

## Penghasilan Biogas: Proses Fermentasi Anaerobik Najis Lembu

### *Biogas Production: Anaerobic Fermentation Process of Cattle Manure*

Muhammad Syafiq Reduan Nor Lizam<sup>1</sup>, Siti Nur Aqilah Jummy<sup>1</sup>, Salman Syimir Husain<sup>1</sup>, Ghazali Kadis<sup>2\*</sup>, Noor Azizah Sidek<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Mechanical Engineering, Center for Diploma Studies, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, Pagoh, 84600, Johor, MALAYSIA.

<sup>2</sup> Vehicle Control and Robotics Engineering (S-Proud), Center for Diploma Studies, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, Pagoh, 84600, Johor, MALAYSIA

<sup>3</sup> Product Research and Development (ProRed), Center for Diploma Studies, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, Pagoh, 84600, Johor, MALAYSIA

\*Pengarang Utama: [ghazali@uthm.edu.my](mailto:ghazali@uthm.edu.my)

DOI: <https://doi.org/10.30880/mari.2024.05.03.026>

#### Maklumat Artikel

Diserah: 01 Mac 2024

Diterima: 31 Julai 2024

Diterbitkan: 31 Disember 2024

#### Kata Kunci

Biogas, Fermentasi Anaerobik, Najis Lembu, Mikrob

#### Abstrak

Biogas adalah tenaga alternatif yang boleh diolah menjadi sumber tenaga di mana jumlahnya adalah banyak dan berada di sekeliling kita. Tumbuh-tumbuhan, sampah organik dan najis haiwan dapat menghasilkan biogas yang boleh dimanfaatkan sebagai sumber tenaga pengganti minyak, gas, kayu bakar dan bahan bakar di mana biogas merupakan sumber tenaga yang boleh diperbaharui. Penghasilan biogas ini telah banyak dijalankan dan digunakan di kawasan pedalaman, lebih-lebih lagi di negara Indonesia. Namun begitu, sistem yang dibina adalah kurang menitikberatkan faktor keselamatan. Gas yang mempunyai kemampuan menyalakan api hendaklah diberi perhatian dalam faktor keselamatan. Binaan sistem yang tidak berapa kukuh dan kemas boleh mengakibatkan sistem tersebut mengalami kegagalan seperti kebocoran dan kerosakan. Oleh itu, proses penghasilan biogas dikaji dengan membangunkan tangki yang direka bentuk khas untuk menjadi tempat penyimpanan najis lembu. Seterusnya, kehadiran biogas diuji dengan cara nyalaannya dan kaedah yang digunakan ialah proses fermentasi anaerobik. Najis lembu sebanyak 68 kg yang dicampurkan dengan air mengikut nisbah 1:1 akan dimasukkan ke dalam tangka dan proses seterusnya adalah menunggu biogas itu terhasil dari campuran tersebut. Mengikut kajian, masa minimum untuk menunggu biogas tersebut dihasilkan adalah sekurang-kurangnya 14 hari. Daripada uji kaji yang telah dijalankan, penghasilan biogas daripada campuran najis lembu dan air ini telah berjaya.

## Keywords

Biogas, Anaerobic Fermentation, Cow Dung, Microbes

## Abstract

Biogas is an alternative energy that can be processed into an energy source in which there are many and are around us. Plants, organic waste and animal excrement can produce biogas that can be used as an energy source to replace oil, gas, firewood and fuel where biogas is a renewable energy source. The production of biogas has been carried out and used in rural areas, especially in Indonesia. However, the system that is built is less focused on the safety factor. Gases that could ignite fire should be considered in the safety factor. The construction of a system that is not very strong and neat can result in the system experiencing failure such as leakage and damage. Therefore, the biogas production process is studied by developing a tank specially designed to be a place to store cow excrement. Next, the presence of biogas is tested by igniting it and the method used is the anaerobic fermentation process. 68 kg of cow dung mixed with water in a 1:1 ratio will be put into the tank and the next process is to wait for the biogas to be produced from the mixture. According to the study, the minimum time to wait for the biogas to be produced is at least 14 days. From the tests that have been carried out, the production of biogas from a mixture of cow dung and water has been successful. This experiment can also produce biogas from cow excrement without using additional microbes or catalysts. After carrying out a real study, the designed tank can also work well, that is, it can store cow excrement well without leakage.

## 1. Pendahuluan

Biogas adalah tenaga alternatif paling siap untuk diolah menjadi sumber tenaga yang jumlahnya banyak dan berada di sekeliling kita. Biogas dapat diperoleh daripada kawasan sekitar seperti tumbuh-tumbuhan, sampah organik dan najis haiwan dapat menghasilkan biogas yang boleh dimanfaatkan sebagai sumber tenaga pengganti minyak, gas, kayu bakar dan bahan bakar, biogas merupakan sumber tenaga yang dapat diperbaharui (*renewable*) di mana boleh dijadikan sebagai persediaan sumber tenaga [1]. Kajian ke atas kehadiran biogas daripada najis lembu dijalankan dengan menggunakan najis lembu tanpa menggunakan sebarang mikrob tambahan. Kajian sebelum ini telah dijalankan dengan bantuan penggunaan mikrob tambahan (pemangkin) dengan bertujuan mempercepat proses penghasilan biogas dan meningkatkan jumlah biogas. Oleh itu, kajian ini dijalankan bagi menghasilkan biogas daripada campuran najis lembu dan air sahaja.

## 2. Kajian Literatur

Kaedah yang digunakan ialah proses fermentasi anaerobik atau disebut sebagai *anaerobic fermentation process*. Fermentasi bermaksud proses di mana glukosa dipecahkan kepada asid organik. Fermentasi anaerobik merupakan proses metabolik yang dilakukan oleh bakteria dan eukariota tanpa adanya oksigen untuk menukar karbohidrat kepada produk seperti gas, alkohol, dan asid [2]. Penapaian ini digunakan untuk menghasilkan pelbagai bahan kimia dalam industri, iaitu asid asetik. Komponen utama penghasilan gas biogas ini ialah anaerobic bakteria (hydrolysis, acetogenic, acidogenic, methanogenic). Dalam keadaan anaerobik (rendah/ tiada oksigen), bakteria ini akan menguraikan sebatian organik ini kepada gas metana, karbon dioksida & hidrogen sulfida. Daripada hasil kajian sebelum ini, jumlah biogas yang mampu dihasilkan daripada najis lembu telah dikaji dan dilaksanakan uji kaji.

Uji kaji telah dijalankan menggunakan enam 6.00 kg najis lembu pra-penapaian dicampur dengan air dalam nisbah 1:1 (najis lembu : air) untuk membentuk buburan dan dihadam selama 30 hari. Hasilnya, enam 6.00 kg najis lembu yang digunakan sebagai uji kaji telah berjaya menghasilkan 0.191 m<sup>3</sup> tanpa menggunakan sebarang pemangkin. Pelbagai komuniti mikrobial telah dilaporkan terlibat dalam proses fermentasi anaerobik [3]. Bahan organik mereput disebabkan oleh mikroorganisma heterotrofik dan spesies Clostridium adalah yang paling biasa ditemui dalam kalangan degradasi dalam keadaan anaerobik [4][5]. Kumpulan mikroorganisma seperti Actinomyces, Thermomonospora, Ralstonia dan Shewanella terlibat dalam penukaran sisa makanan kepada asid lemak yang tidak menentu. Mikroorganisma Methanosarcina dan Methanobacterium pula menyumbang dalam penghasilan CH<sub>4</sub> [6]. Kehadiran Methanosarcina thermophila, Methanoculleus thermophilus, dan Methanobacterium formicicum pula dilaporkan semasa fermentasi anaerobik berlaku [7]. Setakat ini, melalui

kajian biokimia hanya sejenis mikroorganisma yang dikenali sebagai *Methylosinus trichosporium* OB3b yang mampu menukarkan CH<sub>4</sub> kepada metanol dengan kehadiran oksigen [8].

Kajian yang dijalankan ini terhad menggunakan tong berkapasiti 200 liter dan menggunakan 68 kg najis lembu. Bahan mentah yang digunakan adalah hanya najis lembu dan air sahaja. Proses yang digunakan adalah proses pemerapan selama 14 hari. Sistem perpaipan yang direka pada bahagian bawah tong digunakan untuk membuang sisa najis lembu setelah penghasilan biogas berjaya.

### 3. Metodologi

Kaedah yang digunakan ialah proses fermentasi anaerobik atau disebut sebagai *anaerobic fermentation process*. Najis lembu sebanyak 68 kg yang dicampurkan dengan air mengikut nisbah 1:1 telah dimasukkan ke dalam tangki. Proses seterusnya adalah menunggu agar biogas itu terhasil dari campuran tersebut. Mengikut kajian, masa minimum untuk menunggu biogas tersebut dihasilkan adalah sekurang-kurangnya 14 hari. Ujikaji berskala kecil telah dilaksanakan sebelum menjalankan ujikaji menggunakan 68 kg najis lembu tersebut. Ujikaji berskala kecil menggunakan najis lembu sebanyak 1.5 kg telah dijalankan dan dengan menggunakan botol, najis lembu tersebut diasingkan 0.5 kg dengan menggunakan 3 biji botol di mana setiap 1 mengandungi 0.5 kg najis lembu seperti Rajah 1. Setiap botol itu juga telah dicampurkan dengan air mengikut nisbah 1:1. Kemudiannya, ianya dibiarkan selama 21 hari untuk diuji nyalaanya.

Oleh yang demikian, kajian kehadiran biogas daripada najis lembu telah dapat dicapai. Tambahan pula, tangki yang direka dan sistem perpaipan telah berjaya dan mendapatkan hasil seperti dalam Rajah 2. Sehingga ke hari ini, tangki ini berjaya menyimpan najis lembu tersebut dan penghasilan biogas masih dalam proses.



**Rajah 1** Ujikaji Skala Kecil untuk Pemerapan Najis Lembu



Rajah 2 Tangki Penghasilan Biogas

## 4. Analisis dan Perbincangan

### 4.1 Analisis

Berdasarkan Jadual 1 di bawah, ujikaji berskala kecil yang dijalankan ini berjaya menghasilkan gas metana sebanyak  $0.0002 \text{ m}^3$  sepanjang tempoh pemerapan, iaitu selama 18 hari. Oleh itu, anggaran keputusan untuk ujikaji sebenar berdasarkan keputusan ujikaji berskala kecil ini diperolehi. Untuk ujikaji sebenar, nisbah yang sama masih digunakan antara najis lembu dan air, iaitu 1:1. Bagi berat najis lembu untuk ujikaji sebenar digunakan sebanyak 68 kg, gas yang telah dihasilkan adalah sebanyak 27.40 kg bersamaan dengan  $0.0274 \text{ m}^3$ .

Jadual 1: Data Pemerapan Najis Lembu Bernisbah 1:1

	Data Pemerapan Najis Lembu	
	Ujikaji Skala Kecil	Ujikaji Skala Sebenar
Berat Najis Lembu (kg)	0.50	68
Isipadu Air (l)	0.50	68
Jumlah Berat Awal (kg)	1.00	137
Jumlah Berat Akhir (kg)	0.80	109.6
Berat Gas yang Terhasil (kg)	0.20	27.4
Isipadu Gas yang Terhasil ( $\text{m}^3$ )	0.0002	0.00274

### 4.2 Perbincangan

Hasil daripada keputusan yang diperolehi hasil pemerapan projek, terdapat beberapa perkara yang berubah dan keputusannya agak ketara. Salah satunya adalah perubahan berat selepas pemerapan. Sebelum pemerapan itu dijalankan, kami telah mencatatkan berat botol iaitu seberat 0.75 kg dan berat tersebut melibatkan berat najis lembu iaitu sebanyak 0.50 kg dan berat air iaitu 0.25 kg. Setelah proses pemerapan campuran tersebut selama 21 hari, berat botol tersebut telah berubah dan beratnya adalah sebanyak 0.70 kg. Sepanjang proses pemerapan berjalan, terdapat dua gas utama yang terhasil iaitu gas metana dan karbon dioksida. Pada permulaan fasa

pemerapan, gas yang paling banyak terhasil adalah gas karbon dioksida. Akibat daripada penghasilan gas ini, kami perlu membuang gas tersebut dengan cara membuka injap perlahan-lahan. Tindakan ini perlu dilakukan kerana gas yang diperlukan pada akhir ujikaji hanyalah gas metana sahaja. Selain itu, antara faktor yang mempengaruhi keputusan ujikaji ini adalah faktor suhu sekeliling. Bagi ujikaji ini, kami menjalankan segala kerja-kerja ujikaji ini di luar bengkel. Tambahan pula, selesai sahaja proses pembuatan ujikaji yang hendak dijalankan, ianya diletakkan di luar bengkel juga atas sebab untuk mengelakkan ujikaji tersebut berkemungkinan untuk meletup disebabkan oleh pengumpulan biogas yang banyak dan akan menyebabkan keadaan di dalam bengkel berbau, kotor dan melibatkan kerja-kerja pembersihan. Memandangkan cuaca yang berlaku pada masa itu, iaitu rata-ratanya cuaca panas, ianya telah banyak mengundang suhu yang panas terhadap kawasan di sekitar bengkel tersebut. Haba yang beredar itu berkemungkinan besar telah mempercepatkan proses pemerapan.

## 5. Kesimpulan dan Cadangan

Hasil pemerapan terhadap campuran najis lembu dan air melalui botol kecil bernisbahkan kepada 1:1 selama 21 hari, kehadiran biogas berjaya dibuktikan dengan menggunakan pemetik api. Kajian yang telah dijalankan ini tidak menggunakan sebarang pemangkin tambahan juga. Hal ini dapat menunjukkan bahawa biogas dapat dihasilkan meskipun hanya dalam tempoh yang singkat dan menggunakan skala yang kecil. Hasilnya dapat dibuktikan terhasilnya nyalaan dan percikan api pada botol yang pertama dan kedua. Dalam keadaan anaerobic, iaitu oksigen yang rendah ataupun ketiadaan oksigen, bakteria daripada najis lembu ini berjaya menguraikan sebatian organik ini kepada gas metana dan karbon dioksida. Oleh yang demikian, gas yang berjaya dihasilkan tidaklah banyak disebabkan oleh faktor tempoh pemerapan yang pendek iaitu hanya selama 21 hari sahaja. Jika pemerapan diteruskan lagi dalam beberapa minggu, kebarangkalian kuantiti biogas yang dapat dihasilkan adalah lebih banyak dan menjadikan nyalaan api menjadi lebih lama apabila diuji menggunakan pemetik api. Tambahan pula, kajian yang dijalankan tidak menggunakan sebarang pemangkin yang membolehkan proses penghasilan biogas tersebut berlaku secara cepat dan dalam tempoh yang pendek dan penggunaan pemangkin juga tidak termasuk dalam skop kajian kami. Jadi, untuk menghasilkan biogas dalam kuantiti yang banyak, tempoh pemrosesan pemerapan haruslah ditambahkan lagi dalam tempoh 35 hari sebelum mengujinya. Hal ini dikatakan demikian kerana apabila botol-botol tersebut diuji tidak mengikut tempoh yang bersesuaian, gas yang terhasil itu akan dibakar melalui penggunaan pemetik api dan selebihnya terbebas keluar di udara. Hal ini menjadikan botol itu kekurangan ataupun kehabisan gas dan proses pemerapan perlu dilakukan lagi dalam tempoh yang lama. Bagi uji kaji pemerapan najis lembu dan air untuk skala yang besar, ianya perlu menunggu dalam tempoh 40 hari ataupun lebih untuk menghasilkan biogas dalam kuantiti yang maksimum kerana penggunaan bahan seperti najis lembu dan air adalah jauh lebih banyak berbanding uji kaji berskala kecil.

## Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Pusat Pengajian Diploma Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM) yang telah memberi sokongan bagi menjayakan projek akhir ini..

## Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

## Sumbangan Penulis

*Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian:** Muhammad Syafiq Reduan Nor Liza, Siti Nur Aqilah Jummary, Salman Syimir Husain; **pengumpulan data:** Muhammad Syafiq Reduan Nor Liza, Siti Nur Aqilah Jummary, Salman Syimir Husain; **analisis dan interpretasi hasil:** Muhammad Syafiq Reduan Nor Liza, Siti Nur Aqilah Jummary, Salman Syimir Husain; **penyediaan draf manuskrip:** Ghazali Kadis, Noor Azizah Sidek. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.*

## Rujukan

- [1] I.M. Alfa, S.O Dahunsi, O.T. Iorhemen, C.C. Okafor, S.A. Ajayi, "Comparative evaluation of biogas production from Poultry droppings, Cow dung and Lemon grass" *Bioresource Technology*, vol. 157, pp. 270–277, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2014.01.108>
- [2] Mago, O. Y. T., Nirmalasari, M. Y., Kuki, A. D., Bunga, Y. N., & Misa, "Effect of the Type of Organic Waste and Retention Time on Biogas Production from Cow Dung." *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Hayati*, pp. 155–162, 2021. <https://doi.org/10.24002/biota.v5i3.3682>
- [3] Ogwang, I. C., Kasedde, H., Nabuuma, B., Kirabira, J. B., & Lwanyaga, J. D., "Characterization of Biogas Digestate for Solid Biofuel Production in Uganda" *Scientific African*, vol. 12, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00735>

- [4] Wu, X., Yang, H., & Guo, L. "Effect of operation parameters on anaerobic fermentation using cow dung as a source of microorganisms." *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 35(1), pp 46–51, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2009.10.039>
- [5] Gupta, K. K., Aneja, K. R., & Rana, D. "Current status of cow dung as a bioresource for sustainable development." *Bioresources and Bioprocessing*, vol, 3(1), 2016 <https://doi.org/10.1186/s40643-016-0105-9>
- [6] Iyagba, E., Mangibo, I. A., & Mohammad, Y. S. "The study of cow dung as co-substrate with rice husk in biogas production." *ResearchGate*. 2009 <https://www.researchgate.net/publication/228673984> The study of cow dung as co-substrate with rice husk in biogas production.
- [7] Ace, P. D. (2021). Biofuel-Tenaga dari hidupan. *Root of Science*. <https://rootofscience.com/blog/2017/kejuruteraan/kej-kimia/biofuel-tenaga-dari-hidupan/>
- [8] Jabatan Perkhidmatan Veterinar Lembu Fidlot. (n.d.). <https://www.dvs.gov.my/index.php/pages/view/685>