



Analisis Produksi Biogas sebagai Sumber Energi Rice Cooker menggunakan Campuran Kotoran Sapi dan Kulit Pisang dengan Metode Anaerobic Digestion

Aris Kurnia Wijaya¹, Doddy Suanggana², Hadhimas Dwi Haryono³

^{1, 2, 3}Departement of Mechanical Engineering, Industry and Process Engineering, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan.

¹ Email: 03161015@student.itk.ac.id ² Email: doddy.suanggana@lecturer.itk.ac.id

³ Email: hadhimas@lecturer.itk.ac.id

Abstract

Biogas technology is a technology used to process organic waste into a renewable energy source in the form of bio gas. Bio gas is produced by the process of overhaul and fermentation of organic materials such as livestock manure by microorganisms in an airtight chamber (digester). The gas produced is mostly more than 50% in the form of methane. Biogas can be used as an alternative energy to meet the needs of daily life such as cooking, lighting and others. The purpose of this study was to determine the effect of a mixture of cow dung and banana peels in the formation of biogas and determine the performance of rice cookers on biogas produced in the anaerobic digestion process. The method used in this study is the first in the raw material which is to include a mixture of cow dung, banana peels and water with a ratio of 1:1:1, each of which is 30 kg in composition (digester). Next is the fermentation stage for 30 days by tightly closing the drum cover so that it is airtight. Biogas temperature can be clearly known that there is a difference every day between 29-31.5°C. The total pressure for 30 days was 2,679 bar and the mass of biogas was 1917 gram. To cook 200 grams of rice using a biogas rice cooker, data obtained 10 tires or 150 grams and 10 minutes 20 seconds the length of time to cook rice until cooked.

Keywords: Biogas, cow dung, banana peel, rice cooker

Abstrak

Teknologi biogas merupakan teknologi yang digunakan untuk mengolah limbah organik menjadi sumber energi terbarukan dalam bentuk gas bio. Gas bio dihasilkan dengan proses perombakan dan fermentasi bahan-bahan organik seperti kotoran ternak oleh mikroorganisme di dalam ruang kedap udara (digester). Gas yang dihasilkan sebagian besar lebih dari 50% berupa metana. Biogas layak digunakan sebagai energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan dalam kehidupan sehari-hari seperti memasak, penerangan dan lain-lain. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil produksi biogas dari campuran kotoran sapi dan kulit pisang dalam pembentukan biogas dan mengetahui performa rice cooker terhadap biogas yang dihasilkan pada proses anaerobic digestion. Metode yang digunakan pada penelitian ini yang pertama pada bahan baku yaitu memasukkan campuran kotoran sapi, kulit pisang dan air dengan perbandingan 1:1:1 yang masing-masing komposisinya sebesar 30 kg kedalam drum (digester). Selanjutnya yaitu tahap fermentasi selama 30 hari dengan cara menutup dengan rapat penutup drum agar kedap udara. Suhu biogas dapat diketahui dengan jelas bahwa terjadi perbedaan setiap harinya antara 29-31,5°C. Didapatkan total tekanan selama 30 hari sebesar 2,679 bar dan massa biogas sebesar 1917 gram. Untuk menanak nasi 200 gram menggunakan rice cooker biogas, didapatkan data 10 ban dalam atau 150 gram dan 10 menit 20 detik lamanya waktu untuk memasak nasi hingga matang.

Kata Kunci: Biogas, kotoran sapi, kulit pisang, rice cooker



1. Pendahuluan

Beberapa tahun terakhir ini energi merupakan persoalan yang krusial di dunia. Peningkatan permintaan energi yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduk dan menipisnya sumber cadangan minyak dunia serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil memberikan tekanan kepada setiap negara untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan. Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tahun 2006 cadangan minyak Indonesia hanya tersisa sekitar 9 miliar barel. Apabila terus dikonsumsi tanpa ditemukannya cadangan minyak baru, diperkirakan cadangan minyak ini akan habis dalam dua dekade mendatang. Cara untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak pemerintah telah menerbitkan peraturan presiden republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada sumber daya yang dapat diperbaharui sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak. Salah satu sumber energi alternatif adalah biogas. Gas ini berasal dari berbagai macam limbah organik seperti sampah biomassa, kotoran manusia, kotoran hewan dapat dimanfaatkan menjadi energi melalui proses anaerobik digestion. Proses ini merupakan peluang besar untuk menghasilkan energi alternatif sehingga akan mengurangi dampak penggunaan bahan bakar fosil (Sulistiyanto dkk, 2016).

Kotoran hewan yang paling sering dimanfaatkan ialah kotoran ternak sapi. Berdasarkan data dari Kementrian Pertanian (2014), populasi sapi potong tahun 2013 di Indonesia mencapai 16.606.803 ekor. Kotoran ternak segar dari seluruh populasi ternak di Indonesia tahun 2009 sebanyak 88.714.888.170 ton/tahun, apabila diproses menjadi biogas (asumsi secara keseluruhan) akan menghasilkan biogas yang setara dengan minyak tanah sebanyak 4.331 juta liter/tahun dan menghasilkan pupuk organik kering sebanyak 34,6 juta ton/tahun (Pertiwiningrum, 2015). Beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan eksperimen yaitu mencampurkan kotoran ternak dengan kulit pisang. Kulit pisang yang digunakan adalah kulit pisang kepok. Hal ini dikarenakan kulit pisang mengandung senyawa kimia seperti selulosa, hemiselulosa yang mengandung asam senyawa organik yang dapat dijadikan substrat untuk produksi biogas. Hasil penelitiannya yaitu campuran kotoran sapi dengan kulit pisang menghasilkan produksi biogas yang tertinggi adalah 3,6 liter. Penambahan limbah kulit pisang dengan campuran kotoran ternak menghasilkan bahwa penambahan limbah kulit pisang memberikan pengaruh terhadap konsentrasi gas metan dan produksi gas metan. Sehingga kesimpulannya adalah membandingkan tanpa kotoran ternak dengan yang mengandung kotoran ternak menghasilkan bahwa lebih besar volume gas pada perlakuan yang mengandung kotoran ternak dibanding tanpa kotoran ternak (Rahim dkk, 2018).

Pemanfaatan limbah ternak (kotoran sapi) dan limbah organik juga belum dilakukan secara maksimal. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pengetahuan tentang pemanfaatan kotoran sapi dan limbah sayuran yang dapat diubah menjadi energi alternatif serta mengurangi pencemaran lingkungan. Kandungan metana (CH_4) yang terkandung pada kotoran sapi cukup besar. Oleh karena itu, kotoran sapi yang dicampur dengan limbah organik sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas (Fitri dan Dhaniswara, 2018). Biogas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi anaerob (kedap udara) dalam sebuah alat atau bangunan yang disebut reaktor atau *digester*. Biogas yang diperoleh dengan konsentrasi metan yang tinggi memiliki nilai kalor dan laju pembakaran yang tinggi (Wulandari dan Labiba, 2017). Berdasarkan data penelitian sebelumnya, maka penulis akan mengembangkan hasil dari penelitian sebelumnya agar mengetahui seberapa besar hasil produksi biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi dan limbah kulit pisang terhadap performa *rice cooker* energi biogas. Sehingga dari uraian latar belakang tersebut, penulis tertarik melakukan penelitian tentang analisis produksi biogas sebagai sumber energi *rice cooker* menggunakan campuran kotoran sapi dan kulit pisang dengan metode *anaerobic digestion*.

2. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan secara garis besar dilaksanakan dalam beberapa tahap, yakni tahap persiapan bahan eksperimen, tahap eksperimen dan pengambilan data serta tahap pengolahan data eksperimen. Tahap persiapan bahan eksperimen dilakukan proses persiapan alat dan bahan untuk menunjang perancangan dalam pembuatan alat produksi biogas sederhana. Tahap eksperimen dan pengambilan data dilakukan setiap hari terhitung dari hari pertama hingga selesai. Tahap pengolahan data eksperimen dilakukan analisis berupa hasil yang telah diperoleh setiap harinya dan pengaruh yang timbul saat proses eksperimen. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kotoran sapi, kulit pisang (semua jenis) dan air. Adapun peralatan yang digunakan dalam merancang alat produksi biogas ini terdiri dari drum plastik (*digester*), pipa PVC, bor, selang, ban dalam, katup (*valve*), manometer, gergaji dan lain-lain.

Sebelum membuat alat produksi biogas, dilakukan perancangan yang perlu digambarkan dalam bentuk skema. Tahap ini dilakukan dengan mengkombinasi bahan yang telah disiapkan. Gambar 1 menunjukkan rancangan skema alat yang akan dibuat dengan keterangan:

1. Drum sebagai bak fermentasi (*digester*).
2. *Thermometer* sebagai pengukur suhu.
3. Pipa penghubung.
4. *Manometer* sebagai pengukur tekanan.
5. *Valve*.
6. Ban dalam sebagai tempat penampung biogas.
7. *Rice cooker* biogas.



Gambar 1 : Skema alat produksi biogas

Gambar 1 merupakan skema alat produksi biogas, dimana panah berwarna biru menunjukkan bahwa biogas yang telah difermentasi setiap harinya akan dikirim ke tempat penampungan melewati pipa penghubung selama 30 hari yang selanjutnya akan dilakukan penimbangan massa biogas. Setelah biogas disimpan, kemudian biogas yang sudah tersimpan akan digunakan untuk mengaplikasikan *rice cooker*. Adapun rincian dimensi dari setiap komponen yang akan dirakit pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 : Dimensi komponen

No.	Nama Komponen	Material	Ukuran
1	Drum	Plastik	Diameter 52 cm Volume 180 L
2	Pipa	PVC	Diameter 0,5 in
3	Selang	Plastik	Diameter ¾ in
4	Ban dalam	Karet	Volume 0,015 m ³

Proses produksi biogas dilakukan pencampuran bahan baku yaitu kotoran sapi, kulit pisang dan air dalam *digester* dengan rasio masing-masing 1:1:1. Agar fermentasi lebih cepat, bahan baku yang kasar harus digiling atau dirajang terlebih dahulu. Setelah semua bahan dicampurkan kemudian dilakukan pengadukan hingga semua bahan merata kemudian tutup *digester* hingga rapat dan pastikan *digester* kedap dari udara (*anaerobic digestion*). Observasi dan pengambilan data yang dilakukan yaitu berupa data suhu, tekanan dan massa biogas pada *digester* yang diukur setiap hari pukul 10.00 WITA selama 30 hari. Analisis yang dilakukan adalah analisis perubahan yang terjadi setiap harinya pada *digester* selama 30 hari, kondisi optimum yaitu pada suhu sekitar 30-40°C. Kondisi ini dengan adanya air, proses pencernaan mengubah bahan organik menjadi energi gas. Setelah 30 hari pengambilan data berupa suhu, tekanan dan massa biogas, kemudian dilakukan analisis pengaruh yang terjadi pada *rice cooker* berupa performa. Performa yang dimaksud adalah kinerja atau kemampuan dalam menanak nasi.

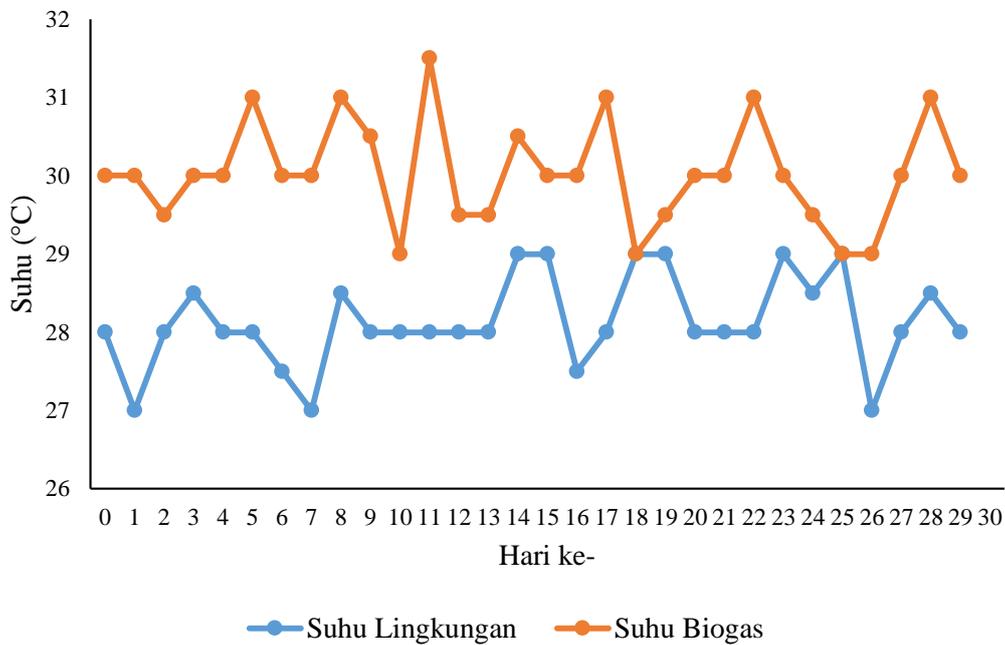
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penelitian ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2 : Hasil data biogas

Hari	Suhu Lingkungan	Suhu Biogas	Tekanan Biogas	Massa Biogas
	°C	°C	bar	gram
1	28	30	0	0
2	27	30	0	0
3	28	29,5	0	0
4	28,5	30	0,0125	5
5	28	30	0,025	13
6	28	31	0,0375	22
7	27,5	30	0,05	35
8	27	30	0,075	43
9	28,5	31	0,0875	55
10	28	30,5	0,1	69
11	28	29	0,125	83
12	28	31,5	0,15	98
13	28	29,5	0,1675	106
14	28	29,5	0,15	96
15	29	30,5	0,15	93
16	29	30	0,1375	90
17	27,5	30	0,125	90
18	28	31	0,1125	82
19	29	29	0,1125	84
20	29	29,5	0,1	80
21	28	30	0,1	85
22	28	30	0,0875	88
23	28	31	0,075	84
24	29	30	0,075	76
25	28,5	29,5	0,05	81
26	29	29	0,05	72
27	27	29	0,05	77
28	28	30	0,05	76
29	28,5	31	0,05	71
30	28	30	0,0375	63
Rata-rata	29	31	0,0893	64
Total	-	-	2,679	1917

Proses fermentasi anaerob (kedap udara) bahan organik dan produksi biogas sangat peka terhadap suhu. Suhu yang dimaksud ialah suhu lingkungan (di luar *digester*) maupun suhu biogas (di dalam *digester*). Grafik suhu yang terjadi pada produksi biogas ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut:



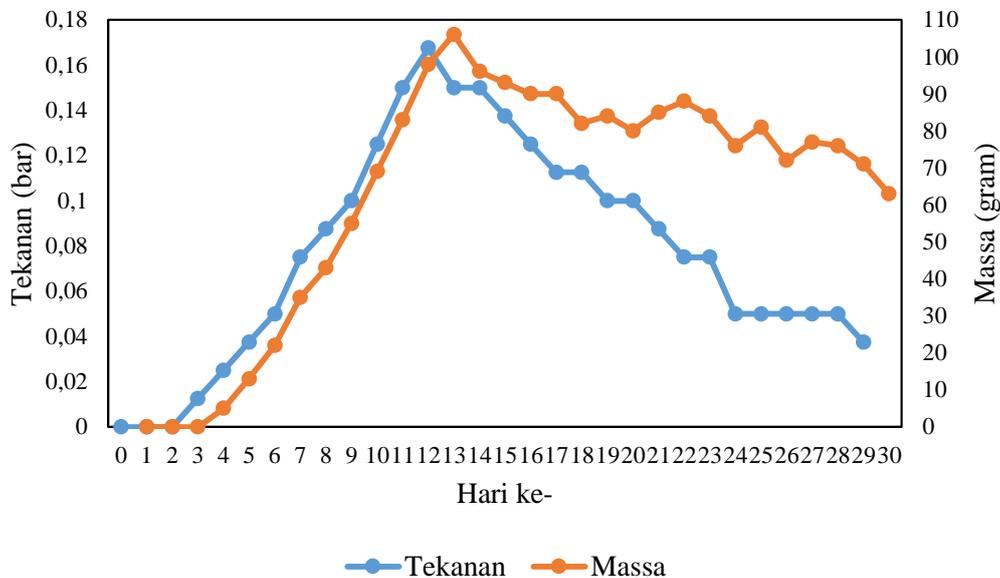
Gambar 2 : Suhu harian biogas selama 30 hari

Kenaikan atau penurunan suhu dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang berubah. Kondisi tersebut dapat disebabkan karena suhu lingkungan tidak konstan yaitu terjadi perubahan suhu antara 2-5°C. Berdasarkan grafik pada Gambar 2, diketahui suhu lingkungan dan suhu biogas mengalami fluktuasi, dimana fluktuasi tersebut terjadi karena beberapa faktor, antara lain dikarenakan proses anaerob sangat tergantung oleh aktivitas mikroorganisme yang sangat rentan terjadinya fluktuasi. Selain itu, pengadukkan yang hanya dilakukan diawal mempengaruhi proses fermentasi yang terjadi. Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa perubahan suhu biogas tidak selalu sejalan dengan peningkatan atau penurunan suhu lingkungan, dimana dapat disimpulkan bahwa suhu biogas tidak dapat ditinjau pengaruhnya dari parameter suhu lingkungan saja. Hal ini disebabkan oleh banyaknya pengaruh yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme, baik itu akibat dari jumlah mikroorganisme dan jumlah makanannya hingga waktu pengambilan data yang hanya diambil sehari sekali pada pukul 10.00 WITA. Suhu biogas dapat diketahui dengan jelas bahwa mengalami perbedaan setiap harinya antara 29-31,5°C. Suatu kondisi pada saat suhu substrat paling tinggi yaitu pada hari ke-12 dengan suhu 31,5°C dan terjadi penurunan suhu sebesar 29°C pada hari ke-11, 19, 26, 27. Hal tersebut terjadi karena suhu lingkungan memiliki rentang suhu lingkungan dari 27-29°C, dimana suhu tersebut didata pada pukul 10.00 WITA. Suhu produksi biogas rata-rata 25-40°C dengan suhu paling optimum yaitu 30-40°C. Suhu lingkungan memiliki rata-rata suhu yaitu 29°C, sedangkan suhu biogas yang dihasilkan rata-rata yaitu 31°C.

Perubahan suhu yang selalu berubah-ubah terjadi cukup signifikan, hal ini terjadi akibat suhu lingkungan yang naik-turun karena cuaca terik hingga cuaca hujan. Kondisi cuaca yang sedang hujan terjadi kondisi suhu substrat di dalam *digester* menjadi rendah akibatnya bakteri metanogenik yang memakan glukosa berkembang lambat dan sensitif terhadap perubahan mendadak pada kondisi fisik dan kimiawi, begitu juga sebaliknya jika cuaca sedang terik. Suhu biogas juga dipengaruhi oleh pengambilan biogas, dimana biogas diambil setiap hari sehingga terjadi fluktuasi mulai hari ke-4. Material bahan dalam hal ini drum yang digunakan sebagai *digester* bukan merupakan isolator/penahan panas yang baik sehingga suhu lingkungan dapat mempengaruhi bakteri di dalam *digester*. Drum yang digunakan juga tidak akan tahan dengan perlakuan panas yang diberikan terus-menerus. Perbedaan suhu antara di luar

dan di dalam *digester* disebabkan karena perbedaan dari masing-masing bahan/media menyerap panas tersebut.

Proses pengambilan data tekanan, tekanan yang dimaksud ialah tekanan internal atau tekanan yang terdapat pada biogas di dalam *digester*. Grafik tekanan dan massa yang dihasilkan dari produksi biogas ditunjukkan pada Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3 : Tekanan dan massa harian biogas selama 30 hari

Produksi biogas selama proses fermentasi dapat diamati melalui pembacaan alat ukur manometer (*pressure gauge*) yang dipasang pada *digester*. Jika terbaca jarum pada manometer sudah bergerak, maka biogas mulai terbentuk. Tekanan yang muncul secara konstan menandakan bahwa biogas yang dihasilkan telah optimal. Tekanan yang semakin besar mengindikasikan bahwa biogas yang dihasilkan semakin besar pula. Berdasarkan grafik pada Gambar 3, tekanan biogas dapat diketahui bahwa terjadi perbedaan setiap harinya antara 0-0,1675 bar. Pada hari ke-4 sudah muncul tekanan pada *digester* sebesar 0,0125 bar, hal ini menunjukkan bahwa biogas pula sudah muncul pada hari ke-4. Kondisi tekanan biogas paling optimal dihasilkan pada hari ke-13 sebesar 0,1675 bar. Total tekanan yang didapatkan selama 30 hari sebesar 2,679 bar. Adanya tekanan tergantung dari biogas yang dihasilkan, oleh sebab itu banyaknya biogas juga bergantung pada jumlah bakteri metanogenik dan glukosa sebagai makanannya.

Massa biogas berbanding lurus dengan tekanan, namun terdapat beberapa hari yang tidak berbanding lurus. Hal ini disebabkan oleh tidak maksimalnya biogas yang tertampung saat mengirim biogas ke dalam penampung biogas menggunakan selang penghubung, sehingga adanya biogas yang terbuang. Selain itu terdapat bahan baku yang masih memiliki kandungan biogas walaupun tekanan mengalami penurunan. Terjadinya penurunan biogas dikarenakan produksi biogas yang mulai kurang optimal, sebab kinerja dari mikroorganisme atau dari jumlah kandungan makanan dari bahan baku yang berkurang. Walaupun terdapat tekanan yang mengalami penurunan tetap saja produksi biogas terus berlangsung sehingga dapat diambil massa biogasnya. Massa biogas yang muncul akan ditampung ke dalam ban dalam yang sudah dirancang sedemikian rupa terdapat pada Gambar 4. Cara untuk mengukur massa harian biogas dilakukan penimbangan massa biogas yang dihasilkan. Setelah ditimbang, untuk mengetahui nilai dari massa biogas yaitu mengurangi massa biogas dan massa ban dalam dengan ban dalam kosong (tanpa biogas). Berdasarkan grafik pada Gambar 3, massa biogas muncul pertama kali pada hari ke-4 sebesar 5 gram dan massa biogas paling tinggi atau optimal pada hari ke-13 yaitu 106 gram. Massa biogas total yang didapatkan selama 30 hari sebesar 1917 gram. Hal ini disebabkan karena munculnya massa biogas saat adanya tekanan.

Proses fermentasi dan pengumpulan biogas ke dalam ban dalam yang dilakukan setelah 30 hari akan diaplikasikan pada *rice cooker* energi biogas. Ban dalam yang digunakan memiliki volume sebesar $0,015 m^3$ dan kapasitas massa biogas yang dapat ditampung sebesar 15 gram. Berikut adalah Gambar 4 merupakan ban dalam yang akan digunakan dalam penelitian ini:



Gambar 4 : Ban dalam sebagai penyimpan biogas

Berikut adalah Gambar 5 merupakan *rice cooker* energi biogas yang akan digunakan pada penelitian ini:



Gambar 5 : *Rice cooker* biogas

Rice cooker biogas memiliki spesifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3 : Spesifikasi *rice cooker* biogas

No.	Nama	Keterangan
1	Material	Stainless Steel
2	Diameter	31 cm
3	Tinggi	30 cm
4	Kapasitas	3,5 L
5	Berat	6 kg

Pada tahap pengaplikasian, *rice cooker* digunakan dengan cara menghubungkan ban dalam yang berisi biogas. *Rice cooker* dihubungkan dengan menggunakan selang penghubung dan dieratkan agar kedap atau tidak bocor. Setelah instalasi terpasang dilakukan penanakan nasi menggunakan beras sebanyak 200 gram. Setelah dilakukan penimbangan, kemudian beras yang sudah ditimbang dimasak dengan diberi air. Beras dimasak hingga matang, saat sudah matang dapat dilakukan pendataan berupa lamanya waktu dalam memasak nasi dan massa biogas yang dibutuhkan hingga nasi matang. Diketahui 1 ban dalam memiliki massa biogas sebesar 15 gram, didapatkan data 10 ban dalam atau 150 gram dan 10 menit 20 detik lamanya waktu untuk memasak nasi hingga matang yang ditunjukkan pada Gambar 6 sebagai berikut:



Gambar 6 : Pengoperasian *rice cooker* biogas

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan adalah suhu lingkungan tidak dapat dikontrol dan kandungan biogas tidak dapat dianalisis. Kondisi suhu berpengaruh terhadap bakteri yang akan menghasilkan biogas, dimana bakteri akan berkembang cepat jika suhu optimal. Selama 30 hari proses produksi biogas, suhu yang dihasilkan optimum antara 29-31,5°C. Suhu lingkungan berpengaruh pada saat fermentasi bahan baku biogas, karena suhu lingkungan yang tidak dikontrol dan penempatan *digester* yang tidak diisolasi sehingga suhu biogas dalam menghasilkan gas biogas memiliki suhu antara 29-31,5°C. Tekanan biogas sudah muncul pada hari ke-4, dimana kondisi tekanan biogas paling optimal dihasilkan pada hari ke-13 sebesar 0,1675 bar dengan total tekanan biogas selama 30 hari sebesar 2,679 bar. Massa biogas berbanding lurus dengan tekanan biogas, sehingga kondisi dimana massa biogas paling optimal pada hari ke-13 sebesar 106 gram dengan total massa biogas selama 30 hari sebesar 1917 gram. Menanak nasi 200 gram menggunakan *rice cooker* biogas, didapatkan data 10 ban dalam atau 150 gram dan 10 menit 20 detik lamanya waktu untuk memasak nasi hingga matang.

Referensi

- Catur Wulandari, Q. L. (2017). *Pembuatan Biogas dari Campuran Kulit Pisang dan Kotoran Sapi Menggunakan Bioreaktor Anaerobik*. <http://repository.its.ac.id/46279/>
- Ir. Ambar Pertiwiningrum, M.Si., P. D. (2015). *Instalasi Biogas*.

- Medya Ayunda Fitri, T. K. D. (2018). *Pemanfaatan Kotoran Sapi Dan Sampah Sayur Pada Pembuatan Biogas Dengan Fermentasi Sampah Sayuran*. 4(1).
- Rahim, Irwan Ridwan, Asiyanti T. Lando, E. A. (2018). *Efisiensi Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Dalam Menghasilkan Biogas*. 4179, 2–4.
- Y. Sulistiyanto, Sustiyah, S. Zubaidah, B. S. (2016). *Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Biogas*. *Jurnal Udayana Mengabdi*, 15(2), 150–158.