

## KARAKTERISASI BIOGAS HASIL PEMURNIAN DENGAN DOWN-UP PURIFIER TERMODIFIKASI

### Abdul Mukhlis Ritonga

Dosen  
Universitas Jenderal Soedirman  
Jurusan Teknologi Pertanian  
abdul.ritonga@unsoed.ac.id

### Masrukhi

Dosen  
Universitas Jenderal Soedirman  
Jurusan Teknologi Pertanian  
mrukhi@gmail.com

### Azis Imam Safi'i

Mahasiswa S1  
Universitas Jenderal Soedirman  
Jurusan Teknologi Pertanian  
azisimams007@gmail.com

*Biogas is a combustible gas produced from the fermentation process of organic materials by anaerobic bacteria. Biogas can be made by using a digester. A digester is a place where the process of decomposing organic matter by bacteria. The result of biogas still contains impurity gases, so that the quality of biogas is not good. Therefore, efforts to filter the gas are necessary. The purifier is a device to filter a gas. The use of purifiers in a series of digester installations aims to filter out unnecessary gases. The purpose of this research is to design a down-up purifier type biogas purification plant, to determine the changes in substrate characteristics during fermentation and conduct a gas quality test after purification. The results showed that the biogas installation type down-up purifier was designed and assembled using 150 liter drums for gas digesters and reservoirs, 1/2 inch hoses for connecting, 2 purifiers for purification and activated charcoal adsorbents. The C/N ratio is 36.37, an average substrate temperature of 28.62°C and an average pH of 5.9. Initial and final Biological Oxygen Demand (BOD) values are 960.12 mg/l and 9.312.53 mg/l. The initial and final Chemical Oxygen Demand (COD) values are 313,500.00 mg/l and 29,100.00 mg/l. Then Total Solid (TS) decreased by 1.45% and Volatile Solid (VS) increased by 0.21%. The use of activated charcoal adsorbents in the two purifiers can reduce CO<sub>2</sub> gas content by 83.79% in biogas with the most optimal purification time of 60 minutes.*

**Keywords:** *Biogas, Purification, Design, Down-Up Purifier, Activeted Charcoal*

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia menghadapi berbagai permasalahan energi dalam beberapa tahun terakhir ini. Permasalahan tersebut diantaranya adalah peningkatan permintaan energi yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduk dan berkurangnya sumber cadangan minyak dunia serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil. Sehingga diperlukan energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi Indonesia. Salah satu sumber energi alternatif yang dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari adalah biogas.

Biogas merupakan gas mudah terbakar yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob. Prinsip pembuatan biogas adalah adanya dekomposisi bahan organik secara anaerobik (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan gas yang sebagian besar kandungannya adalah gas metana (CH<sub>4</sub>) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Proses dekomposisi anaerobik dibantu oleh sejumlah mikroorganisme, terutama bakteri penghasil metan. Proses ini akan menghasilkan biogas sebagai energi alternatif yang dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil [1,2].

Biogas dapat diproduksi dari kotoran ternak, limbah industri tahu atau sampah organik rumah tangga dan pasar. Teknologi biogas merupakan teknologi yang mudah diaplikasikan. Biogas memiliki prospek yang baik sebagai alternatif energi terbarukan yang dapat dikembangkan di Indonesia yang sedang mengalami krisis energi yang ditandai dengan semakin langka dan tingginya harga bahan bakar [3]. Umumnya semua jenis bahan organik bisa diproses untuk menghasilkan biogas. Biogas sebagian besar mengandung gas metana (CH<sub>4</sub>) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari konsentrasi metana (CH<sub>4</sub>). Semakin tinggi kandungan metana maka semakin besar kandungan energi pada biogas [4].

Biogas diproduksi dari proses fermentasi menggunakan digester. Digester merupakan tempat

berlangsungnya proses penguraian dan fermentasi bahan organik oleh bakteri, sehingga digester harus dirancang dengan baik agar proses fermentasi mampu menghasilkan biogas. Biogas yang diproduksi biasanya masih mengandung gas pengotor yang dapat menurunkan kualitas biogas sehingga perlu usaha untuk menyaring gas-gas tersebut. *Purifier* merupakan alat yang dirancang untuk menyaring gas pengotor pada biogas. Penggunaan *purifier* dalam suatu rangkaian instalasi digester bertujuan untuk menyaring gas-gas yang tidak diperlukan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji kinerja unit digester biogas dan alat pemurni biogas Tipe *Down – Up Purifier* dengan adsorben arang aktif.

## 2. METODE DAN BAHAN

### 2.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: drum plastik 150 liter, drum plastik 200 liter, selang air  $\frac{1}{2}$  inchi dengan panjang 1,5 meter, kran air  $\frac{1}{2}$  inchi, pipa paralon, penggaris besi panjang 30 cm, ember, gayung, *thermocouple*, plastik penampung biogas, kompor biogas, *niple*, suntikan, cawan, pH meter, galon, lem tembak, timbangan, *vacum tube*, tabung gas, dan kompresor. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: kotoran sapi dari *exfarm* Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman, air dan arang aktif.

### 2.2 Rancangan Penelitian

Penelitian merekayasa pembuatan instalasi biogas tipe *down-up purifier* dan selanjutnya diuji kinerja dari instalasi tersebut. Proses pemurnian biogas terdiri dari dua proses, pertama tanpa kontrol (langsung) dengan mengambil biogas ke selang keluaran gas dan yang kedua menggunakan perlakuan pemurnian dengan adsorben arang aktif pada masing-masing *purifier*. Untuk analisis gas dilakukan 3 kali pengambilan sampel, dengan mengukur persentase gas  $CH_4$  dan  $CO_2$  pada lama waktu pemurnian gas yaitu:  $T_1 = 30$  menit;  $T_2 = 60$  menit;  $T_3 = 90$  menit. Secara garis besar, rancangan penelitian ini dibagi menjadi 2 tahap, yaitu sebagai berikut.

- a. Perancangan dan merakit pemurnian metana tipe *Down – Up purifier*
- b. Mengukur karakteristik/kandungan biogas menggunakan pemurnian metana tipe *Down – Up purifier*

### 2.3 Variabel Pengamatan

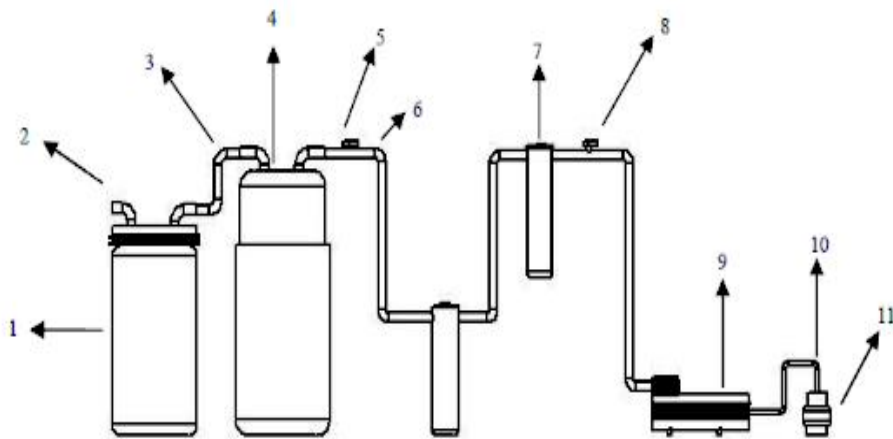
Variabel yang diamati dan diukur dalam pengujian ini adalah suhu, pH, gas metana ( $CH_4$ ), gas karbon dioksida ( $CO_2$ ), C/N rasio, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *total solid* (TS), *volatile solid* (VS). Data akan dianalisis secara deskriptif dalam bentuk grafik dan diagram.

## 3. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Rancangbangun Digester

Kata “rancang” merupakan kata sifat dari “perancangan” yakni merupakan serangkaian prosedur untuk menerjemahkan hasil analisis dari sebuah sistem ke dalam bahasa pemrograman untuk mendeskripsikan dengan detail bagaimana komponen-komponen sistem diimplementasikan. Proses menyiapkan spesifikasi yang terperinci untuk mengembangkan sistem yang baru [5]. Faktor penting yang harus diperhatikan pada proses perancangan digester biogas yaitu jumlah air pembersih, volume reaktor, jumlah kotoran sapi yang akan digunakan, lamanya bahan berada di dalam reaktor (*Hdraulic Retention Time*), perkiraan tekanan gas metana yang dihasilkan dan perkiraan produksi volume gas metana [6]. Jenis instalasi digester yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis drum terapung (*floating drum*) yang dilengkapi dengan *purifier*. Instalasi biogas tipe terapung ini mempunyai beberapa komponen utama yaitu digester sebagai tempat fermentasi, drum penampung gas dan *purifier* untuk pemurnian. Keberhasilan proses produksi dan pemurnian biogas tergantung dari tiga komponen tersebut. Pada Gambar 1 menunjukkan bagian-bagian dalam sebuah rangkaian pemurnian biogas

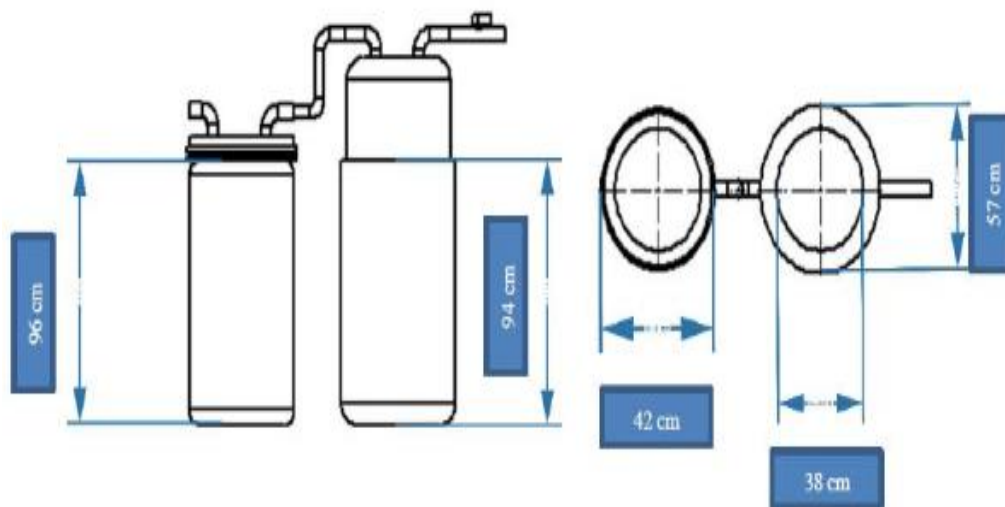
Berikut merupakan susunan instalasi biogas secara lengkap.



**Gambar 1 :** Rancangan Instalasi Pemurnian Biogas

Keterangan:

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| 1. Drum digester     | 7. Purifier           |
| 2. Kran              | 8. Kran               |
| 3. Selang penghubung | 9. Kompresor          |
| 4. Drum penabung     | 10. Selang penghubung |
| 5. Kran              | 11. Tabung gas 3 kg   |
| 6. Selang penghubung |                       |

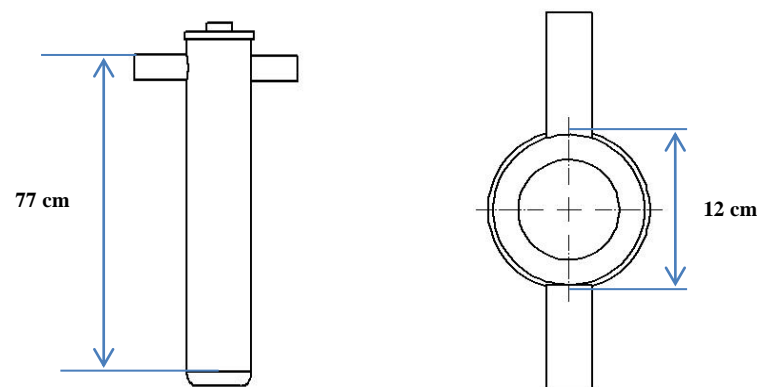


**Gambar 2 :** Dimensi rancangan digester

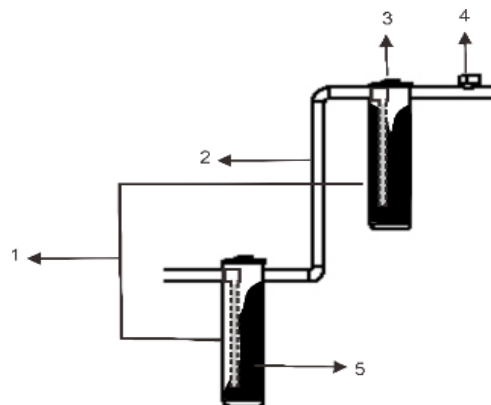
Gambar 2 merupakan dimensi digester yang digunakan pada proses fermentasi untuk menghasilkan biogas. Digester merupakan tempat kedap udara yang digunakan untuk menampung bahan baku berupa kotoran sapi dan air. Digester pada penelitian ini menggunakan drum plastik yang berukuran 150 liter. Penampung biogas pada penelitian ini juga menggunakan drum plastik berukuran 200 liter yang di letakkan terbalik dan terapung di atas air dengan digester lainnya

Proses produksi biogas dengan menggunakan bahan dasar kotoran sapi yang dicampur air dengan perbandingan 1:1. (70 kg dan air 70 liter), Kemudian diaduk sehingga tercampur dengan merata antara kotoran sapi dan air. Biogas yang terbentuk akan masuk kedalam drum penampung. Produksi biogas akan terlihat pada drum penampung yang naik akibat dorongan dari biogas yang terbentuk. Untuk proses selanjutnya merupakan pemurnian biogas dengan adsorben arang aktif.

Pemurnian merupakan usaha untuk meningkatkan kualitas biogas dengan menyaring gas-gas pengotor di dalam biogas. Pemurnian dilakukan dengan prinsip adsorpsi. Prinsip adsorpsi merupakan proses penyerapan gas terutama CO<sub>2</sub> sehingga persentase kandungan CH<sub>4</sub> di dalam biogas akan meningkat. Adsorpsi dapat diartikan sebagai proses pemisahan komponen tertentu yang terdapat pada suatu fase fluida yang diserap oleh permukaan adsorben [7]. Adsorben umumnya merupakan material yang berpori terutama pada letak tertentu dalam partikel sehingga gas yang tidak bisa melewati pori-pori tersebut akan melekat pada material tersebut [8]. Ada beberapa zat/material yang sering digunakan untuk adsorpsi suatu biogas. Beberapa contoh adsorben yang sering digunakan adalah zeolit, silika gel, arang aktif. Gambar 3 menunjukkan bagian dan dimensi dari sebuah purifier yang digunakan pada proses pemurnian biogas. Purifier berbentuk tabung yang terbuat dari paralon yang dilapisi fiber dengan ukuran panjang 80 cm dan berdiameter 15 cm.



**Gambar 3 :** Purifier biogas



**Gambar 4 :** Purifier yang berisi arang aktif

Keterangan :

1. Purifier
2. Selang penghubung
3. Penutup purifier
4. Kran
5. Arang aktif

Purifier yang dirangkai *down-up* seperti pada Gambar 4 diisi dengan arang aktif sebagai adsorbennya. Arang aktif merupakan adsorben yang telah digunakan oleh industri kimia untuk proses adsorpsi. Arang aktif sendiri memiliki potensi sebagai adsorben salah satu faktornya adalah arang aktif memiliki luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300 sampai 2000 m<sup>2</sup>/g. Hal ini menyebabkan arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa tertentu [9]. Arang aktif digunakan sebagai adsorben pada proses pemurnian biogas dan purifier sebagai tempat untuk menampung adsorben.

Prinsip kerja dari proses pemurnian adalah biogas akan diadsorpsi oleh arang aktif yang berada dalam dua *purifier* yang disusun. *Purifier* disusun dengan posisi 1 *purifier* berada di bawah dan 1 *purifier* lainnya berada lebih tinggi, sehingga pemurnian tersebut disebut dinamakan dengan pemurnian tipe *down-up purifier*. Penyusunan *purifier* secara paralel (*down-up*) bertujuan untuk mendapatkan biogas yang terbaik, yang dapat dilihat pada hasil pemurniannya. Pada proses pemurnian arang aktif di dalam *purifier* akan mengadsorpsi gas-gas pengotor yang terkandung dalam biogas. Proses adsorpsi terjadi dua kali secara berurutan.

### 3.2 Hasil Pengukuran Parameter Yang Mempengaruhi Produksi Biogas

#### 3.2.1 Suhu

Pengukuran suhu dilakukan setiap hari selama 70 hari. Berdasarkan hasil penelitian suhu substrat mengalami perubahan setiap harinya. Suhu sangat berpengaruh terhadap produksi biogas. Suhu yang baik untuk proses pembentukan biogas berkisar antara 20-40°C dan suhu optimum antara 28-30°C [10]. Pengukuran suhu selama proses pembentukan biogas berlangsung sangat penting karena hal ini berkaitan dengan kemampuan hidup bakteri selama fermentasi. Suhu rata-rata lingkungan 27,50°C sedangkan suhu substrat sebesar 28,62°C. Suhu substrat lebih tinggi dibandingkan dengan suhu lingkungan, hal ini menunjukkan bahwa dinding digester dapat menghambat keluarnya panas ke lingkungan. Panas di dalam digester merupakan hasil dari proses fermentasi kotoran sapi.

#### 3.2.2 Derajat Keasaman

Pengukuran pH dilakukan setiap hari selama proses fermentasi berlangsung. Nilai pH mengalami perubahan yang tidak terlalu besar. Bakteri akan berkembang dengan baik pada keadaan yang agak asam (pH antara 6,6 – 7,0). Pada penelitian ini rata-rata pH adalah 5,9. Pada pH 5,9 termasuk dalam kategori terlalu asam, sehingga pembentukan biogas masih berjalan namun kurang maksimal. Kegagalan proses produksi biogas dapat disebabkan oleh tidak seimbangnya populasi bakteri metan terhadap bakteri asam yang menyebabkan lingkungan menjadi sangat asam (pH kurang dari 7) sehingga mengganggu kelangsungan hidup bakteri metan. Derajat keasaman substrat yang dianjurkan berada pada rentang pH 6,5 sampai 8 [10].

#### 3.2.3 Total Solid

*Total Solid* adalah padatan yang terkandung dalam bahan. *Total solid* merupakan salah satu faktor yang dapat menunjukkan telah terjadinya proses pendegradasian karena padatan ini akan dirombak pada saat terjadinya pendekomposisi bahan. *Total Solid* diukur pada hari pertama, pertengahan (hari ke-35), dan hari terakhir yaitu hari ke 70, dengan nilai 55,35 %, 54,74 % dan 53,90 %. *Total Solid* mengalami penurunan sebesar 1,45 %. Penurunan *total solid* terjadi karena bahan-bahan organik mengalami degradasi pada saat proses hidrolisis. Pada saat reaksi hidrolisis masih berlangsung, zat terlarut tersebut digunakan untuk reaksi selanjutnya yaitu asidogenesis, sehingga padatan total terlarut turun kembali. Selama proses hidrolisis, padatan tersuspensi berkurang karena telah berubah menjadi terlarut [11].

#### 3.2.4 Volatil Solid

Parameter pendegradasian bahan organik juga dapat ditentukan oleh nilai *Volatile Solid (VS)*. *Volatile Solid (VS)* adalah jumlah padatan dalam bahan yang menguap pada pembakaran di atas suhu 550°C. Total padatan menguap sering disebut juga sebagai padatan organik total. Jumlah VS yang terproses menunjukkan jumlah bahan organik yang terdekomposisi dan gas yang diproduksi. Padatan tersuspensi atau *Suspended Solids (SS)* dalam air atau padatan tidak terlarut dalam air adalah senyawa kimia yang terdapat dalam air, baik dalam keadaan melayang, terapung, maupun mengendap. Senyawa ini dijumpai dalam bentuk organik maupun anorganik. Padatan terlarut ini menyebabkan air berwarna keruh [11].

*Volatile solid* diuji pada hari pertama, pertengahan (hari ke-35), dan hari terakhir yaitu hari ke 70. Pada hari pertama sampel menunjukkan volatil solid 99,19 %. Hari ke-35 yaitu 99,25 %. Hari terakhir yaitu 99,40 %. Berdasarkan hasil pengujian, VS dari awal sampai akhir penelitian mengalami kenaikan sebesar 0,21%. Semakin tinggi konsentrasi VS maka semakin tinggi pula pembebanan proses perombakan dan bahan yang mengandung VS yang lebih tinggi akan menghasilkan biogas dalam jumlah yang lebih banyak [11].

#### 3.2.5 Chemical Oxygen Demand (COD)

*Chemical Oxygen Demand* adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat anorganis dan organis [12]. Pada penelitian ini COD diambil dua kali yaitu pada H-0 dan H-70. Pada H-0 memiliki nilai sebesar 313.50 mg/l, dan H-70 memiliki nilai sebesar 29.10 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa substrat akan mengalami penurunan jumlah bahan organik yang dikandungnya akibat dari proses dekomposisi oleh bakteri. Penurunan COD menandakan adanya pengurangan bahan organik yang dikonversi menjadi biogas

### 3.2.6 Biological Oxygen Demand (BOD)

*Biological Oxygen Demands* (BOD) didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri selama menstabilkan proses pemisahan bahan organik dalam suasana anaerob. Semakin besar angka indeks BOD suatu perairan, semakin besar tingkat pencemaran yang terjadi [11]. Pengukuran nilai BOD pada penelitian ini dilakukan dua kali yaitu pada H-0 dan H-70. Pada H-0 memiliki nilai 960,12 mg/l dan H-70 memiliki nilai 93.12,53 mg/l. BOD selama pembentukan berlangsung cenderung meningkat. Semakin tinggi tingkat BOD maka semakin banyak oksigen yang dibutuhkan untuk bakteri untuk menguraikan zat organik dalam kondisi aerobik.

### 3.2.7 Rasio Karbon dan Nitrogen

Rasio C/N merupakan perbandingan antara kadar karbon dan nitrogen dalam suatu bahan. Rasio optimal untuk perbandingan tersebut berkisar antara 20 – 30. Kisaran rasio C/N yang terkandung pada substrat dapat mempengaruhi produksi dari biogas, yaitu pada kondisi di atas nilai optimal maka produksi dari biogas akan mengalami penurunan. Kondisi tersebut terbentuk sebagai akibat dari tidak tersedianya nitrogen untuk bereaksi terhadap sisa karbon pada substrat. Hal ini terjadi karena nitrogen telah dikonsumsi secara cepat oleh mikroba metana [13].

Berdasarkan hasil penelitian dan uji laboratorium kandungan C/N kotoran sapi yang digunakan sebagai bahan baku biogas adalah, C = 43,79 dan N = 1,20 dengan rasio C/N 36,37. Rasio C/N yang didapat melebihi batas optimal yang ada. Menurut Yulistiawati (2008), perbandingan C/N yang terlalu rendah akan menghasilkan biogas dengan kandungan CH<sub>4</sub> rendah, CO<sub>2</sub> tinggi, H<sub>2</sub> rendah dan N<sub>2</sub> tinggi. Perbandingan C/N yang terlalu tinggi akan menghasilkan biogas dengan kandungan CH<sub>4</sub> rendah, CO<sub>2</sub> tinggi, H<sub>2</sub> tinggi dan N<sub>2</sub> rendah. Perbandingan C/N yang seimbang akan menghasilkan biogas dengan CH<sub>4</sub> tinggi, CO<sub>2</sub> sedang, H<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub> rendah.

### 3.2.8 Kandungan gas metana (CH<sub>4</sub>)

Pengaruh penggunaan adsorben terhadap kandungan gas metan dalam biogas dapat diketahui dengan melakukan pengujian dengan Kromatografi gas. Pemurnian pada penelitian ini menggunakan 2 *purifier* yang dipasang dengan rangkaian paralel menggunakan adsorben yang sama pada tiap *purifier*.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Kandungan Metana dalam Biogas.

WAKTU PENGUJIAN (MENIT)	SAMPEL (PPM)			RATA-RATA
	1	2	3	
30	176.411,64	181.400,96	197.514,69	185.109,09
60	190.628,42	189.821,51	179.462,17	186.637,36
90	128.521,06	111.622,49	135.619,84	125.254,46

Kandungan gas CH<sub>4</sub> yang diperoleh jika dilihat dari ketiga waktu pengujian sampel, waktu pengujian 60 menit merupakan yang paling optimal dibandingkan waktu pengujian 30 menit dan 90 menit. Hal ini menunjukkan bahwa waktu pengujian mempengaruhi kemampuan adsorben untuk proses pemurnian. Proses peningkatan kualitas biogas pada proses pemurnian menggunakan *Down-Up Purfier* dengan arang aktif dan silika gel sebagai adsorben diperoleh hasil maksimal pada waktu pemurnian 30 menit dengan kandungan gas metana (CH<sub>4</sub>) sebesar 200.227,95 ppm dan kandungan gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>) sebesar 47.938,34 ppm [18]. Jenis adsorben yang digunakan juga mempengaruhi proses adsorpsi pada proses pemurnian dikarenakan setiap bahan mempunyai sifat fisik dan kimia yang berbeda-beda. Adsorben yang besar akan meningkatkan kandungan gas karbondioksida yang terserap [9].

### 3.2.9 Kandungan karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

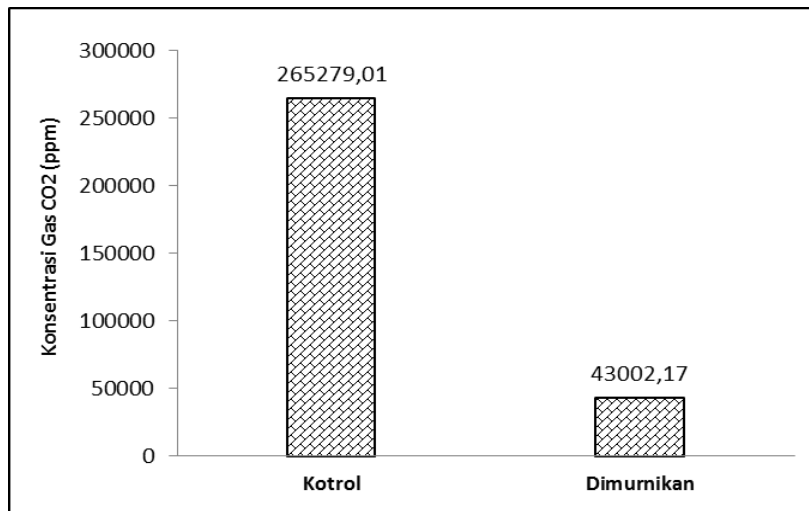
Perlakuan yang diberikan sama seperti pengujian kandungan gas metan. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan kandungan gas CO<sub>2</sub> sebagai berikut:

**Tabel 2.** Hasil pengujian kandungan karbon dioksida dalam biogas dengan adsorben arang aktif dan arang aktif

WAKTU PENGUJIAN (MENIT)	SAMPEL (PPM)			RATA-RATA
	1	2	3	
30	61.934,05	57.624,60	66.883,13	62.147,26
60	20.302,53	16.907,44	21.703,18	19.637,71
90	46.067,67	42.324,20	53.272,75	47.221,54

Gas CO<sub>2</sub> mengalami penurunan pada waktu pengujian 60 menit dan kembali meningkat pada waktu pengujian 90 menit. Arang aktif yang diisi ke dalam *purifier* yang semula 4 kg disetiap purifier mengalami kenaikan menjadi masing-masing 4,01 kg dan 4,03 kg. Penurunan nilai CO<sub>2</sub> dan kenaikan massa adsorben menunjukkan adsorben arang aktif dapat menyerap gas CO<sub>2</sub> pada proses pemurnian. Arang aktif memiliki kemampuan untuk mengabsorpsi gas dan senyawa tertentu salah satunya CO<sub>2</sub> [9].

Untuk meningkatkan kinerja dari adsorben dapat dilakukan dengan mengaktifkannya. Ketika dilakukan aktivasi, akan terbentuk gugus fungsi pada karbon aktif yang menyebabkan karbon menjadi reaktif secara kimiawi [14]. Apabila digabungkan dengan antara data konsentrasi CO<sub>2</sub> dan data konsentrasi gas CH<sub>4</sub>, maka bisa disimpulkan bahwa waktu pengujian 60 menit merupakan waktu yang optimal untuk mendapatkan konsentrasi yang terbaik dibanding dengan waktu pengujian yang lainnya.



**Gambar 5** : Perbandingan konsentrasi gas CO<sub>2</sub> sebelum dan sesudah pemurnian

Penurunan konsentrasi dari sampel kontrol dan sampel setelah dimurnikan menunjukkan bahwa pemurnian dengan arang aktif berpengaruh terhadap konsentrasi CO<sub>2</sub>. Arang aktif dapat mengikat CO<sub>2</sub> yang ada pada biogas tersebut sehingga mengalami penurunan konsentrasi. Penurunan kadar CO<sub>2</sub> dengan menggunakan arang aktif yaitu sebesar 83,79 %. Berdasarkan penelitian pemurnian yang sudah dilakukan oleh Mafrukhi (2019), menggunakan jenis kolom adsorpsi seri dengan adsorben arang aktif dan zeolit didapatkan hasil dari kandungan CO<sub>2</sub> mengalami penurunan konsentrasi sebesar 64 % [15]. Hal ini menunjukkan bahwa pemurnian tipe kolom seri dan tipe paralel (*down-up*) dapat menurunkan kadar CO<sub>2</sub> pada biogas.

Berdasarkan penelitian peningkatan kualitas biogas dengan adsorben zeolit alam, menyebutkan bahwa waktu pengujian dan kadar senyawa KOH pada zeolit berpengaruh terhadap nilai kalor biogas, dimana semakin tinggi kadar senyawa KOH yang digunakan, kemampuan adsorpsi zeolit semakin meningkat sehingga mengakibatkan nilai kalor biogas semakin tinggi [16]. Peningkatan kualitas dan kuantitas biogas dapat juga dilakukan dengan penambahan karbon aktif dan penggunaan *scrubber* CO<sub>2</sub> [17].

**3.3 Proses Penabungan**

Proses penabungan adalah usaha untuk memasukkan biogas kedalam tabung gas. Perancangan proses penabungan pada penelitian ini dengan menggunakan tabung gas 3 kg sebagai alat simpan, kompresor sebagai media untuk memasukkan kedalam tabung, regulator sebagai perantara dari selang dan tabung gas 3 kg dan selang ½ inchi sebagai media penyalur dari kompresor ke tabung gas.

Biogas yang disimpan dalam satu drum penuh mempunyai volume kurang lebih 64479,9 cm<sup>3</sup> atau setara dengan 64,4799 liter. Proses penabungan dimulai dari biogas yang berada dalam drum penampung akan dihisap oleh kompresor sehingga biogas akan masuk kedalam kompresor. Kran yang menyalurkan ke tabung gas dan regulator dibuka pada saat setengah dari biogas dalam drum penampung masuk ke dalam kompresor. Pada waktu bersamaan biogas akan masuk kedalam tabung gas. Biogas akan dihisap secara penuh dan akan mengalir ke tabung gas karena daya tekanan dari kompresor. Tekanan biogas yang didapat pada proses penabungan dilihat pada manometer kompresor yaitu 2 bar atau setara dengan 200 kPA atau 2,04 kg/cm<sup>2</sup>.

Proses penabungan ini bisa dikatakan berhasil menyimpan biogas kedalam tabung gas 3 kg. Tabung gas yang sudah berisi biogas diuji dengan menggunakan kompor biogas. Hasil dari pengujian tersebut adalah nyala api berwarna kuning pada saat awal dinyalakan kemudian berubah menjadi biru. Hal ini disebabkan

pada awal pembakaran masih banyak kandungan gas selain metana. Sedangkan pada nyala api kecil warnanya sudah cenderung biru merata, hal ini karena gas metana sudah sudah homogen (Putra, 2017) dan waktu nyala api didapat sekitar kurang lebih 3 menit.

#### 4. KESIMPULAN

Instalasi pemurnian biogas tipe *down-up purifier* dengan adsorben arangaktif mampu menurunkan CO<sub>2</sub> sebesar 83,79 %. Waktu pemurnian biogas menggunakan tipe *down-up purifier* terbaik adalah pada waktu (durasi) 60 menit.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] SULISTIYANTO, Y., SUSTIYAH, ZUBAIDAH, & SATATA, "Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Biogas Rumah Tangga di Kabupaten Pulang Pisau Provinsi Kalimantan Tengah". Jurnal Udayana Mengabdi, v. 15, n. 2, pp. 150-158, Mei. 2016.
- [2] MEGAWATI & KENDALI, "Pengaruh Penambahan EM4 (*Effective Microorganism-4*) pada Pembuatan Biogas dari Eceng Gondok dan Rumen Sapi", Jurnal Bahan Alam dan Terbarukan, v. 4, n. 2, pp. 42-49, 2015.
- [3] HASIHOLAN, U., AGUS, & SIGIT., "Produksi Biogas dari Umbi Singkong dengan Kotoran Sapi Sebagai Startera", *Jurnal Teknik Pertanian*, v. 5, n. 2, pp. 109-116, 2016.
- [4] SIKANNA, R. *Kajian teknologi Produksi Biogas Dari Sampah Basah Rumah Tangga*. Jurusan Kimia Fakultas, MIPA, Universitas Tadulako. 2013.
- [5] ZULFIANDRI, S. H., & M. ANAS, "Rancang Bangun Aplikasi Poliklinik Gigi (Studi Kasus: Poliklinik Gigi Kejaksaan Agung RI)", *Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelijen*, pp. 473-482, Depok, Okt. 2014
- [6] TAUFIKURRAHMAN. "Rancangan Desain Pemilihan Reaktor Biogas", *Jurnal Teknika*, v. 30, n. 1, pp. 1-6, April. 2011.
- [7] SALEH, A., DEDE A.P. & RIKY, Y., "Pengaruh Komposisi Adsorben Campuran (Zeolit-Semen Putih) dan Waktu Adsorpsi Produksi Gas Metana Terhadap Kualitas Biogas Sebagai Bahan Alternatif", *Jurnal Teknik Kimia*, v. 3, n. 21. 2015
- [8] DIENULLAH, M., HENDRY, & YESUNG., "Pemurnian Biogas dengan Sistem Berlapis Menggunakan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Zeolit Sintetik dan Zeolit Alam", *Jurnal POROS*, v. 15, n. 1. Pp. 1-8, Mei. 2017.
- [9] IRIANI, P. & ARI H., "Pemurnian Biogas Melalui Kolom Beradsorben Karbon Aktif", *Sigma-Mu*, v. 6 n. 2, pp. 36-42, Sept. 2014.
- [10] PUTRA, G. M. D, SIRAJUDDIN, H.A., ASIH, P., DIAH, A. S., & SURYA, A.M., "Rancang Bangun Reaktor Tipe Portable Dari Limbah Kotoran Ternak Sapi", *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, v. 5 n.1, pp. 369-374. 2017
- [11] CHOTIMAH, S. N., *Pembuatan Biogas Dari Limbah Makanan Dengan Variasi Dan Suhu Substrat Dalam Biodigester Anaerob*, Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2010.
- [12] NURJANAH, S. BADRUS Z. & ABDUL, S., "Penyisihan Bod Dan Cod Limbah Cair Industri Karet Dengan Sistem Biofilter Aerob Dan Plasma Dielectric Barrier Discharge (Dbd)", *Jurnal Teknik Lingkungan*, v. 6, n. 1, pp. 1-14, 2017.
- [13] WICAKSONO, N. H., *Pengaruh Laju Pembebanan Terhadap Produktivitas Biogas Berbahan Baku Kotoran Sapi Pada Digester Semi*, Skripsi, Universitas Lampung, BandarLampung, 2016.
- [14] HARIHASTUTI, PURWANTO, & ISTADI, "Kajian Penggunaan Karbon Aktif Dan Zeolit Secara Terintegrasi Dalam Pembuatan Biomethane Berbasis Biogas", *Jurnal Riset Industri*, v. 8, n. 1, pp. 65-72, April. 2014.
- [15] MAFRUKHI, A., *Peningkatan Kualitas Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Purifier Bertingkat Seri Menggunakan Adsorben Arang Aktif dan Zeolit*, Skripsi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, 2019.
- [16] HAMIDI, N, ING. WARDANA, DENNY WIDHIYANURIYAWAN., "Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Zeolit Alam. *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol.2, No. 3, 227-231, 2011.



- [17] RITONGA, A.M., & MASRUKHI, “Optimasi Kandungan Metana (CH<sub>4</sub>) Biogas Kotoran Sapi Menggunakan Berbagai Jenis Adsorben”, *Jurnal Rona Teknik Pertanian*, v. 10, n.2, pp. 8-17, Okt. 2017.
- [18] RITONGA, A.M, MASRUKHI, REGITA PRAMESTI KUSMAYADI. Pemurnian Biogas Metode Adsorpsi Menggunakan Down-Up Purifier dengan Arang Aktif dan Silika Gel sebagai Adsorben. *Journal of Agricultural and Biosystem Engeneering Research*, Vol 1, No. 1, 72 – 80, 2020.