025). Analisis Kelayakan Investasi Mesin Menggunakan Metode NPV, IRR, Dan Payback Period Di Salah Satu Umkm Pabrik Roti Di Bandung. *Jurnal Industri Inovatif*, 15(1), 51–58.
<https://doi.org/10.36040/industri.v15i1.11667>

Sugiyono, A., Juwita, A. R., Hastuti, Z. D., & Fitriana, I. (2019). Kajian Tekno Ekonomi Upgrading Biogas Berbasis POME Dengan Teknologi Water Scrubber. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 4(1), 61–68.
<https://doi.org/10.31544/jtera.v4.i1.2019.61-68>

Sukmayanti, L. P. D., Susrusa, K. B., & Parining, N. (2015). Strategi Pemasaran Pupuk Organik PT Biotek Indonesia Hijau Untuk meningkatkan Kinerja Perusahaan. *E-Jurnal Agribisnis Dan Agrowisata*, 4(2), 75–85.

Surendra, K. C., Takara, D., Hashimoto, A. G., & Kumar, S. (2014). Biogas as a sustainable energy source for developing countries: Opportunities and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 846–859.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.12.015>

Vilino, P., Sinaga, H., Suanggana, D., Haryono, H. D., Studi, P., & Mesin, T. (2022). *Analisis produksi biogas sebagai energi alternatif pada kompor biogas menggunakan campuran kotoran sapi dan ampas tahu*. 8, 61–69.

Widodo, T. W., Asari, A., Ana, N., & Elita, R. (2006). Rekayasa Dan Pengujian Reaktor Biogas Skala Kelompok Tani Ternak. *Jurnal Enjiniring Pertanian*, 4(1), 41–52.