

## Analisis Campuran Limbah Kotoran Sapi dan Tahu dalam Menghasilkan Biogas di Desa Sukamulia

<sup>1</sup>Putu Ayas Ditha Apsari, <sup>1\*</sup>Rizky Munandar, <sup>1</sup>Atika Wahyuni, <sup>1</sup>Muh Makhrus, <sup>2</sup>Laili Kamilatunnisa, <sup>2</sup>Isnam Solihin

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

Email: [rizkymunan03@gmail.com](mailto:rizkymunan03@gmail.com)

### Informasi Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima: 4 Jan 2025

Direvisi: 29 Mar 2025

Dipublikasi: 30 Mar 2025

**Abstrak:** Analisis campuran limbah kotoran sapi dan tahu dalam menghasilkan biogas di Desa Sukamulia. Biogas merupakan gas alami yang dihasilkan oleh pemecahan bahan organik melalui proses anaerob dan dapat menghasilkan energi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis campuran limbah kotoran sapi dan tahu dalam menghasilkan biogas di Desa Sukamulia. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan mengukur kandungan DO, BOD, COD, TSS dan TDS pada limbah, sekaligus mengukur massa biogas. Penelitian dilakukan selama 4 bulan di Desa Sukamulia. Hasil yang diperoleh menunjukkan hasil pengukuran DO sebesar 1,2 mg/L, BOD sebesar 10,9 mg/L, untuk COD sebesar 13,6 mg/L, TSS sebesar 2.557 mg/L dan TDS sebesar 2.220 mg/L. Berdasarkan pengukuran massa biogas diperoleh nilai rata-rata sebesar 1,5 gram/hari. Biogas yang dihasilkan mampu melakukan pembakaran selama 3,2 menit dengan ukuran api kecil. Analisis campuran limbah kotoran sapi dan tahu dapat menghasilkan biogas dan menjadi solusi dalam mengatasi pencemaran oleh limbah kotoran sapi dan tahu.

**Kata kunci:** Limbah Kotoran Sapi dan Tahu, Biogas, Desa Sukamulia

**Sitasi:** Apsari, P. A. D., Munandar, R., Wahyuni, A., Makhrus, M., Kamilatunnisa, L. & Solihin, I. (2022). Analisis Campuran Limbah Kotoran Sapi dan Tahu dalam Menghasilkan Biogas di Desa Sukamulia: science. *Journal of Science Technology and Education*, 4(1). 41-48.

### Pendahuluan

Limbah kotoran sapi dan tahu menjadi salah satu permasalahan yang ada di masyarakat saat ini (Sudarto et al., 2023). Hal ini menyebabkan bau yang tidak sedap, serta mencemari lingkungan terutama air sungai. Air sungai menjadi keruh sehingga merusak ekosistem air. Banyak ditemukan ikan yang mati serta memberikan dampak terhadap kualitas air (Sa'Diah & Putra 2019).

Bau yang menyengat dari limbah kotoran sapi banyak mengganggu lingkungan sekitar (Hanafiah & Pohan, 2021). Banyak ditemukan kandang sapi yang memiliki letak yang tidak strategis salah satunya berada di tengah pemukiman warga. Selain itu dampak yang bisa ditemukan juga adalah dampak kesehatan. Kotoran sapi dapat menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme berbahaya bagi kesehatan manusia, seperti bakteri, virus dan sebagainya (Ogunnusi & Salaudeen, 2022).

Dampak tersebut biasanya paling sering ditemukan pada saat musim hujan, dimana kotoran sapi yang terbawa oleh air hujan meluas dan sulit untuk mengering. Hal ini memungkinkan kotoran sapi untuk mencemari lingkungan sekitar, terutama mencemari air bersih di tengah lingkungan masyarakat (Nguyen et al., 2024). Selanjutnya limbah yang tidak kalah berbahaya adalah limbah air tahu, limbah ini merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu (Arifan et al., 2022).

Limbah tahu menimbulkan banyak masalah, selain merusak ekosistem yang ada di lingkungan, seperti air dan tanah, juga memberikan dampak terhadap kesehatan (Khomarisah et al., 2021). Air yang sudah terkontaminasi oleh limbah

tahu menyebabkan kulit iritasi, seperti gatal, panas dan bau yang menyengat. Selain itu limbah tahu juga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk terurai. Oleh karenanya diperlukan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satunya adalah dengan mengolah limbah kotoran sapi dan tahu menjadi biogas (Ahmad & Adiningsih, 2019).

Biogas merupakan gas alami yang dihasilkan oleh pemecahan bahan organik melalui proses anaerob dan dapat menghasilkan energi (Jameel et al., 2024). Proses tersebut terjadi disebabkan oleh proses fermentasi yang dilakukan oleh mikroorganisme dan dapat menghasilkan gas metana (Ridwan et al., 2023). Biogas menjadi salah satu solusi dalam mencegah terjadinya pencemaran oleh limbah kotoran sapi dan tahu. Selain mengurangi dampak pencemaran lingkungan, juga bermanfaat dengan menghasilkan energi terbarukan yang ramah lingkungan (Sudarto et al., 2023).

Limbah kotoran sapi dan tahu dapat dikumpulkan dan ditampung ke dalam tabung digester yang kemudian akan mengalami proses fermentasi dan menghasilkan gas metana sebagai energi alami yang bermanfaat bagi masyarakat. Solusi ini menjadi langkah penting dalam mencegah terjadinya pencemaran oleh limbah kotoran sapi dan tahu terutama untuk skala industri yang terletak di tengah pemukiman masyarakat (Sugiono et al., 2023). Hal ini juga akan berdampak dalam membantu memenuhi kebutuhan masyarakat setempat sekaligus menghasilkan kompos yang bermanfaat sebagai pupuk tanaman dan kesuburan tanah (Wardana et al., 2021).

## Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dimana limbah yang dicampur akan diukur DO, BOD, COD, TS, TDS dan TSS. Pengukuran tersebut dilakukan bertujuan untuk mengetahui karakteristik limbah sehingga bisa mengalami reaksi dan dapat menghasilkan kenaikan jumlah metana dalam biogas. Sekaligus mengukur perubahan apa yang terjadi jika dimasukkan pada zat terlarut (Juwitaningtyas, 2020). Proses ini juga akan membantu peneliti untuk mengetahui bagaimana proses biogas tercipta dari limbah, sekaligus mengetahui proses apa saja yang diperlukan untuk membuat biogas (Pujiati et al., 2020). Adapun persamaan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

$$DO = \frac{V_{titrasi} \times N \times Na_2S_2O_3 \times 8000}{V \text{ sampel}} \quad (1)$$

$$BOD = [DO_0 - DO_5] \quad (2)$$

$$COD = \frac{(V \text{ blanko} - V_{\text{sampel}}) \times N \times Na_2S_2O_3 \times 8000 \times F_P}{V \text{ Sampel}} \quad (3)$$

$$TSS = \frac{1000}{V} \times \text{Berat Cawan Sampel} (\text{Berat Cawan Penguap} + \text{Berat Kertas Kering}) \times 1000 \quad (4)$$

$$TDS = \frac{1000}{V} \times \text{Berat Cawan Sampel} - \text{Berat Cawan Kosong} \times 1000 \quad (5)$$

Keterangan:

DO = Dissolved Oxygen

BOD = Biochemical Oxygen Demand

COD = Chemical Oxygen Demand

TSS = Total Suspended Solids

TDS = Total Dissolved Solid

Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan di desa Sukamulia, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Lokasi tersebut dipilih dikarenakan merupakan desa penghasil limbah kotoran sapi dan tahu terbesar yang ada di Lombok Timur berdasarkan hasil survei. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai pemanfaatan limbah kotoran sapi dan tahu dalam menghasilkan gas alam atau biogas.

## Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan perolehan pengukuran DO, BOD, COD, TSS dan TDS sebagai berikut.

### 1. DO, BOD dan COD

Sebelum mengukur nilai DO, BOD dan COD pada campuran limbah kotoran sapi dan tahu, sebelumnya diukur pH dan karakteristik dari limbah yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran pH Limbah

| Sampel              | Parameter |              |        |
|---------------------|-----------|--------------|--------|
|                     | pH        | Warna        | Suhu   |
| Limbah Kotoran Sapi | 4,02      | Hitam Keruh  | 30,1°C |
| Limbah Tahu         | 8,50      | Kuning Keruh | 33,8°C |

Berdasarkan hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa limbah kotoran sapi berada pada kondisi netral yang mengindikasikan bahwa limbah tidak memberikan dampak tercemar. Sedangkan pada limbah tahu menunjukkan bahwa nilai pH yang cukup tinggi yaitu 8,50 dan menunjukkan bahwa pH berada pada konsentrasi 6-9 yang menandakan bahwa limbah bersifat asam (Aghivirwiati et al., 2022). Nilai pH pada limbah tidak memenuhi baku mutu jika dibuang langsung ke sungai atau tempat lainnya dan perlu dilakukan proses aerasi atau pemurnian pH. Nilai pH pada limbah tahu cocok digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan biogas.

Pada Tabel 2 akan menunjukkan mengenai hasil pengukuran dari oksigen terlarut (DO), jumlah total oksigen terlarut (BOD) dan jumlah oksigen terlarut dari bahan limbah (COD) pada campuran limbah kotoran sapi dan tahu. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh oksigen terhadap biogas yang dihasilkan melalui proses anaerob campuran limbah kotoran sapi dan tahu.

Tabel 2. Hasil Pengukuran DO, BOD dan COD

| DO               |                                |                        |                        | BOD        | COD                    |
|------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------|------------------------|
| Vtitrasi (DO) ml | Vtitrasi (DO <sub>5</sub> ) ml | DO <sub>0</sub> (mg/L) | DO <sub>5</sub> (mg/L) | BOD (mg/L) | Konsentrasi COD (mg/L) |
| 0,5              | 0,2                            | 1,2                    | 1,2                    | 10,9       | 13,6                   |

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari Tabel 2, menunjukkan nilai pengukuran BOD sebesar 10,9 mg/L, nilai tersebut cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi biodegradasi yang cukup tinggi, akibat dari kandungan kimia yang cukup melimpah. Nilai BOD yang cukup tinggi menunjukkan bahwa kebutuhan oksigen bagi organisme untuk mengurai limbah cukup melimpah. Hasil pengukuran BOD yang cukup tinggi juga mengindikasikan bahwa limbah berbahaya jika langsung dibuang pada lingkungan sekitar (Listyaningrum, 2022).

Selanjutnya berdasarkan hasil pengukuran DO atau oksigen terlarut dalam limbah menunjukkan nilai yang cukup kecil yaitu 1,2 mg/L. Artinya semakin kecil jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh organisme dalam mengurai limbah (Ramayanti & Amna, 2019). Sehingga dari pengukuran DO menunjukkan bahwa jumlah biogas yang dihasilkan relatif banyak. Hasil pengukuran DO juga menunjukkan bahwa aktivitas biodegradasi pada bakteri cukup tinggi.

Hasil pengukuran selanjutnya adalah pengukuran COD yang menunjukkan nilai sebesar 13,6 mg/L. Pengukuran COD dilakukan untuk mengetahui oksigen terlarut yang terkandung dalam limbah. Semakin tinggi nilai COD maka semakin berkurang oksigen yang terlarut dalam limbah (Komala & Aziz, 2019). Nilai yang diperoleh menunjukkan tingkat COD yang cukup tinggi sehingga dapat menyebabkan penurunan jumlah kadar metana dalam biogas.

## 2. TSS dan TDS

Selanjutnya dilakukan pengukuran TSS dan TDS pada campuran limbah kotoran sapi dan tahu.

Tabel 3. Hasil Pengukuran TSS dan TDS

| Parameter                   | Hasil      | Baku Mutu Lingkungan | Metode                     |
|-----------------------------|------------|----------------------|----------------------------|
| Total Suspended Solid (TSS) | 2.557 mg/L | 200                  | SNI 6989.3:2019            |
| Total Dissolved Solid (TDS) | 2.220 mg/L | -                    | IKM.BLL-3.1 (Elektrometri) |

Pengukuran TSS campuran limbah kotoran sapi dan tahu dilakukan dengan cara menuangkan limbah sebanyak 10 mL yang terlebih dahulu diaduk ke dalam waterbath. Selanjutnya limbah akan dipanaskan hingga menguap untuk menghilangkan kandungan organik dan diperoleh padatan anorganik dan diperoleh hasil sebesar 2.557 mg/L. Selanjutnya pada pengukuran TDS dilakukan penyaringan dengan kertas saring sebanyak 10 mL yang kemudian dipanaskan dengan oven pada suhu 105°C selama 1 jam.

Tujuan pemanasan adalah untuk mengurangi kadar air pada padatan limbah sekaligus kertas. Hasil yang didapatkan pada pengukuran TDS adalah sebesar 2.220 mg/L. Pada percobaan ini nilai TSS lebih besar dibanding dengan nilai TDS yang menandakan bahwa zat-zat yang terkandung di dalam campuran limbah kotoran sapi dan tahu tersebar merata. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa perlu adanya kandungan yang lebih besar dari limbah campuran kotoran sapi dan tahu untuk menghasilkan biogas.

## 3. Pengolahan Biogas

Berdasarkan pengukuran yang sudah dilakukan, selanjutnya dilakukan pengolahan campuran limbah kotoran sapi dan tahu untuk menghasilkan biogas. Hasil campuran ini kemudian akan dilakukan fermentasi secara anaerob ke dalam wadah yang sudah disiapkan.



Gambar 1. Tabung Pengolah Biogas

Campuran limbah kotoran sapi dan tahu dilakukan dengan 3 perlakuan yang berbeda, dimana jumlah campuran pada kedua limbah berbeda-beda. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa kandungan metana yang dapat dihasilkan pada setiap komposisi. Tabel 4 menunjukkan komposisi yang digunakan dalam membuat biogas campuran kotoran sapi dan tahu.

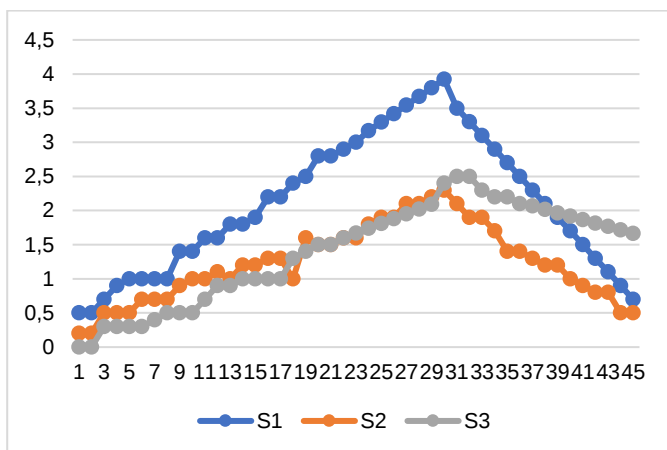
Tabel 4. Variasi Campuran Substrat

| Variasi | Komposisi Bahan Baku Biogas |      |         |         |
|---------|-----------------------------|------|---------|---------|
|         | Kotoran Sapi                | Tahu | Air (L) | EM4 (L) |
| S1      | 50                          | 50   | 2,5     | 3,5     |
| S2      | 70                          | 30   | 2,5     | 3,5     |
| S3      | 90                          | 10   | 2,5     | 3,5     |

Tabel 4 merupakan variasi campuran dari limbah kotoran sapi dan tahu dalam membuat biogas. Terdapat 3 variasi yang dilakukan yaitu 50:50, kemudian

70:30 dan 90:10. Dari 3 variasi tersebut dilakukan fermentasi selama 45 hari, dari ketiga variasi juga ditambahkan sebanyak 3,5 liter campuran EM4. Hal ini dilakukan bertujuan untuk meningkatkan massa biogas.

Limbah yang sudah dicampur dan melakukan proses fermentasi di dalam tabung kemudian diukur massanya. Proses pengukuran dengan mengukur massa awal tabung dengan massa akhir tabung pada setiap hari sampai 45 hari. Dari hasil pengukuran tersebut diperoleh grafik massa biogas yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Massa Biogas

Berdasarkan gambar 2 menunjukkan perbedaan massa biogas dari 3 variasi sampel yang digunakan. Tetapi mengalami kesamaan kenaikan massa pada hari ke-1 sampai pada hari ke-30. Selanjutnya dari pengukuran juga menunjukkan penurunan produksi biogas dari hari ke-31 sampai dengan hari ke 45. Tetapi dari ketiga variasi komposisi campuran limbah, sampel pada S1 (50:50) mengalami kenaikan yang cukup besar dibanding dengan kedua sampel.



Gambar 3. Hasil Pembakaran Biogas

Gambar 3 menunjukkan hasil pembakaran dari biogas campuran kotoran sapi dan tahu. Biogas yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam ban dalam motor. Pembakaran yang diperoleh dapat dilihat seperti pada gambar dengan nyala api yang cukup besar berwarna kekuningan dan waktu nyala api yang dihitung adalah selama 3,2 menit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa campuran kotoran sapi dengan tahu bisa menghasilkan biogas. Sekaligus menunjukkan salah satu cara untuk mengolah limbah yang mencemarkan dan menghasilkan gas alam yang bisa dimanfaatkan.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dilakukan, menunjukkan bahwa campuran limbah kotoran sapi dan tahu dapat menghasilkan biogas. Limbah tersebut juga diukur nilai kandungan tercemarnya dengan mengukur nilai DO, BOD, COD, TSS dan TDS. Diperoleh hasil sebesar 1,2 mg/L untuk DO, BOD

sebesar 10,9 mg/L, untuk COD sebesar 13,6 mg/L, TSS sebesar 2.557 mg/L dan TDS sebesar 2.220 mg/L. Analisis biogas dilakukan dengan 3 variasi komposisi yaitu komposisi S1 adalah 50:50, untuk S2 sebanyak 70:30 dan untuk S3 sebanyak 90:10 dan dilakukan proses fermentasi anaerob selama 45 hari. Diperoleh hasil rata-rata massa biogas adalah 1,5 gram/hari dan dapat melakukan pembakaran selama 3,2 menit. Hasil ini masih belum maksimal dikarenakan ukuran dari tabung digester masih terlalu kecil serta ditambah dengan nilai COD dari limbah yang masih cukup besar.

### **Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terima kasih diberikan kepada LPPM Universitas Mataram yang telah memberikan dana pada penelitian ini. ucapan terima kasih juga diberikan kepada aparat desa Sukamulia yang sudah membantu peneliti untuk melakukan penelitian selama 4 bulan penuh. Tanpa bantuan dan dukungan dari pihak-pihak tersebut kami tidak akan dapat menyelesaikan penelitian yang berkaitan dengan analisis campuran limbah kotoran sapi dan tahu dalam menghasilkan biogas.

## Daftar Pustaka

- Arifan, F., Broto, D. W., Teguh, R., Sumardiono, S., Dewi, A. L., Yudanto, Y. A., & Saputra, E. F. (2022). Effect of Thermal Pretreatment of Pineapple Peel Waste in Biogas Production using Response Surface Methodology. *International Journal of Technology*, 13(3). 83-90. <http://dx.doi.org/10.31764/protech.v2i2.12801>
- Aghivirwati, G. A., SH, M., Poniah Juliawati, A., Thorman Lumbanraja, S. E., Ps, C., Nanang Qosim, S. E., ... & Liow, F. E. R. (2022). *Manajemen Kualitas*. Surabaya: Cendikia Mulia Mandiri.
- Ahmad, H., & Adiningsih, R. (2019). Efektivitas metode fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok dan kangkung air dalam menurunkan kadar bod dan tss pada limbah cair industri tahu. *Jurnal Farmasetis*, 8(2), 31-38. <http://dx.doi.org/10.32583/farmasetis.v8i2.599>
- Hanafiah, D. S., & Pohan, R. A. (2021). Alternative Energy from Cow Dung Waste to An Independent and Creative Community. *ABDIMAS TALENTA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 9-15. <http://dx.doi.org/10.32734/abdimastalenta.v6i1.4752>
- Jameel, M. K., Mustafa, M. A., Ahmed, H. S., jassim Mohammed, A., Ghazy, H., Shakir, M. N., ... & Kianfar, E. (2024). Biogas: Production, properties, applications, economic and challenges: A review. *Results in Chemistry*, 101549. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101549>
- Juwitaningtyas, T. (2020). *Panduan Praktikum Teknologi Pengelolaan Limbah dan Bahan Sampling*. Laboratorium Teknologi Pangan: Universitas Ahmad Dahlan.
- Khomarisah, U., Marlina, H., & Zaman, M. K. (2021). Analysis Of The Environmental And Health Impacts Of The Area Affected By Tofu Liquid Waste In The Tofu X Home Industry In Pangkalan Kerinci Barat Village In 2020: Analysis Of The Environmental And Health Impacts Of The Area Affected By Tofu Liquid Waste In The Tofu X Home Industry In Pangkalan Kerinci Barat Village In 2020. *Media Kesmas (Public Health Media)*, 1(2), 353-367. <http://dx.doi.org/10.25311/kesmas.Vol1.Iss2.80>
- Komala, R., & Aziz, S. (2019). Pengaruh proses aerasi terhadap pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit di PTPN VII secara aerobik. *Jurnal Redoks*, 4(2), 7-16. <https://doi.org/10.31851/redoks.v4i2.3504>
- Listyaningrum, R. (2022). Analisis Kandungan DO, BOD, COD, TS, TDS, TSS dan Analisis Karakteristik Fisikokimia Limbah Cair Industri Tahu di UMKM Daerah Imogiri Barat Yogyakarta. *Teknologi Industri*, June.
- Nguyen, A. T., Ratnasiri, K., Heitmann, G. B., Tazin, S., Anderson, C., Hanif, S., ... & Benjamin-Chung, J. (2024). Pathogens and Antimicrobial Resistance Genes in Household Environments: A Study of Soil Floors and Cow Dung in Rural Bangladesh. *bioRxiv*, 2024-12. <http://dx.doi.org/10.1101/2024.12.06.627269>
- Ogunnusi, T. A., & Salaudeen, H. (2022). Occurrence of diversity of bacteria during anaerobic fermentation of cow dung and corn cob. *ABUAD International Journal of Natural and Applied Sciences*, 2(2), 49-58. <http://dx.doi.org/10.53982/aijnas.2022.0202.01-j>
- Pujiati., Dewi, N. K., Setiawan, D. (2020). *Produksi Biogas Berbasis Biomassa*. Madiun: Unipma Press.
- Ramayanti, D., & Amna, U. (2019). Analisis Parameter COD (Chemical Oxygen Demand) dan pH (potential Hydrogen) Limbah Cair di PT. Pupuk Iskandar Muda (PT. PIM) Lhokseumawe. *Quimica: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 1(1), 16-21.
- Ridwan, I., Yani, E., Utami, L. P., & Maulana, I. (2023). Pengaruh Starter Ragi, EM4 Dan Variasi Rasio C/N Terhadap Hasil Biogas Kulit Kakao. *Jurnal Inovasi Rekayasa Mekanikal dan Termal*, 1(2), 27-32. <http://dx.doi.org/10.25077/inomet.1.2.27-32.2023>

- Sa'Diah, S., & Putra, M. D. (2019, June). Biogas production from wastes of tofu industry with effects of water hyacinth and cow manure additions. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 543, No. 1, p. 012097). IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/543/1/012097>
- Sudarto, Y., Salundik, S., & Soenarno, M. S. (2023). Biogas production from tofu liquid waste with cow manure mixture. 12(1). 82-95. <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v12i1.82-95>
- Sugiono, S., Wargo, W., & Marwendi, R. O. (2023). Pemanfaatan Limbah Ternak Sapi Sebagai Biogas Renewable Energy. *Zabags International Journal Of Engagement*, 1(1), 1-7. <https://doi.org/10.61233/zijen.v1i1.1>
- Wardana, L. A., Lukman, N., Mukmin, M., Sahbandi, M., Bakti, M. S., Amalia, D. W., ... & 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/jpmp.v4i1.615>