



Riwayat Artikel:

Masuk: 25-12-2023

Diterima: 31-07-2024

Dipublikasi: 03-09-2024

Cara Mengutip

Fidela, Wita, Yuni Ahda, Zhafira, Yusi Febriani, Yolanda Azzahra, Yiyin P. Ningky, T. Berlian, et al. 2024. "Pemanfaatan Kotoran Sapi Menjadi Biogas Sebagai Upaya Pengendalian Limbah Peternakan". Jurnal Ekologi, Masyarakat dan Sains 5 (2): 186-92. <https://doi.org/10.55448/0br55f55>.

Lisensi:

Hak Cipta (c) 2024 Jurnal Ekologi, Masyarakat dan Sains



Artikel ini berlisensi *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*.

Artikel

Pemanfaatan Kotoran Sapi Menjadi Biogas Sebagai Upaya Pengendalian Limbah Peternakan

Wita Fidela , Dini, D. N. Putri, Duni Ayu, Jelly K. Sari, Regina, T. Berlian, Yiyin P. Ningky, Yolanda Azzahra, Yusi Febriani, Zhafira, Yuni Ahda, Suci Fajrina

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Jl. Prof Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang, Indonesia.

 Penulis koresponden: witafidela2018@gmail.com

Abstrak: Sapi merupakan mamalia yang cukup banyak ditenakkan diseluruh wilayah Indonesia. Besarnya jumlah peternak sapi di daerah Indonesia memiliki sisi positif dan negatif jika ditinjau dari berbagai sudut pandang. Peternakan sapi pada umumnya menghasilkan limbah ternak, terutama kotoran. Kotoran sapi dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar produksi energi alternatif berupa biogas. Namun pada kenyataannya, banyak peternak sapi yang mengabaikan masalah limbah kotoran hewan ini dan terbuang sia-sia, bahkan menjadi polusi terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengujicobakan pemanfaatan kotoran sapi menjadi bahan organik utama dalam produksi biogas sebagai upaya berkelanjutan dalam meminimalisir dampak lingkungan akibat limbah peternakan dan sebagai energi alternatif. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan percobaan produksi biogas selama 21 hari menggunakan digester sederhana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kotoran sapi memiliki potensi yang besar sebagai bahan baku pembuatan biogas. Selain itu terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi produksi biogas seperti tingkat keasaman, temperatur lingkungan, dan kondisi kotoran yang digunakan.

Kata Kunci: biogas, kotoran sapi, limbah peternakan.

Abstract: Cows are mammals that are widely bred throughout Indonesia. The large number of cattle breeders in Indonesia has positive and negative sides when viewed from various points of view. Cattle farming generally produces livestock waste, especially manure. Cow dung can be used as a basic ingredient for alternative energy production in the form of biogas. However, in reality, many cattle breeders ignore the problem of animal waste and it is wasted, even causing pollution to the environment. This research aims to test the use of cow dung as the main organic material in biogas production as a sustainable effort to minimize the environmental impact due to livestock waste and as an alternative energy. This research uses an experimental method with a biogas production trial for 21 days using a simple digester. The research results show that cow dung has great potential as a raw material for making biogas. Other factors influence biogas production, such as acidity levels, environmental temperature, and manure conditions.

Keywords: biogass, cow dung, livestock waste.

1 PENDAHULUAN

Sapi merupakan mamalia yang cukup banyak ditenakkan diseluruh wilayah Indonesia. Terlebih untuk penduduk Indonesia daerah agraris yang sebagian besarnya bermata pencaharian sebagai petani dan peternak. Luasnya lahan pertanian dan keuntungan berada di wilayah tropik, memudahkan mayoritas penduduk Indonesia

dalam usaha peternakan sapi. Selain itu faktor ekonomi juga memainkan peran penting dalam peternakan sapi, karena usaha ini memberikan kontribusi besar terhadap penghidupan sejumlah besar masyarakat. Berdasarkan penelitian Putri dkk. (2019), pada daerah pedesaan Indonesia, setidaknya para peternak memiliki sapi paling kurang sebanyak 3-4 ekor sapi (Putri dkk. 2019).

Besarnya jumlah peternak sapi di daerah Indonesia memiliki sisi positif dan negatif jika ditinjau dari berbagai sudut pandang. Sapi merupakan komoditas hewan ternak yang menjanjikan dari segi ekonomi. Setiap tahunnya, kebutuhan akan daging sapi di Indonesia terus meningkat, begitu pula dengan impor yang terus bertambah dengan laju yang semakin tinggi (Ploransia dkk. 2022). Trend ini mendorong motivasi masyarakat khususnya yang berada di daerah pedesaan dengan lahan luas untuk menggiatkan usaha peternakan sapi. Hanya saja, jika dipandang dari aspek lain, peternakan sapi juga memiliki dampak negatif, terutama bagi lingkungan.

Peternakan sapi pada umumnya menghasilkan limbah ternak berupa limbah cair dan limbah padat. Limbah padat peternakan dapat berupa kotoran ternak dan sisa pakan ternak, sedangkan limbah cairnya meliputi limbah pencucian kandang, air limbah sanitasi ternak, dan urin ternak. Limbah ternak yang dihasilkan dari peternakan sapi ini akan berdampak langsung pada tingkat kebersihan lingkungan. Menurut Saputro dkk. (2014), satu ekor sapi bisa menghasilkan limbah padat sebanyak 20-30 kg dan sebanyak 100-150-liter limbah cair per satu hari (Saputro dkk. 2014). Limbah ternak dapat menimbulkan permasalahan yang berkaitan dengan masalah higienis yang diklasifikasikan dalam tiga macam, diantaranya produksi gas *noxius*, kontaminasi tanah akibat kandungan kotoran ternak berlebihan, dan juga polusi air. Inilah mengapa perhatian peternak terhadap pengelolaan limbah ternak sangat penting.

Kurang lebih 25 kg kotoran busa dihasilkan oleh satu ekor sapi dewasa dengan bobot 450 kg per hari (Widyastuti dkk. 2013). Banyaknya kotoran sapi yang terbuang sia-sia dan bahkan mencemari lingkungan sekitar, dapat diatasi dengan pengolahan limbah ini, salah satunya dengan cara produksi biogas. Biogas adalah gas yang muncul ketika bahan-bahan organik seperti kotoran baik hewan atau manusia, dan sampah organik disimpan ditempat yang kedap udara (Lubis dan Siregar 2020). Perombakan anaerobik yang terjadi selama proses fermentasi feses secara alami menghasilkan gas metan. Apabila dibakar, gas yang dihasilkan oleh biogas ini akan menyala, hal ini karena kotoran hewan yang digunakan sebagai bahan baku, terurai menjadi gas metan. Sifat gas metan yang dihasilkan dari biogas ini lebih unggul jika dibandingkan bahan bakar non-alternatif. Gas metan biogas lebih ramah lingkungan dan dapat diperbarui karena berasal dari bahan-bahan dan limbah organik.

Namun pada kenyataannya, banyak peternak sapi yang mengabaikan masalah limbah kotoran hewan mereka. Limbah-limbah peternakan sapi ini pada umumnya belum dikelola dengan baik, bahkan tak sedikit dari oknum peternak yang membuang limbah langsung ke perairan umum. Permasalahan seperti ini berdampak langsung terhadap lingkungan dan memicu terjadinya pencemaran lingkungan. Terlebih lagi buangan limbah yang langsung dilepaskan peternak ke sumber air yang menjadi mata air penduduk setempat, perlakuan ini menimbulkan polusi air tingkat sedang hingga tinggi tergantung pada banyak limbahnya. Ini juga akan berdampak langsung pada kesehatan masyarakat dan dapat menimbulkan penyebaran penyakit di kalangan warga setempat. Selain itu kotoran hewan yang tidak diolah dengan benar juga menyebabkan polusi udara karena baunya yang tidak sedap.

Sumber daya energi memiliki peran yang sangat penting bagi pembangunan ekonomi nasional. Energi dibutuhkan untuk pertumbuhan kegiatan industri, jasa, perhubungan dan rumah tangga. Dalam jangka panjang, peran energi berkembang khususnya guna mendukung pertumbuhan sektor industri dan kegiatan lainnya. Walaupun Indonesia adalah sebuah negara penghasil minyak dan gas, namun berkurangnya cadangan minyak, penghapusan subsidi mengakibatkan harga minyak naik dan kualitas lingkungan menurun akibat penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber-sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan menjadi pilihan (Karaman 2021).

Bahan-bahan organik merupakan salah satu contoh sumber energi terbarukan yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu contoh bahan organik yang dapat dimanfaatkan adalah kotoran sapi. Kotoran sapi sering ditemui berserakan di jalanan bahkan di sekitar pemukiman warga. Kotoran sapi yang berserakan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, seperti polusi udara dan polusi tanah. Oleh sebab itu, diperlukan suatu pengolahan. kotoran sapi yang tepat dan bermanfaat, yakni dikonversikan menjadi biogas sebagai bentuk energi terbarukan melalui proses fermentasi anaerobik (Samosir 2021).

Biogas adalah produk atas pada proses pencernaan bahan organik oleh mikroba pada kondisi anaerob. Bahan organik adalah semua bahan yang berasal dari makhluk hidup. Kandungan utama bahan organik adalah karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O). Selain itu umumnya juga terdapat kandungan nitrogen (N) dan sulfur (S) pada beberapa jenis bahan organik. Biogas diproduksi oleh bakteri dari bahan organik

didalam kondisi hampa udara (anaerobik proses). Proses ini berlangsung selama pengolahan atau fermentasi, gas tersebut sebagian besar berupa metan dengan rumus molekul karbon tetrahidrida (CH_4) atau metana dan karbondioksida dengan rumus molekul karbon dioksida (CO_2). Campuran gas tersebut bersifat mudah terbakar apabila kandungan metan mencapai lebih dari 50 %. Potensi produksi gas dari suatu jenis bahan sesungguhnya cukup tinggi apabila dengan kadar bahan organiknya juga tinggi dan memiliki tingkat rasio C/N 20: 1 sampai 40:1 (Kartono 2020).

Berdasarkan permasalahan ini, maka peneliti memberikan solusi dalam pengelolaan limbah ternak khususnya limbah padat dari kotoran sapi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan kotoran sapi sebagai limbah organik menjadi bahan utama dalam pembuatan energi alternatif dan sekaligus meminimalisir dampak pencemaran lingkungan akibat limbah peternakan.

2 METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan selama 21 hari pada 25 November 2023 - 16 Desember 2023. Penelitian dilakukan di area rumah kawat laboratorium biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Kotoran sapi yang digunakan di ambil di peternakan sapi warga lokal di daerah Mata Air, Padang Selatan, Kota Padang, Sumatra Barat.

2.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kotoran sapi segar, air, dan jerami padi. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah jirigen plastik ukuran 10 kg, selang gas ukuran 30 cm, kran ukuran $\frac{1}{4}$ inch, klem perekat kran, lem dextone sebagai perekat bagian berlubang.

2.3 Prosedur

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut.

- 1) Menyiapkan digester sederhana dengan bahan-bahan yang sudah disediakan, jirigen plastik, selang gas, kran, lem perekat, dan dextone.
- 2) Merancang digester dengan menggunakan jirigen plastik sebanyak 1 buah. Tutup jirigen dilubagi pada bagian tengah, seukuran dengan kran dan klem untuk selang, kemudian klem dipasang dibagian selang dan direkatkan ke tutup jirigen. Kran dipasang di bagian arah tutup jirigen sebagai pengatur ketika gas

dilepas dan ditutup. Kran di bagian tutup direkatkan dengan lem dextone dan tidak dibiarkan ada celah lubang sedikitpun. Tutup jirigen dipasang kembali dengan jirigen dengan erat.



Gambar 1. Merancang Digester

- 3) Membuat campuran kotoran sapi dengan air dan jerami, perbandingan 1:2:3, antara jerami: air: kotoran sapi.



Gambar 2. Membuat Campuran Bubur Kotoran

- 4) Memasukkan campuran kotoran sapi dan air ke dalam masing-masing digester, kemudian digester ditutup rapat dan diletakkan ditempat terlindung cahaya matahari.



Gambar 3. Memasukkan Campuran Bubur Kotoran Ke Dalam Digester

- 5) Digester yang telah diisi kotoran kemudian didiamkan selama 14 hari dengan tujuan untuk fermentasi gas metana.
- 6) Pada hari ke-14 gas metan sudah terbentuk dan sudah bisa diuji cobakan.
- 7) Prosedur pengujicobaan digester adalah dengan cara membuka kran dan membiarkan gas keluar dari jirigen. Untuk mengetahui

apakah ada gas yang dikeluarkan adalah dengan menyulut api dibagian mulut selang. Jika api menyembur setelah kran dilepas, berarti ada gas yang terbentuk. Semakin besar semburan api oleh gas mengindikasikan bahwa semakin banyak gas metan yang terbentuk.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian yang dilakukan selama 21 hari ini, didapatkan hasil biogas yang berbeda di setiap kali percobaan melihat keberadaan produksi gas, yang disajikan dalam tabel berikut 1.

Tabel 1. Hasil Percobaan Produksi Biogas

Waktu	Kondisi Gas	Gambar
9 Des. 2023	Produksi gas terlihat namun tidak cukup kuat	
13 Des. 2023	Produksi gas cukup kuat dan terdapat bau cukup kuat dari gas yang dihasilkan	
16 Des. 2023	Produksi gas tidak terlalu kuat dan bau gas tidak terlalu menyengat dibandingkan 3 hari sebelumnya	

Sumber: Hasil Penelitian Peneliti

Biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk diantaranya; kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah *biodegradable* atau setiap limbah organik yang *biodegradable* dalam kondisi anaerobik. Kandungan yang paling utama dalam

biogas adalah metana dan karbon dioksida. Biogas memiliki potensi untuk digunakan menjadi sumber energi terbarukan. Hal ini dikarenakan kandungan gas metana (CH₄) yang tinggi dan nilai kalornya yang cukup tinggi yaitu sekitar antara 4.800-6.700 kkal/m³. Di mana gas metana hanya mempunyai satu karbon pada setiap rantainya yang membuat pembakarannya lebih ramah lingkungan. Biogas merupakan gas tidak berwarna, tidak berbau dan sangat tinggi kadarnya, gas ini memiliki daya nyala lebih cepat. Biogas dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar gas kendaraan, maupun sebagai penghasil listrik dan juga alternatif gas elpiji. Penggunaan biogas memiliki tingkat keselamatan yang lebih aman dibandingkan gas elpiji. Misalnya jika pipa atau penampung gas bocor, tidak akan terjadi ledakan karena gas yang keluar akan menguap dengan cepat dan jika api didekatkan ke sumber gas maka tidak akan terjadi semburan api yang mengakibatkan kebakaran. Sehingga biogas kotoran sapi ini dapat dinyatakan bahan bakar yang aman (Wardana dkk. 2021).

Kotoran sapi merupakan limbah dari hasil dari peternakan yang bersifat basah, di mana pada proses pembuangannya sering bercampur dengan urin dan air mandi dari hewan ternak tersebut. Kandungan unsur hara dalam kotoran sapi bervariasi tergantung pada keadaan produktivitas sapi (sapi perah, sapi potong, dan lain lain), jenis pakan, dan jumlah pakan, namun komposisi terbesar adalah selulosa (Sugiono dkk. 2023). Kotoran sapi adalah substrat yang dianggap paling cocok sebagai sumber pembuat gas bio, karena substrat tersebut mengandung bakteri penghasil gas metan yang terdapat dalam perut hewan ruminansia. Keberadaan bakteri di dalam usus besar ruminansia tersebut membantu proses fermentasi, sehingga proses pembentukan gas bio pada tangki pencernaan dapat dilakukan lebih cepat. Walaupun demikian, bila kotoran tersebut akan langsung diproses dalam tangki pencernaan, perlu dilakukan pembersihan terlebih dahulu (Irawan 2016).

Kotoran sapi sebagai bahan baku potensial dalam pembuatan biogas karena mengandung pati dan lignoselulosa, biomassa yang mengandung karbohidrat, protein, dan lemak. Secara teori, produksi metana yang dihasilkan dari karbohidrat, protein dan lemak berturut-turut adalah 0,37; 1,0; 0,58 m³ CH₄ per kg bahan kering organik. Kotoran sapi mengandung ketiga unsur bahan organik tersebut sehingga dinilai lebih efektif untuk dikonversi menjadi sebuah gas metana. Salah satu cara menentukan bahan organik yang sesuai untuk menjadi bahan masukan sistem biogas. adalah dengan mengetahui perbandingan karbon (C) dan nitrogen (N) atau disebut rasio C/N (Naufal 2022).

Pada penelitian ini, peneliti menambahkan jerami padi sebagai komposisi bahan organik. Perbandingan yang digunakan terhadap banyak kotoran, air, dan jerami adalah 3:2:1. Pada percobaan ini peneliti menambahkan jerami padi sebagai bahan organik. Penambahan jerami dapat meningkatkan kadar metana pada biogas. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Elyza (2020) yang berkesimpulan bahwa penambahan jerami pada kotoran sapi dapat memperpendek waktu produksi, meningkatkan rata-rata produksi harian dan menaikkan kadar metana pada biogas (Elyza 2020). Jerami padi segar mengandung sekitar 20-26% kadar air yang umumnya berkurang hingga 12 hingga 14% (basah) dengan penjemuran. Dibandingkan dengan sumber daya biomassa lainnya, jerami padi mengandung sejumlah besar bahan mudah menguap yang berkisar antara 60,5% dan 69,70% (Pal dkk. 2022).

Biogas merupakan produk hasil fermentasi oleh bakteri anaerob yang terdiri dari beberapa tahapan. Tahap pertama yang terjadi pada waktu-waktu awal fermentasi adalah penguraian struktur kimiawi bahan organik yang ada meliputi kotoran sapi dan jerami oleh bakteri anaerob menjadi struktur molekul yang lebih sederhana, seperti perubahan polisakarida menjadi monosakarida dan perubahan protein menjadi peptida dan amino. Setelah diuraikan, maka bahan akan di asidifikasi oleh zat asam yang dihasilkan oleh bakteri anaerob. Senyawa-senyawa sederhana yang berhasil dihidrolisis sebelumnya diubah menjadi asam asetat, hidrogen, dan karbondioksida. Proses membentuk asam asetat oleh bakteri anaerob ini membutuhkan oksigen dan karbondioksida yang diambil dari oksigen terlarut dalam larutan, hal inilah yang mendasari bahwa komposisi air harus banyak agar mencukupi kebutuhan bakteri anaerob karena air berperan sebagai media. Proses terbentuknya asam dalam keadaan anaerob ini akan berperan dalam proses pembentukan gas metana selanjutnya (Irfan dkk. 2023).

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan peneliti, biogas sudah dapat terlihat produksinya sejak hari ke-14 dilakukannya penelitian. Hal ini dibuktikan dengan adanya semburan api dari nyala api pancingan yang menandakan adanya gas yang dikeluarkan dari digester biogas. Pada hari ke-18 juga diadakan uji coba produksi biogas dengan hasil biogas masih dapat terbentuk namun memiliki bau yang lebih menyengat dibandingkan pada uji coba pertama. Percobaan terakhir dilakukan pada hari ke-21, dimana gas masih terbentuk namun produksinya tidak lebih kuat dari uji coba-uji coba sebelumnya dan aroma gas juga

tidak lebih menyengat dari uji coba pada tiga hari sebelumnya. Perbedaan hasil didapatkan di setiap uji coba di waktu yang berbeda, ini membuktikan bahwa di setiap harinya masih dapat terjadi proses fermentasi yang baik oleh bakteri anaerob pada digester.

Menurut Fitriyah dkk. (2021), biogas dapat diproduksi selama 7-14 hari, ini sesuai dengan percobaan peneliti, dimana pada hari ke-14 gas metan sudah dapat diproduksi (Fitriyah dkk. 2021). Pendapat lain yang dinyatakan oleh Lubis dan Siregar (2020) dalam penelitiannya bahwa proses fermentasi dapat berlangsung selama 60-90 hari untuk mendapat gas metan yang sempurna (Lubis dan Siregar 2020). Sedangkan Wardana dkk. (2021) menyebutkan bahwa pembuatan biogas memakan waktu selama 4-5 minggu (Wardana dkk. 2021). Didasarkan pada hasil uji coba peneliti di setiap waktu yang berbeda, dengan hasil yang berbeda maka percobaan yang dilakukan sesuai dengan teori, karena semakin lama proses fermentasi yang dilakukan peneliti, gas yang dihasilkan juga semakin membaik. Hal ini ditinjau dari produksi kekuatan gas dan aroma gas yang dihasilkan. Pada uji coba terakhir di hari ke-21, gas yang dihasilkan tidak lebih kuat dibandingkan gas pada hari ke-14, namun aroma gas menjadi lebih baik dan tidak lebih menyengat dari aroma gas yang dihasilkan pada hari ke-18.

Proses fermentasi gas oleh bakteri anaerob pada produksi biogas ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti temperatur, tingkat keasaman, komposisi bahan organik, dan kualitas kotoran. Peneliti melakukan percobaan yang berlokasi di rumah kawat, laboratorium biologi, FMIPA, UNP, dengan temperatur suhu ruang dan kondisi sejuk. Suhu tinggi dapat membunuh bakteri anaerob sehingga fermentasi tidak berlangsung, bakteri anaerob untuk produksi biogas dalam digester dapat bekerja secara optimum pada suhu sekitar 20-40°C (Lazuardi 2008). Dengan kondisi suhu ruang dan terlindung dari sinar matahari langsung, maka produksi biogas akan menjadi jauh lebih baik. Selain itu, kondisi kotoran sapi juga dapat berpengaruh terhadap intensitas gas yang dihasilkan. Kotoran sapi yang baik untuk digunakan sebagai bahan biogas adalah kotoran sapi segar pada ruang terbuka kurang dari 12 jam (Umar 2022). Maka perlu diperhatikan kondisi kotoran sapi yang digunakan untuk mendapatkan biogas yang maksimal.

Ukuran digester yang digunakan oleh peneliti pada percobaan ini adalah jirigen dengan volume 10 kg dan selang yang berfungsi untuk mengeluarkan gas dengan ukuran 30cm. Digester volume 10kg ini mampu menampung campuran

Fidela, Wita, Yuni Ahda, Zhafira, Yusi Febriani, Yolanda Azzahra, Yiyin P. Ningky, T. Berlian, et al. 2024. "Pemanfaatan Kotoran Sapi Menjadi Biogas Sebagai Upaya Pengendalian Limbah Peternakan".

bahan organik kotoran sapi dan air sebanyak kurang lebih 6kg hingga 7kg, volume digester tidak boleh terlalu penuh agar terdapat ruang untuk penampungan gas. Untuk pembuatan digester skala rumah tangga maka, dapat menggunakan digester berukuran lebih besar dengan panjang selang disesuaikan.

4 PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa kotoran sapi memiliki potensi besar digunakan sebagai bahan baku organik pembuatan biogas. Pada proses pembuatan, gas metan sudah dapat diproduksi sejak hari ke-14 setelah fermentasi. Proses ini terus berlanjut hingga hari ke-21 dan seterusnya. Semakin lama proses fermentasi, maka gas yang diproduksi juga semakin baik dan semakin banyak, ditandai dengan bertambahnya volume digester dari hari ke hari yang mengindikasikan terdapat penambahan volume gas di setiap harinya. Pada tahap pencampuran komposisi air dan kotoran hewan, komposisi air sebaiknya digunakan lebih banyak, karena air adalah media fermentasi bagi bakteri anaerob yang akan menguraikan bahan organik, hal ini akan berpengaruh pada volume gas yang dihasilkan. Kualitas gas yang dihasilkan selama produksi biogas dipengaruhi oleh temperatur, tingkat keasaman, komposisi bahan organik, dan kualitas kotoran.

DAFTAR PUSTAKA

- Elyza, Rizka. 2020. Pengaruh penambahan jerami padi terhadap peningkatan kualitas biogas. *Skripsi*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Fitriyah, A., Harmayani, R., Jamili, A., Mariani, Y., Kartika, N. M. A., & Isyaturriyadhah, I. 2021. Pengolahan Limbah Kotoran Sapi Menjadi Energi Gas Non Fosil dan Pupuk Organik di Desa Batu Kuta Lombok Barat, *Jurnal Selaparang*, 4 (3), 855-861. DOI: <https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i3.5396>
- Irawan, D., & Eko Suwanto. 2016. Pengaruh EM4 (Effective Microorganism) Terhadap Produksi Biogas Menggunakan Bahan Baku Kotoran Sapi. *Turbo*. Vol 5(1): 44-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.24127/trb.v5i1.118>
- Irfan, A., Harkaneri., Rimet., & Febria, D. 2023. Memajukan Ekonomi Melalui Pemanfaatan Biogas dari Kotoran Sapi di Desa Makmur Sejahtera, *Yumary: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 125-136. DOI: <https://doi.org/10.35912/yumary.v4i1.2501>
- Karaman, N. 2021. Pemanfaatan Kotoran Sapi sebagai Sumber Energi (Biogas) Rumah Tangga di Kabupaten Sampang Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik Mesin*, 1(1). <https://ea.upnjatim.ac.id/index.php/abdimesin/article/view/8>
- Kartono, S. 2020. *Biogas Kotoran Ternak*. Yogyakarta: Alprint.
- Lazuardi, I. 2008. Rancang Bangun Alat Penghasil Biogas Model Terapung. *Skripsi Fakultas, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan*.
- Lubis, S., & Siregar, C. A. 2020. Pelatihan Pemanfaatan Kotoran Ternak Sapi Sebagai Pembuatan Biogas Untuk Mengatasi Kelangkaan Gas LPG di Desa Sei Mencirim, *Jurnal Abdi Sabha* 4 (3). <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/2167558>
- Naufal, F. 2022. *Bioteknologi Dan Penerapannya Dalam Penelitian Dan Pembelajaran Sains*. Yogyakarta: Anggota Ikapi.
- Pal, D.B., Tiwari, A.K., Mohamad, A., Prasad, N., Srivastava N. 2022. Enhanced biogas production potential analysis of rice straw: Biomass characterization, kinetics and anaerobic co-digestion investigations. *Bioresour Technol*. Vol 358. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127391>
- Ploransia, I. M. A., Irwani, N., & Chandra, A. A. 2022. Potensi Pengembangan Peternakan Sapi Potong di Kecamatan Seputih Banyak Kabupaten Lampung Tengah, *Jurnal Peternakan Terapan*, 4 (1), 7-12. DOI: <https://doi.org/10.25181/peterpan.v4i1.2536>
- Putri, R. E., Andasuryani, A., & Pratiwi, I. 2019. Studi Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Biogas Dari Nagari Aie Tajun Kecamatan Lubuk Alung Kabupaten Padang Pariaman, *Jurnal Dampak* 16, (1), 26-30. <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/981144>
- Samosir, G.R.A. & Merry, M.M. 2021. Analisis Pendahuluan Pemanfaatan Konsorsium Bakteri Termofilik dari Kotoran sapi Untuk Produksi Biogas. *Journal of Applied Technology and Informatics Indonesia*, Vol. 1 (1): 1-5.
- Saputro, D. D., Wijaya, B. R., & Wijayanti, Y. 2014. Pengelolaan Limbah Peternakan Sapi untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Pada Kelompok Ternak Putra Sutera, *Jurnal Rekayasa*, 12 (2), 91-98. DOI: <https://doi.org/10.15294/rekayasa.v12i2.10124>

- Sugiono et.al. 2023. Pemanfaatan Limbah Ternak sapi Sebagai Biogas “Renewable Energy”. *Zabags International Journal of Engagemet*. Vol 1 (1): 1-7. DOI: <https://doi.org/10.61233/zijen.v1i1.1>
- Umar, A. K. 2022. Mahasiswa UNS Ubah Limbah Kotoran Sapi Menjadi Biogas, Portal Universitas Sebelas Maret.
- Wardana, L. A., Lukman, N., Mukmin., Sahbandi, M., Bakti, M. S., Amalia, D. W., Wulandari, N. P. A., Sarri, D. A., & Nababan, C, S. 2021. Pemanfaatan Limbah Organik (Kotoran Sapi) Menjadi Biogas dan Pupuk Kompos. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA* 4 (1), 201-207. DOI: [10.29303/jpmppi.v4i1.615](https://doi.org/10.29303/jpmppi.v4i1.615)
- Widyastuti, F. R., Purwanto, P., & Hidiyanto, H. 2013. Potensi Biogas Melalui Pemanfaatan Limbah Padat Pada Peternakan Sapi Perah Bangka Botanical Garden Pangkalpinang, *Jurnal Metana*, 9 (02). DOI: <https://doi.org/10.14710/metana.v9i02.7613>