

## Pembuatan Biogas dari Kotoran Sapi Skala Rumahan di Dusun Tangkor, Desa Labang Kecamatan Sreseh, Kabupaten Sampang

Moh. Arif Batutah<sup>1,\*</sup>, Moh. Hasan Iraqi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya  
Jl Raya Sutorejo No 59, Surabaya, Jawa Timur, **Indonesia**

Corresponding Author: [arifbatutah@ft.um-surabaya.ac.id](mailto:arifbatutah@ft.um-surabaya.ac.id)<sup>1,\*</sup>

### Article History:

Received: 3 March 2025

Revised: 22 January 2026

Accepted: 23 January 2026

**Keywords:** Biogas, Cow  
Dung, Tangkor - Sampang

**Kata Kunci:** Biogas, kotoran  
sapi, Tangkor - Sampang

**Abstract:** *Tangkor labang village is located in Sreseh District, Sampang Regency, East Java. It is an agricultural area where most of the people raise cattle. They produce a lot of cow dung waste every day and very few of them utilise it properly. To overcome the cow dung waste, the waste can be utilised as a renewable energy source, one of which is biogas. Making biogas consists of the main ingredients, namely cow dung and water. Mixing water and cow dung 1:1 (45 litres of water: 45 kg of cow dung) requires several fermentation processes to produce methane gas, namely Hydrolysis, Acetogenesis, and Methanogenesis stages. Biogas production from cow dung has the potential to be utilised as a renewable energy source that can help the community to be used as fuel.*

**Abstrak:** Desa Tangkor Labang terletak di Kecamatan Sreseh, Kabupaten Sampang, Jawa Timur, merupakan daerah pertanian di mana sebagian besar penduduknya beternak sapi, menghasilkan banyak limbah kotoran sapi setiap hari dan sedikit yang memanfaatkannya dengan baik. Untuk mengatasi limbah kotoran sapi, limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan, salah satunya adalah biogas. Pembuatan biogas terdiri dari bahan utama, yaitu kotoran sapi dan air. Pencampuran air dan kotoran sapi dengan perbandingan 1:1 (45 liter air : 45 kg kotoran sapi) membutuhkan beberapa proses fermentasi untuk menghasilkan gas metana, yaitu tahap Hidrolisis, Asetogenesis, dan Metanogenesis. Produksi biogas dari kotoran sapi memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan yang dapat membantu masyarakat sebagai bahan bakar.

## 1. PENDAHULUAN

Dusun Tangkor terletak di Kecamatan Sreseh, Kabupaten Sampang, Jawa Timur. Merupakan daerah pertanian yang sebagian besar masyarakat mempunyai mata pencarian bercocok tanam khususnya padi dan sebagian lainnya beternak sapi. Terutama bagi masyarakat yang beternak sapi, mereka setiap harinya banyak menghasilkan limbah kotoran sapi dan sedikit sekali mereka memanfaatkan limbah digunakan sebagai pupuk organik untuk kebutuhan pertanian dan lainnya. Di Dusun Tangkor pengolahan limbah kotoran sapi masih belum maksimal. Warga dusun biasa membiarkan kotoran sapi menumpuk atau membakarnya sebelum digunakan kembali menjadi pupuk kandang. Namun, dampak pembakaran kotoran sapi ini mencemari udara hingga menyebabkan sesak napas dan sakit kepala (Sunaryo et al., 2023).

Kotoran sapi kebanyakan hanya dimanfaatkan untuk dijadikan pupuk kandang namun tanpa proses pengolahan. Biasanya kotoran sapi itu hanya dibiarkan mengering di suatu lahan dan setelah kering baru digunakan untuk penyuburan tanah atau tanaman. Kondisi ini tentu dapat merusak lingkungan, terutama pencemaran udara. Sebab kotoran sapi yang masih basah menimbulkan bau tidak sedap. Ini jelas membahayakan kesehatan bagi orang yang menghirupnya, suasana dan sapi di dusun Tangkor, Kecamatan Sreseh, Kabupaten Sampang seperti Gambar 1 dan Gambar 2. Padahal jika dianalisis kotoran sapi itu sebenarnya dijadikan bahan dasar dalam pembuatan biogas. Biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh aktivitas *anaerobic* atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk di antaranya; kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah *biodegradable* atau setiap limbah organik yang *biodegradable* dalam kondisi *anaerobic*. Kandungan utama dalam biogas adalah metana dan karbon dioksida biogas sangat berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi sumber energi terbarukan (Fatkhul et al, 2023). Hal ini dikarenakan kandungan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) yang tinggi dan nilai kalornya yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 4.800-6.700 kkal/m<sup>3</sup>. Dimana gas metana hanya memiliki satu karbon di setiap rantainya yang membuat pembakarannya lebih ramah lingkungan, hal ini tentunya merupakan inisiasi yang sangat dibutuhkan dalam masyarakat dimana dapat menciptakan energi terbarukan sendiri serta dapat bernilai ekonomis (Wardana et al., 2021). Biogas merupakan bahan bakar gas yang diperoleh dari hasil fermentasi limbah organik baik dari hewan, pertanian, *domestic* dan industri secara *anaerobic*. Biogas terdiri dari metane, karbon dioksida, nitrogen, oksigen dan hydrogen sulfide. Limbah *organic* yang banyak mengandung gas metane salah satunya adalah kotoran sapi yang bisa ditemukan dengan mudah di daerah peternakan sapi baik skala besar maupun skala kecil (Winangun & Putra, 2018).



**Gambar 1.** Gapura Dusun Tangkor, Desa Labang, Sreseh Sampang



**Gambar 2.** Sapi Ternak Warga, jenis local khas madura

Tujuan dari pengabdian ini adalah memberikan pengetahuan kepada masyarakat bahwa pembuatan biogas dari kotoran sapi ini untuk mengetahui campuran dan pengolahan untuk menghasilkan biogas, mengetahui lama nyala api yang dihasilkan dari produksi biogas dan mengetahui hasil produksi biogas dari limbah kotoran sapi. Sedangkan manfaat dari pengabdian ini memberikan bagi Masyarakat menambah pengalaman dan pengetahuan yang lebih luas tentang pemanfaatan limbah kotoran sapi sebagai penghasil energi, mengurangi pencemaran pada lingkungan yang disebabkan melimpahnya limbah kotoran sapi.

## 2. METODE PELAKSANAAN

Proses ini dilakukan bersama beberapa Masyarakat dalam menyelesaikan pembuatan biogas yang tentunya kami telah melakukan percobaan terlebih dahulu untuk keberhasilannya, beberapa tahap sebagai berikut :

1. Studi literatur, mencari dan mempelajari bahan pustaka yang berkaitan dengan segala permasalahan mengenai pembuatan biogas dari kotoran sapi ini yang di peroleh dari berbagai sumber, seperti buku, publikasi ilmiah dan lain sebagainya.
2. Persiapan Alat Dan Bahan, Dari hasil perencanaan dapat diketahui mengenai spesifikasi alat seperti selang, clam selang tong plastik sebagai tangki, dan stopkran. Sedangkan dari bahan yaitu kotoran sapi dan air.
3. Campuran Kotoran Sapi Dan Air, Campuran kotoran sapi dengan air menjadi langkah awal yang penting dalam membuat biogas dengan perbandingan 1 : 1.
4. Fermentasi, Proses fermentasi biogas dilakukan dalam tangki dengan mengumpukan kotoran sapi dan dicampur air. Proses ini memerlukan waktu yang cukup lama, sekitar 14 – 21 hari untuk menghasilkan biogas.
5. Analisa Data, Tujuan dari analisa data untuk mengetahui hasil dari pembuatan biogas. Biogas merupakan bahan bakar gas yang diperoleh dari hasil fermentasi

limbah organik baik dari hewan, pertanian, *domestic* dan industri secara *anaerobic*.

### 3. Hasil Dan Diskusi

#### 3.1 Kandungan Biogas Dalam Kotoran Sapi

Biogas merupakan bahan bakar gas yang diperoleh dari hasil fermentasi limbah organik baik dari hewan, pertanian, *domestic* dan industri secara *anaerobic*, Pengujian menggunakan alat uji Automatic Gas Analyzer Type 5Gas QRO402 QR0402 sebagaimana Tabel 1 berikut:

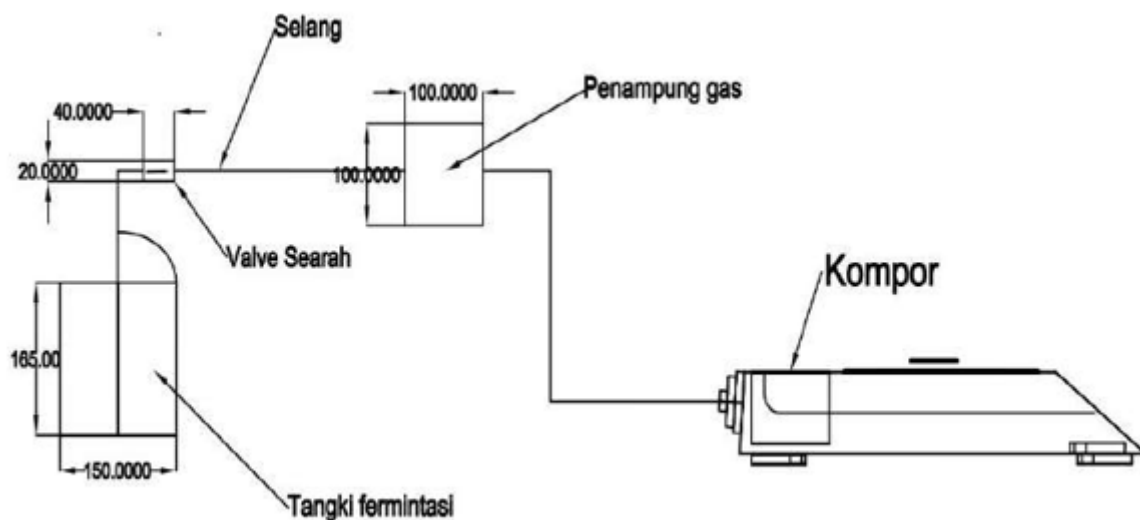
**Tabel 1.** Kandungan senyawa dalam biogas kotoran

Senyawa	Kadar
Metana (CH <sub>4</sub> )	54,5 – 70,2%
Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> )	27,1 – 75,2%
Karbon Monoksida (CO)	0,12%
Nitrogen (N)	3,1 – 5,3%
Oksigen (O <sub>2</sub> )	0,13%
Hydrogen Sulfide (H <sub>2</sub> S)	Sedikit sekali

#### 3.2 Pemanfaatan Kotoran Sapi Menjadi Biogas

Biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh aktivitas *anaerobik* atau fermentasi dari bahan- bahan organik termasuk di antaranya; kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah *biodegradable* atau setiap limbah organik yang *biodegradable* dalam kondisi *anaerobik*. Kandungan utama dalam biogas adalah metana dan karbon dioksida Biogas sangat berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi sumber energi terbarukan. Hal ini dikarenakan kandungan gas metana (CH<sub>4</sub>) yang tinggi dan nilai kalornya yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 4.800-6.700 kkal/m<sup>3</sup>. Beberapa data limbah organik kotoran sapi mengandung gas metana (CH<sub>4</sub>) yang cukup tinggi yakni sebesar 6742,12 mol. Dimana gas metana hanya memiliki satu karbon di setiap rantainya yang membuat pembakarannya lebih ramah lingkungan (Filza An Nisa, 2022)

Selain itu biogas juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk membangkitkan listrik. Sisa kotoran sapi yang digunakan untuk menghasilkan biogas juga dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk budidaya tanaman atau kegiatan pertanian. Biogas sangat bagus bagi kelestarian lingkungan dan membuat lingkungan menjadi lebih bersih karena pemanfaatan limbah yang biasanya hanya terbuang sia sia dan hanya mencemari lingkungan namun dengan teknik tertentu dapat dijadikan biogas yang dapat bermanfaat, sketsa atau diagram yang digunakan untuk proses pengabdian biodigester sebagaimana pada Gambar 3. Biogas dapat menghemat biaya operasional rumah tangga contohnya pemanfaatan biogas sebagai bahan bakar minyak lebih hemat ketimbang bahan bakar lainnya misalnya bahan bakar gas. Biogas dapat dijadikan sebagai bahan bakar pembangkit listrik untuk menggantikan bahan bakar solar sebagai pembangkit listrik (Trianto & Ardiatma, 2022).



**Gambar 3.** Diagram skema peralatan biodigester untuk mengolah limbah kotoran sapi menjadi biogas



**Gambar 4.** Kotoran sapi lokal madura



**Gambar 5.** Campuran kotoran sapi dan air



**Gambar 6.** Drum atau tangki proses fermentasi



**Gambar 7.** Kompor gas dengan hasil gas fermentasi kotoran sapi

### 3.3 Komposisi Pembuatan Biogas

Komposisi pembuatan biogas pada pengabdian ini, terdiri dari bahan utama yakni kotoran sapi dan air. Pencampuran air dan kotoran sapi 1:1; 1,5:1; 2:1. Kadar air yang terkandung dalam bahan yang digunakan harus tepat. Jika hasil biogas harus sesuai dengan persyaratan yang berlaku, maka bahan yang digunakan berbentuk kotoran sapi kering diperlukan penambahan air. Air berperan sangat penting di dalam proses biologis dengan mengontrol kelembaban udara. Penambahan air jangan terlalu banyak juga jangan terlalu sedikit (Sulistyo & Yanti, 2024).

Pada proses fermentasi *anaerob*, pengaruh air terhadap suhu sangat penting karena suhu dan kelembaban lingkungan dapat mempengaruhi aktivitas *mikroorganisme* yang terlibat dalam fermentasi. Beberapa pengaruh air terhadap suhu

pada proses fermentasi *anaerob*, *mikroorganism*e yang terlibat dalam Fermentasi *anaerob*, seperti bakteri atau ragi, memiliki suhu optimal untuk pertumbuhan dan aktivitasnya. Kebanyakan *mikroorganism*e fermentasi *anaerob* memiliki suhu optimal antara 30°C hingga 40°C. Air yang tersedia dalam lingkungan fermentasi akan membantu menjaga suhu tetap dalam kisaran optimal ini. Suhu selama proses fermentasi mempengaruhi jenis *mikroorganism*e dominan yang akan tumbuh di dalamnya. *Mikroorganism*e memiliki batas toleransi suhu dan suhu pertumbuhan yang optimal, untuk gambar urutan proses seperti nampak pada Gambar 4-7.

Jika suhu selama fermentasi terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat berdampak negatif pada pertumbuhan komposisi produk akhir dalam pembentukan biogas. Pengaturan kelembaban air dan suhu yang tepat sangat penting dalam memastikan proses fermentasi *anaerob* berjalan secara efisien dan menghasilkan produk fermentasi yang berkualitas, komposisi bahan pembuatan biogas dari kotoran sapi, kotoran Sapi, bahan utama yang digunakan untuk menghasilkan biogas terutama mengandung metana yang cukup banyak Air dicampurkan dengan kotoran sapi dalam perbandingan 1:1 untuk membentuk lumpur. Proses pembuatan biogas melibatkan pengisian lumpur ke dalam tong plastik atau tangki, penutupan kran gas untuk memulai proses fermentasi, dan pengeluaran gas karbondioksida pada hari pertama sampai ke-8, diikuti dengan produksi gas metana pada hari ke-10 sampai ke-14 (Sulistyo & Yanti, 2024).

### 3.4 Tahapan Proses produksi Biogas Dari Kotoran sapi

Tahapan Pembentukan biogas terjadi pada proses *anaerob* yaitu kedap udara. Pembentukan biogaster terdiri dari tiga tahapan yaitu :

1. Tahap *Hidrolisis*, *gasifikasi* dan *metanogenesis* selama tahapan *hidrolisis* terjadi, polimer dipecah oleh enzim menjadi polimer yang lebih sederhana dan juga dibantu oleh air. Enzim ini dihasilkan oleh bakteri dari bahan organik. Polimer organik diubah menjadi bentuk *monomer*. Misalnya, *lidnin* diubah menjadi asam lemak oleh *lipase*. Protein diubah menjadi peptida dan juga asam amino oleh *protease*. *Amilosa* diubah menjadi gula oleh aksi *amilase*.
2. Tahap Pengasaman ( *Asidifikasi* ), selama tahap pengasaman, bakteri mengubah polimer sederhana yang dihasilkan oleh *hidrolisis* menjadi asam asetat, hidrogen (H<sub>2</sub>) dan juga karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Untuk mengubah warna asam asetat, bakteri membutuhkan oksigen serta karbon yang didapatkan dari oksigen terlarut dalam larutan. Asam asetat sangat penting dalam proses berikut dan juga dimanfaatkan oleh mikroorganism e untuk membentuk metana.

3. Tahap Pembentukan Gasmetan, padatan ini senyawa dengan berat molekul rendah didekomposisi oleh bakteri *metanogenek* menjadi senyawa dengan molekul tinggi. Contoh bakteri ini menggunakan asam asetat, *hydrogen* (  $H_2$  ) dan karbondioksida (  $CO_2$  ) untuk membentuk metana dan karbondioksida ( $CO_2$ ).

Bakteri penghasil metan memiliki kondisi atmosfer yang sesuai akibat proses bakteri penghasil asam. Asam yang di hasilkan oleh bakteri pembentuk tekanan nyala api dari tangki biogas. Tekanan nyala digester diukur dari jumlah ataupun nilai yang ditunjukkan oleh pengukur tekanan yang diukur dalam tangki setiap hari. Besar kecilnya nilai tekanan yang ditunjukkan oleh pengukur tekanan u menunjukkan besar kecilnya tekanan dan juga biogas yang dihasilkan. Ketahanan nyala api biogas dari kotoran sapi dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk perbandingan campuran kotoran sapi dan air.

### 3.5 Faktor Yang Mempengaruhi Pembentukan Biogas

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi terhadap pembentukan biogas yaitu dari segi suhu, nilai pH, dan bahan baku antara lain:

1. Suhu, Kisaran suhu optimal untuk pemecahan anaerobik adalah 5 °C hingga 55 °C. Suatu spesies bakteri *mesofilik* melakukan proses penguraian pada suhu antara 5 °C dan 40 °C atau bisa disebut bakteri yang cukup aktif. Sementara itu, bahan organik jenis bakteri *termofilik* dihancurkan pada suhu antara 40 °C dan 55 °C atau bisa disebut bakteri sangat aktif. Kedua jenis bakteri tersebut masih dapat berfungsi dengan baik pada suhu sekitar 40 °C. Daerah *mesofil* sering menjadi tempat proses penguraian, yang tidak memerlukan banyak masukan energi. 33°C adalah suhu ideal untuk seluruh prosedur.
2. Nilai Derajat Keasaman Atau pH, Dampak pH pada aktivitas mikroba di lingkungan. pH standart untuk bakteri *anaerob* adalah antara 6,2 dan 7,6, sedangkan nilai pH yang sangat bagus adalah antara 6,6 dan 7,5. PH media awalnya berdiri di 6, dan kemudian naik menjadi 7,5. Jika pH larutan antara 8 dan 9, Tong atau tangki dianggap stabil. pH memiliki batas bawah 6,2. larutan sudah berbahaya di bawah pH tersebut, bakteri yang menghasilkan biogas tidak lagi aktif.
3. Bahan Baku, Unsur karbon (C) untuk pembentukan gas metana dapat menggunakan dari limbah peternakan, limbah pertanian, limbah organik dari sayuran, buah - buahan dan campuran lainnya Ini memiliki potensi yang berbeda dalam menghasilkan biogas. Unsur nitrogen (N) dibutuhkan oleh bakteri untuk membentuk sel. Rasio terbaik unsur karbon dan nitrogen untuk pembentukan biogas adalah 30%.

### 3.6 Waktu Fermentasi Untuk Menghasilkan Gas

Waktu fermentasi untuk menghasilkan biogas dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor, seperti jenis biomassa, komposisi substrat, dan kondisi operasi. Pengaruh biomassa dan waktu fermentasi pada pengabdian ini menunjukkan bahwa waktu fermentasi yang lebih lama cenderung menghasilkan lebih banyak biogas, terutama pada tahap awal. Waktu fermentasi yang optimal dapat berbeda-beda tergantung pada jenis biomassa yang digunakan, pengaruh waktu fermentasi terhadap produksi biogas, pada proses lain menunjukkan bahwa waktu fermentasi yang optimal untuk menghasilkan biogas dapat berlangsung selama 40 hari. Hasil pengabdian ini menunjukkan bahwa kombinasi substrat yang tepat dapat meningkatkan efisiensi produksi biogas. Pembuatan biogas dari kotoran sapi, proses fermentasi untuk menghasilkan biogas memerlukan waktu sekitar 14- 21 hari. Namun, waktu ini dapat bervariasi tergantung pada kondisi operasi dan komposisi substrat waktu fermentasi mempengaruhi efisiensi digester dalam produksi biogas (Hari puspita, 2017).

Berdasarkan proses yang lain pada komposisi substrat 8 kg kotoran sapi + 8 kg air + 1 kg kulit singkong + *purifikator* didapatkan nilai kandungan gas tertinggi CH<sub>4</sub> sebesar 64,028%, kecepatan aliran gas sebesar 138.89 ml/s, nyala api yang dihasilkan berwarna biru, lama penyalaan api selama 75,01 s di tekanan 4 psi pada *biodigester*, dan memiliki nilai kalor 7.69 J. jika pada campuran bahan terlalu kental atau padat maka jumlah gas yang terproduksi semakin rendah. Karena disebabkan oleh konsentrasi campuran yang terlalu kental dan jumlah campuran kotoran sapi yang terlalu tinggi dan air yang sedikit menyebabkan kepadatan pada campuran biogas, maka sangat susah dalam proses fermentasi. Syarat untuk pembentukan pembuatan biogas yaitu campuran bahannya tidak terlalu cair ataupun kental (Fitrah et al., 2018).

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang dilakukan dalam pengabdian di dusun Tangkor Kecamatan Sreseh, Kabupaten Sampang, Jawa Timur didapatkan bahwa kotoran ternak sapi dapat difungsikan sebagai biogas untuk pengganti bahan bakar karena ada kandungan metana yang terdapat dalam gas hasil dari fermentasi. Komposisi pembuatan biogas terdiri dari bahan utama yakni kotoran sapi dan air. Pencampuran air dan kotoran sapi 1:1 (45 liter air : 45 kg kotoran sapi) Proses pembuatan biogas melibatkan pengisian lumpur ke dalam tong plastik atau tangki, proses fermentasi, dan pengeluaran gas karbondioksida pada hari pertama sampai ke-8, diikuti dengan produksi gas metana pada hari ke-10 sampai ke-14. Api yang dihasilkan dari perbandingan diatas didapatkan lama nyala api selama 20 menit 20 detik. Hasil produksi Biogas sangat berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi sumber energi terbarukan yang dapat membantu masyarakat dalam bidang prekonomian dan

pemanfaatan limbah kotoran sapi untuk dijadikan biogas.

### Daftar Pustaka

- A Fatkhul, MA Batutah, I Syahrir . (2023). Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Metode Transterifikasi, *Rekayasa Sistem Energi dan Manufaktur (ReSEM) 1 (1)*, 25-30
- Dewi, M. N., Visca, R., & Mustopa, A. (2019). Pengaruh Penambahan EM (Effective Microorganism) Terhadap Produksi Biogas dari Air Limbah Industri Makanan. *Jurnal Teknologi*, 6(1), 25–38. <https://doi.org/10.31479/jtek.v6i1.3>.
- Filza An Nisa. (2022). *Pengukuran Kadar Biogas Dan Uji Nyala Api Dari Hasil Fermentasi Biogas Rumen Sapi Dan Ragi Tugas Akhir*. 15.
- Fitrah, M. F., Wiryono, B., DP, G. M., & Asmawati, A. (2018). Analisis Persentase Penambahan Pupuk Kandang (Kotoran Sapi) Dan Limbah Tahu Dalam Pembuatan Biogas. *Jurnal Agrotek UMMat*, 5(1), 61. <https://doi.org/10.31764/agrotek.v5i1.247>
- Fitri, N. C., & Hamdi, H. (2024). Systematic Literature Review (Slr): Sumber Energi Terbarukan : Potensi Kotoran Ternak Dan Limbah Pertanian Untuk Produksi Biogas Berkelanjutan. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 5(1), 57–69. <https://doi.org/10.14710/jebt.2024.21961>.
- Hari puspita, pudji astuti. (2017). Pembuatan Biogas Dari Kotoran Sapi Menggunkan Biodegester Di Desa Jumput Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- Haryanto, A., Okfrianas, R., & Rahmawati, W. (2019). Pengaruh Komposisi Subtrat dari Campuran Kotoran Sapi dan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) terhadap Produktivitas Biogas pada Digester Semi Kontinu. *Jurnal Rekayasa Proses*, 13(1), 47. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.41125>
- Iswanto, B., Astono, W., & Rezi, Y. (2016). Pengaruh Penambahan Gas Hidrogen Terhadap Peningkatan Gas Metan (Ch<sub>4</sub>) Pada Proses Dekomposisi Sampah Organik. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(1), 97. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v8i1.723>
- Rahayu, A. S., Karsiwulan, D., Yuwono, H., Trisnawati, I., Mulyasari, S., Rahardjo, S., Hokernin, S., & Paramita, V. (2015). Buku Panduan Konversi POME Menjadi Biogas Pengembangan Proyek di Indonesia. *Winrock International*, 100. <https://www.winrock.org/wp-content/uploads/2016/05/CIRCLE-Handbook-INDO-compressed.pdf>
- Sulistyo, S., & Yanti, Y. (2024). Perbandingan Penambahan Air pada Proses Pembuatan Biogas dari Kotoran Sapi pada Praktikum Pengolahan Limbah Peternakan. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 6(1), 34–40. <https://doi.org/10.14710/jplp.6.1.34-40>.
- Sunaryo, M., Zahra, J. S., Rosyadah, A., Ramadhani, H. K., Hikmiah, S., Apriyanti, A. A., Thoba, M. N. D., Saputra, N. I., Taqiyyaa, N. K., Wibisono, F., Tiway, M. F. H., Putra, K. D. C. S., Sunnaryani, R. P., & Wasillah, F. (2023). Pemanfaatan Limbah Kotoran Sapi Terhadap Pembuatan Biogas dan Pupuk Organik di Desa

- 
- Madureso, Mojokerto. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 4(2), 711–720.
- Trianto, H., & Ardiatma, D. (2022). Pengolahan Kotoran Sapi sebagai Bahan Pembuatan Biogas di Kandang Komunal Dusun Sukunan Kelurahan Banyuranden Kecamatan Gamping Sleman Yogyakarta. *Sains Dan Teknologi*, 1(1), 490–499.
- Virly Septira Anggari, & Prayitno. (2020). Studi Literatur Limbah Tapioka Untuk Produksi Biogas : Metode Pengolahan dan Peranan Starter Substrat. *Jurnal Teknologi Separasi*, 6(2), 176–187.
- Wardana, L. A., Lukman, N., Mukmin, M., Sahbandi, M., Bakti, M. S., Amalia, D. W., Wulandari, N. P. A., Sari, D. A., & Nababan, C. S. (2021). Pemanfaatan Limbah Organik (Kotoran Sapi) Menjadi Biogas dan Pupuk Kompos. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(1). <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v4i1.615>.
- Winangun, K., & Putra, W. T. (2018). Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pembuatan Biogas Dari Kotoran Sapi. *Studi Kasus Inovasi Ekonomi*, 2(02), 41–44. <https://doi.org/10.22219/skie.v2i02.6845>.