

Received: Agustus 2020

Accepted: September 2020

Published: Oktober 2020

Analisis Pemanfaatan Energi Biogas Dari Campuran Limbah Kotoran Sapi Dan Kulit Durian Sebagai Energi Alternatif

Doddy Suanggana^{1*}, Alfian Djafar², Gad Gunawan³

^{1*,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

*doddy.suanggana@lecturer.itk.ac.id

Abstract

The continuous use of fossil energy as an energy source will have an impact on the environment and the availability of fossil energy sources. As a precautionary measure due to the impact of the use of fossil energy, the use of renewable energy as an alternative energy to substitute for fossil energy is decreasing. One of the ways to use renewable energy is biogas technology. This biogas uses waste or underutilized animal waste as an energy source. This study aims to determine the utilization of biogas energy production from a mixture of cow dung and durian peel. The production of biogas energy will be used for gas stoves and rice cookers. The research method uses quantitative methods, starting from making biogas technology tools, collecting biogas raw materials and collecting data and biogas utilization testing. Variations of a mixture of cow dung and durian peel 50:50; 70:30; 80:20. From the test results, the 70:30 variation has the best biogas production compared to the 50:50 and 80:20 variations. The maximum pressure is obtained on the 15th day with pressure 0.15 Bar with the gas volume 0.088 m³ and the volume of gas produced for 30 days is 1.2605 m³. The color of the flame from the biogas energy is bluish and there are reddish sparks and the stove has a long flame for 9 minutes 49 seconds to boil 1000 ml of water. The time needed to cook 100 grams of rice in the rice cooker for 7 minutes 30 seconds.

Keywords: biogas, cow dung, durian peel, stove, rice cooker

Abstrak

Penggunaan energi fosil secara terus menerus sebagai sumber energi akan memberikan dampak bagi lingkungan dan ketersediaan sumber energi fosil. Sebagai langkah pencegahan akibat dampak dari penggunaan energi fosil maka dilakukan pemanfaatan energi terbarukan sebagai energi alternatif pengganti energi fosil yang semakin berkurang. Salah satu cara pemanfaatan energi terbarukan adalah dengan teknologi biogas. Biogas ini menggunakan limbah atau kotoran hewan yang kurang dimanfaatkan sebagai sumber energi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan hasil produksi energi biogas dari campuran kotoran sapi dan limbah kulit durian. Dari hasil produksi energi biogas ini akan digunakan untuk kompor gas dan *rice cooker*. Metode penelitian menggunakan metode kuantitatif mulai dari pembuatan alat teknologi biogas, pengumpulan bahan biogas dan pengambilan data serta pengujian pemanfaatan biogas. Variasi campuran kotoran sapi dan kulit durian yakni 50:50; 70:30; 80:20. Dari hasil pengujian dihasilkan variasi 70:30 memiliki produksi biogas yang paling baik dibandingkan dengan variasi 50:50 dan 80:20. Tekanan maksimum didapatkan pada hari ke 15 dengan besar tekanan 0,15 Bar dengan volume gas 0,088 m³ dan volume gas yang dihasilkan selama 30 hari sebanyak 1,2605 m³. Warna nyala api dari energi biogas berwarna kebiru – biruan dan ada percikan warna kemerahan dan lama nyala api kompor selama 9 menit 49 detik untuk mendidihkan air sebanyak 1000 ml. Waktu yang dibutuhkan untuk menanak nasi sebanyak 100 gr pada *rice cooker* selama 7 menit 30 detik.

Kata kunci : biogas, kotoran sapi, kulit durian, kompor, rice cooker

1. Pendahuluan

Eksplorasi dan eksploitasi terhadap sumber daya alam terutama energi fosil seperti batu bara, minyak bumi, gas alam sebagai akibat dari pertumbuhan penduduk dan kemajuan teknologi yang masih banyak menggunakan energi fosil sebagai sumber energinya. Energi fosil ini merupakan sumber energi yang tidak terbarukan, sehingga dibutuhkan sumber energi alternatif untuk mengurangi penggunaan energi fosil.

Energi biogas merupakan salah satu energi alternatif dan energi terbarukan yang dapat digunakan untuk mengganti energi fosil. Biogas berasal dari gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik mikroorganisme dalam keadaan anaerob [1]. Penggunaan energi biogas ini lebih mudah dalam pengoperasian atau pembuatan dan memiliki pilihan bahan baku limbah organik yang banyak [2]. Menurut [3], produksi biogas dapat dilakukan skala kecil dan dapat beroperasi dalam berbagai kondisi di berbagai kondisi di daerah tropis, seperti Asia Tenggara.

Gas biogas yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik tersebut seperti metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), hydrogen (H_2) dan hydrogen sulfide (H_2S). Salah satu indikator yang paling penting dari biogas ini adalah kandungan gas metana (CH_4) dimana konsentrasi gas sebesar 50 – 80 vol [4].

Tabel 1. Komposisi Utama pada Biogas [4]

No.	Nama Gas	Rumus Kimia	Jumlah (%)
1	Methana	CH_4	60 – 70
2	Karboon Dioksida	CO_2	30 – 40
3	Nitrogen	N_2	3
4	Hidrogen	H_2	1 – 10
5	Oksigen	O_2	3
6	Hidrogen Sulfida	H_2S	5

Bahan baku dalam pembuatan biogas biasanya berasal dari kotoran hewan ternak, manusia, limbah rumah tangga, dan lain – lain. Karakteristik bahan baku biogas perlu diperhatikan dalam keberhasilan proses

fermentasi substrat sehingga dapat menghasilkan kualitas biogas yang berkualitas [5]. Dimana perbandingan unsur carbon (C) dan nitrogen (N) merupakan karakteristik yang penting dalam pembentukan gas metana.

Tabel 2. Substrat kotoran hewan dengan rasio C/N [5]

No.	Substrat	Rasio (C/N)
1	Urin	0,8
2	Kotoran Sapi	10 – 20
3	Kotoran Babi	9 – 13
4	Kotoran ayam	5 – 8
5	Kotoran Kambing	30

Durian (*Durio Zibethinus Murray*) merupakan buah asli Indonesia yang menempati posisi ke-4 buah nasional dengan produksi yang tidak merata sepanjang tahun [6]. Di Asia produksi durian mencapai 1,6 juta ton dan sekitar 1 juta ton kulit durian yang terbuang [7]. Kulit durian yang terbuang ini banyak dimanfaatkan seperti pengusir nyamuk, pengental pada makanan, bioetanol, dan briket [6]. Kandungan komposisi kimia dari kulit durian ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Kimia Kulit Durian [6]

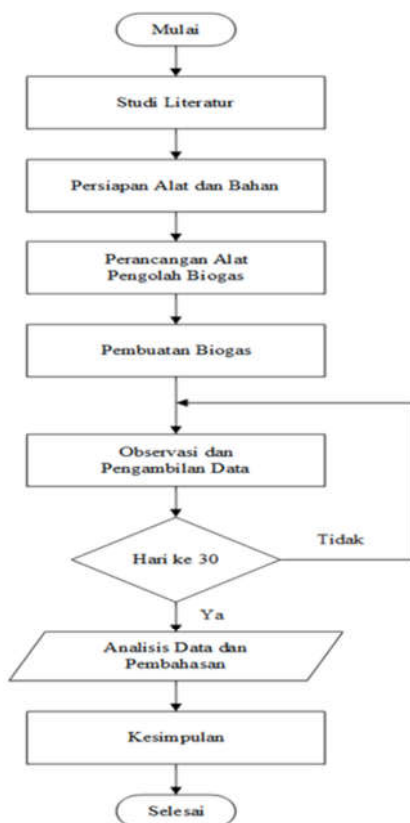
No.	Senyawa	Persentase(%)
1	Hemiselulosa	13,09
2	Selulosa	60,45
3	Lignin	15,45
4	Abu	4,35

Komposisi kulit durian yang dimanfaatkan untuk bahan baku biogas ini adalah selulosa sebesar 60,45 %. Dimana dari kandungan selulosa ini akan membuat mikroorganisme dari proses fermentasi biogas tetap hidup.

Secara umum penelitian ini memanfaatkan limbah kotoran sapi di peternakan dan limbah kulit durian yang banyak terbuang di kebun Institut Teknologi Kalimantan untuk dapat diubah menjadi energi alternatif (biogas). Kemudian dari hasil penelitian ini nantinya menjadi dasar penggunaan energi alternatif tersebut untuk dapat dimanfaatkan di daerah – daerah yang belum melaksanakan konversi energi, terkhusus dalam kebutuhan rumah tangga.

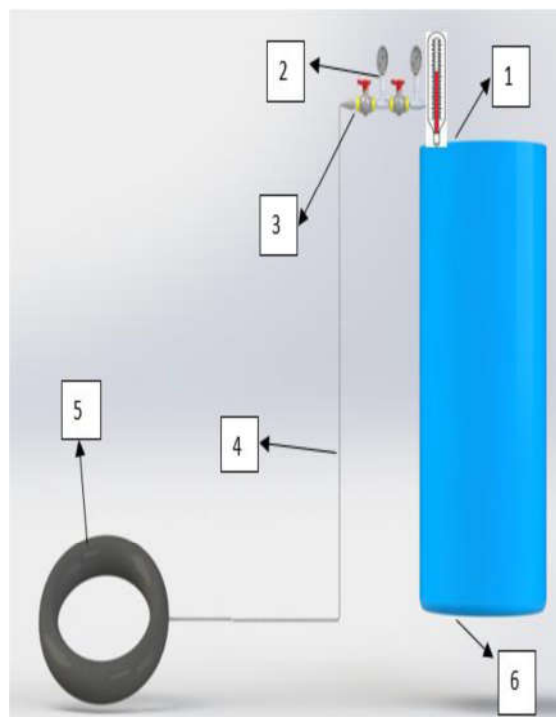
2. Metoda Penelitian

Metoda yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Alur penelitian teknologi biogas dari kotoran sapi dan kulit durian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Alur Penelitian

Pada Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa pada awal pembuatan biogas, yang pertama kali dilakukan yakni mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan biogas ini seperti, drum (digester), manometer, termometer air raksa, *valve*, pipa, selang kompressor, kotoran sapi dan kulit durian. Setelah itu kita mulai merancang digester yang akan digunakan sebagai tempat produksi biogas, yang nantinya kita akan masukkan bahan baku biogas ini. Pada digester tersebut terdapat manometer yang digunakan untuk mengukur tekanan dari biogas, termometer untuk mengukur temperatur dari gas biogas ini. Gambar 2 dibawah ini memperlihatkan desain dari instalasi biogas yang dibuat.



Gambar 2. Desain instalasi biogas

Dari Gambar 2 desain instalasi biogas ini terdiri dari :

1. Termometer
2. *Pressure gauge*
3. *Valve*
4. Selang kompressor
5. Ban dalam
6. Digester biogas

Digester yang sudah dirakit, lalu kami memasukkan bahan baku biogas berupa campuran kotoran sapi, kulit durian dan air dengan berat total 150 kg. Variabel kontrol yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Variabel kontrol

No.	Variabel	Nilai
1	Variasi Campuran Kotoran Sapi dan Kulit Durian	50:50; 70:30; 80:20
2	Air	50 L

Sebelum dilakukan pencampuran, terlebih dahulu kita mencacah kulit durian. Kotoran sapi lalu kita encerkan dengan air sebanyak 50 liter untuk tiap variasi pencampuran seperti pada tabel 4, setelah itu ditambahkan hasil cacahan kulit durian ke

dalam campuran kotoran sapi dan air tadi. Dari hasil campuran ini dimasukkan ke dalam digester dan ditutup rapat sehingga di dalam digester terjadi proses fermentasi secara anaerob.

Pengambilan data yang dilakukan selama 30 hari untuk ketiga variasi pencampuran dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Data Pengujian

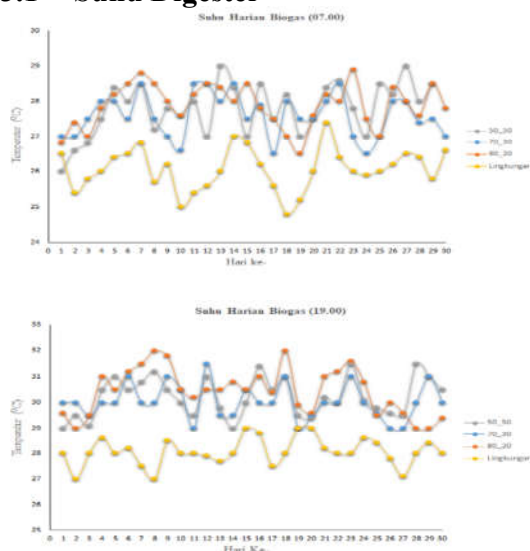
No.	Variabel	Satuan
1	Temperatur Biogas	$^{\circ}\text{C}$
2	Temperatur Lingkungan	$^{\circ}\text{C}$
3	Tekanan	Bar
4	Volume	m^3

Berdasarkan tabel 5, kami melakukan pengambilan data tekanan, temperatur lingkungan dan biogas serta volume biogas setiap hari dengan waktu pengambilan data tekanan dan volume pada pukul 07.00 pagi. Data temperatur biogas dan lingkungan diambil pada pukul 07.00 dan 19.00.

Dari hasil pengambilan data selama 30 hari akan dilakukan analisis data dan dari variasi campuran yang menghasilkan gas yang paling optimal akan dilakukan pengujian warna api dan lama nyala pada kompor biogas serta pengujian pada *rice cooker*.

3. Hasil Penelitian

3.1 Suhu Digester



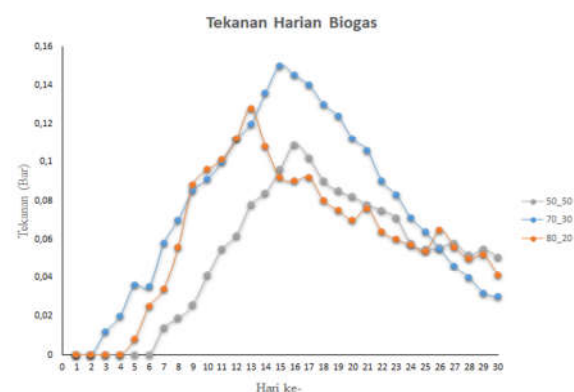
Gambar 3. Suhu harian digester

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa suhu rata – rata digester dari variasi campuran 50 : 50 pada waktu pagi dan malam hari masing – masing sebesar $27,82^{\circ}\text{C}$ dan $30,28^{\circ}\text{C}$. Campuran 70:30 pada waktu pagi dan malam hari masing – masing sebesar $27,59^{\circ}\text{C}$ dan $30,03^{\circ}\text{C}$. Dan untuk campuran 80:20 pada waktu pagi dan malam hari masing – masing sebesar $27,88^{\circ}\text{C}$ dan $30,43^{\circ}\text{C}$. Dari ketiga variasi didapatkan suhu digester optimum dalam menghasilkan biogas antara suhu $27 - 31^{\circ}\text{C}$. Menurut [8] suhu digester dalam memproduksi biogas berkisar antara $26 - 31^{\circ}\text{C}$. Sedangkan untuk suhu lingkungan pada pagi dan malam hari sebesar $26,07^{\circ}\text{C}$ dan $28,07^{\circ}\text{C}$.

Suhu pada digester memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu lingkungan ini disebabkan adanya aktivitas anaerob oleh bakteri sehingga terjadi peningkatan suhu di dalam digester [9]. Aktivitas anaerob ini disebut proses anaerobik, dimana proses ini terbagi menjadi dua yakni mesofilik ($25 - 40^{\circ}\text{C}$) dan termofilik yang memiliki temperatur lebih dari 40°C [10].

3.2 Tekanan Gas Biogas

Tekanan gas yang dihasilkan selama 30 hari untuk variasi 50:50; 70:30; 80:20 ditunjukkan pada Gambar 4 berikut ini



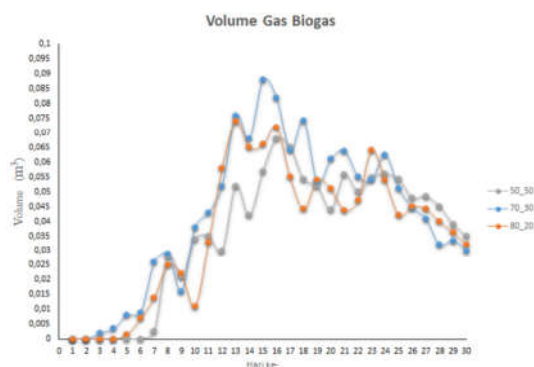
Gambar 4. Tekanan Gas Biogas

Dari Gambar 4 tekanan gas yang dihasilkan untuk variasi campuran 50:50 tekanan mulai ada pada hari ke 7 sebesar 0,014 Bar dan

tekanan tertinggi pada hari ke 16 sebesar 0,109 Bar. Variasi campuran 70:30 gas mulai dihasilkan dari hari ke 3 sebesar 0,012 Bar dan tekanan tertinggi didapatkan pada hari ke 15 sebesar 0,15 Bar. Sedangkan untuk variasi campuran 80:20 tekanan mulai ada pada hari ke 5 sebesar 0,008 Bar dan tekanan tertinggi pada hari ke 13 sebesar 0,128 Bar. Total tekanan yang dihasilkan selama 30 hari untuk variasi campuran 50:50 sebesar 1,552 Bar, campuran 70:30 sebesar 2,293 Bar dan campuran 80:20 sebesar 1,83 Bar. Tekanan biogas yang paling baik dihasilkan oleh campuran 70:30.

Kenaikan tekanan pada Gambar 4 untuk tiap variasi pencampuran sampai mencapai kondisi maksimum dipengaruhi oleh bakteri pembentuk biogas (bakteri anaerob) seperti *Methanobacterium*, *Methanobacillus*, *Methanococcus* dan *Methanosarcina* yang terjadi selama proses fermentasi dalam menguraikan selulosa yang terdapat pada campuran kotoran sapi dan kulit durian masih banyak dalam memproduksi biogas [4]. Setelah mencapai titik maksimum produksi biogas semakin menurun karena bakteri anaerob juga semakin berkurang sehingga tekanan yang dihasilkan semakin berkurang.

3.3 Volume Gas Biogas



Gambar 5. Volume Gas Biogas

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa volume gas yang dihasilkan bergantung pada tekanan yang dihasilkan pada biogas. Dimana tekanan biogas dipengaruhi oleh aktivitas bakteri anaerob selama fermentasi. Semakin tinggi tekanan biogas yang dihasilkan

maka semakin banyak volume biogas yang dihasilkan. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa pada campuran 50:50 mulai menghasilkan gas pada hari ke 7 dimana volume gas yang dihasilkan sebanyak 0,0026 m³, volume gas paling banyak dihasilkan pada hari ke 16 dengan volume sebanyak 0,068 m³ dan total volume yang dihasilkan dari campuran ini sebanyak 1,071 m³. Untuk variasi campuran 70:30 volume gas dihasilkan mulai hari ke 3 dengan volume sebanyak 0,002 m³. Volume gas paling banyak dihasilkan pada hari ke 15 sebesar 0,088 m³ dan total volume gas yang dihasilkan sebanyak 1,2605 m³. Sedangkan untuk variasi campuran 80:20, volume gas yang dihasilkan mulai hari ke 5 sebanyak 0,0016 m³ dan volume gas paling banyak pada hari ke 13 sebanyak 0,072 m³. Total volume gas yang dihasilkan pada campuran 80:20 sebanyak 1,1015 m³.

3.4 Kompor Gas Biogas

Pengujian hasil gas biogas pada kompor gas merupakan indikator untuk mengetahui kemampuan terbakar biogas. Kemampuan terbakar dari hasil biogas adalah indikasi adanya gas metana yang dihasilkan di dalam digester selama 30 hari. Dari hasil pengujian ini dapat dilihat warna api dan lama menyala api untuk mendidihkan air sebanyak 1000 ml. Produk gas biogas yang diuji adalah hasil biogas yang terbaik pada campuran 70:30.

Warna api merupakan warna yang dihasilkan pada saat proses pembakaran biogas. Hasil warna api biogas setelah 30 hari berwarna kebiru –biruan dan ada terdapat percikan warna kemerahan seperti terlihat pada Gambar 6 berikut



Gambar 6. Warna Nyala Gas Biogas

Warna nyala api yang berwarna biru menandakan adanya gas metana (CH_4) yang terkandung dari campuran kotoran sapi dan kulit durian, sedangkan untuk warna kuning menandakan adanya gas karbon dioksida (CO_2). Lama nyala api untuk mendidihkan air sebanyak 1000 ml membutuhkan waktu selama 9 menit 49 detik dengan titik didih 100°C sedangkan jika menggunakan sumber energi dari gas LPG maka didapatkan waktu selama 8 menit 7 detik dengan titik didih 100°C . Dari hasil yang pengujian ini penggunaan LPG masih lebih baik daripada menggunakan biogas dari campuran kotoran sapi dan kulit durian, dimana terdapat perbedaan waktu sebanyak 1 menit 42 detik. Ini menandakan bahwa energi biogas ini dapat digunakan sebagai energi alternatif untuk menggantikan energi fosil.

3.5 Rice Cooker Biogas

Pengujian hasil biogas dilakukan pada *rice cooker* biogas untuk mengetahui kemampuan dari gas biogas campuran kotoran sapi dan kulit durian. Pengujian ini dilakukan dengan menanak nasi sebanyak 100 gr beras dengan menggunakan produksi gas biogas yang terbaik pada variasi campuran 70:30. Pengujian biogas ini ditunjukkan pada Gambar 7 berikut ini



Gambar 7. Pengujian Energi Biogas pada *Rice Cooker*

Rice cooker yang menggunakan gas biogas memiliki prinsip yang sama dengan kompor biogas, dimana sumber panas yang digunakan berasal dari nyala api gas biogas. Dari hasil pengujian didapatkan waktu yang digunakan untuk menanak nasi selama 7 menit 30 detik. Sedangkan pengujian yang dilakukan untuk menanak nasi pada *rice cooker* yang

menggunakan listrik membutuhkan waktu selama 17 menit 2 detik. Perbedaan waktu yang didapatkan dari penggunaan energi biogas dengan listrik sebesar 9 menit 32 detik. Hal ini disebabkan karena energi yang digunakan dari *rice cooker* biogas menggunakan sumber energi dari api biogas sehingga waktunya lebih baik dari pada menggunakan listrik. Jadi penggunaan energi biogas ini dapat digunakan sebagai energi alternatif khususnya digunakan untuk menanak nasi.

4. Kesimpulan

Pemanfaatan biogas dari campuran kotoran sapi dan kulit durian memiliki potensi untuk digunakan sebagai energi alternatif. Dari hasil penelitian untuk ketiga variasi campuran. Variasi campuran 70:30 memiliki energi biogas yang paling baik, dimana tekanan dimana tekanan yang paling tinggi dihasilkan sebesar 0,15 Bar pada hari ke 15 dengan volume sebanyak $0,088 \text{ m}^3$ dan volume gas yang dihasilkan selama 30 hari sebanyak $1,2605 \text{ m}^3$. Warna nyala api yang dihasilkan memiliki warna kebiru – biruan dan ada terdapat percikan warna kemerahan sedangkan lama nyala api untuk mendidihkan air sebanyak 1000 ml membutuhkan waktu selama 9 menit 49 detik. Sedangkan penggunaan pada *rice cooker* didapatkan waktu yang digunakan untuk menanak nasi sebanyak 100 gr selama 7 menit 30 detik. Penggunaan teknologi biogas dari hasil penelitian ini sangat cocok untuk diaplikasikan di daerah yang memiliki perkebunan durian dan ternak sapi.

5. Saran

Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut dengan menambahkan pengaduk yang berputar terus menerus selama proses fermentasi dan penambahan bahan kimia EM4 ke bahan baku biogas sehingga dapat menghasilkan gas biogas yang lebih optimal lagi.

6. Ucapan Terima Kasih

10.1007/3-540-45839-5_1.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Kalimantan yang sudah memberikan bantuan dana untuk menunjang kegiatan penelitian yang dilakukan

7. Daftar Pustaka

- [1] Wahyuni S., *Panduan Praktis Biogas*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2015.
- [2] N. B. D. Thi, C. Y. Lin, and G. Kumar, *Waste-to-wealth for valorization of food waste to hydrogen and methane towards creating a sustainable ideal source of bioenergy*, vol. 122. Elsevier Ltd, 2016.
- [3] H. Roubík, J. Mazancová, P. Le Dinh, D. Dinh Van, and J. Banout, "Biogas quality across small-scale biogas plants: A case of central vietnam," *Energies*, vol. 11, no. 7, pp. 1–12, 2018, doi: 10.3390/en11071794.
- [4] F. A. Prihutama *et al.*, "Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Daerah Desa Monggol, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta," in *SNITT*, 2017, pp. 87–94.
- [5] J. E. Siswanto and A. Susanto, "Analisa Biogas Berbahan Baku Enceng Gondok dan Kotoran Sapi," *Chempublish J.*, vol. 3, no. 1, pp. 11–20, 2018, doi: 10.22437/chp.v3i1.4806.
- [6] D. A. A, H. Pampang, and L. Yunita, "Potensi Limbah Kulit Durian Sebagai Bahan Baku Pembuatan Energi Alternatif," *Senatek*, pp. 843–850, 2015.
- [7] M. R. Manshor *et al.*, "Mechanical, thermal and morphological properties of durian skin fibre reinforced PLA biocomposites," *Mater. Des.*, vol. 59, pp. 279–286, 2014, doi: 10.1016/j.matdes.2014.02.062.
- [8] A. T. R. Anoop Johnny, Y. Tarun Kumar, "Investigation Study Of Biogas Production Using Catalyst," *Int. J. Pure Appl. Math.*, vol. 119, no. 12, pp. 15829–15839, 2018, [Online]. Available: <http://www.ijpam.eu>.
- [9] C. Afrian, A. Haryanto, U. Hasanudin, and I. Zulkarnain, "Produksi Biogas Dari Campuran Kotoran Sapi Dengan Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum*)," *J. Tek. Pertan. Lampung*, vol. 6, no. 1, pp. 21–32, 2017.
- [10] B. K. Ahring, "Perspectives for anaerobic digestion," *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.*, vol. 81, pp. 1–30, 2003, doi: