

**KEMAMPUAN BATUAN KOTORAN AYAM PETELUR  
DAN KAPUR PADAM SEBAGAI ADSORBEN  
TERHADAP KANDUNGAN GAS BIO**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**Faishol Rizali**

**NIM.155050107111148**



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN**

**FAKULTAS PETERNAKAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2019**

**KEMAMPUAN BATUAN KOTORAN AYAM PETELUR  
DAN KAPUR PADAM SEBAGAI ADSORBEN  
TERHADAP KANDUNGAN GAS BIO**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**Faishol Rizali**

**NIM.155050107111148**

Usulan Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk  
memperoleh gelar Sarjana Peternakan pada Fakultas  
Peternakan Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN**

**FAKULTAS PETERNAKAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2019**

**KEMAMPUAN BATUAN KOTORAN AYAM PETELUR  
DAN KAPUR PADAM SEBAGAI ADSORBEN  
TERHADAP KANDUNGAN GAS BIO**

**SKRIPSI**

Oleh:

Faishol Rizali

NIM. 155050107111148

Telah dinyatakan lulus dalam ujian Sarjana  
Pada Hari/Tanggal: Rabu 06 Maret 2019

Tanda tangan    Tanggal

**Pembimbing Utama:**

Prof. Dr. Ir. Moch. Junus, MS

NIP. 195503021981031004

**Dosen Penguji:**

Prof. Dr. Ir. Luqman Hakim, MS

NIP. 195012131980021002

Prof. Dr. Ir. Lilik Eka Radiati, MS, IPU

NIP. 195908231986092001

Ir. Hari Dwi Utami, MS, M.Appl. Sc, PhD, IPM

NIP. 196103111986012001

Mengetahui:

Dekan Fakultas Peternakan  
Universitas Brawijaya

Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS, IPU

NIP. 196204031987011001

Tanggal : .....

## RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Faishol Rizali dilahirkan di kota Ponorogo, pada tanggal 13 Januari 1997. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari Bapak Mustofa Ali dan Ibu Hawin Khuriyati. Penulis memiliki dua kakak yang bernama Maisatul Hilwa Herdiani dan Suhaila Finajati. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 1 Polorejo pada tahun 2009, kemudian melanjutkan ke sekolah menengah tingkat pertama di SMPN 3 Ponorogo lulus pada tahun 2012 dan menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Babadan Ponorogo pada tahun 2015. Pada tahun 2015 penulis diterima sebagai mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Selama di perguruan tinggi penulis pernah mengikuti serangkaian kepanitiaan Raja Brawijaya pada tahun 2017 pada divisi DDM. Penulis melaksanakan PKL di CV. Karunia Kediri yang berjudul “Kualitas Susu Segar Pasca Pemerahan Ditinjau Dari Berat Jenis, Kadar Lemak Dan Mutu Organoleptik Di CV. Karunia, Pakelan, Kediri” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S1) Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Penulis menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kemampuan Batuan kotoran ayam petelur Dan Kapur Padam Sebagai Adsorben Gas Bio Terhadap Kandungan Gas Bio”.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Kuasa, sehingga dapat menyelesaikan penulisan Usulan Penelitian skripsi ini dengan baik. Usulan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelas Strata satu (S1) Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Dalam kesempatan ini penulis juga sangat berterimakasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Mustofa Ali dan Ibu Hawin Khuriyati, selaku orang tua dan saudara kandung saya atas doa dan dukungannya baik secara moril maupun materil.
2. Prof. Dr. Ir. Mochammad Junus, MS., selaku Pembimbing Utama, selaku Pembimbing Pendamping atas saran dan bimbingannya hingga bisa menyelesaikan penelitian.
3. Prof. Dr. Ir. Lilik Eka Radiati, MS, IPU., Prof. Dr. Ir. Luqman Hakim, MS., dan Ir. Hari Dwi Utami, MS, M.Appl. Sc, PhD, IPM., selaku dosen penguji atas saran dan bimbingannya.
4. Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS, IPU., selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
5. Dr. Ir. Sri Minarti. MP, IPM., selaku Ketua Jurusan Program Studi Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang telah membantu dan melancarkan proses studi.
6. Dr. Agus Susilo, S.Pt, MP, IPM., selaku Ketua Program Studi Peternakan yang telah banyak membina kelancaran proses studi.

7. Ir. Nur Cholis, MS, IPM., selaku Ketua Produksi Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang telah membantu dalam pelancaran proses studi.
8. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada keluarga Bapak Sulis dan Bapak Samsi, yang membantu dan memberi bahan yang digunakan untuk penelitian.
9. Teman-teman penelitian Meta dan Bintang yang telah meluangkan waktu, memberi dukungan, semangat, motivasi dan membantu dalam proses penelitian maupun proses dalam studi.
10. Teman-teman angkatan 2015 maupun teman kos Ragil, Arif, Sherling, Awim, Ilyas, Bagas, Raka, Furqon, Ispo, Andre, Wildan, dkk yang telah memberikan dukungan, bantuan, semangat, maupun motivasi.

Penulis menyadari bahwa penulisan Usulan Penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Demi sempurnanya karya ini, penulis juga mengharap kritik dan saran bagi para pembaca. Mohon maaf apabila terjadi banyak kesalahan dalam berucap di dalam tulisan ini.

Malang, 06 Maret 2019

Penulis

# The Effect of Using Grits Contained in Laying Hen Manure and Lime Stone as Adsorbent on Biogas Quality

Faishol Rizali <sup>1)</sup> and Mochammad Junus <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Student of Animal Production, Faculty of Animal Science, University of Brawijaya, Malang

<sup>2)</sup> Lecturer of Animal Production, Faculty of Animal Science, University Brawijaya, Malang

Email: [faish60@gmail.com](mailto:faish60@gmail.com)

## ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of the use of grits contained in laying hen manure and lime stone as adsorbents in biogas purification on the quality of the biogas produced. The method used was a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 6 treatments with 4 replications. The variables used were biogas volume and flow velocity, and percentages of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub>. The results of the study were analyzed by Analysis of Variance. If a significant difference was found, then testing using DMRT (Duncan Multiple Range Test) was carried out. The results showed that the use of adsorbents in the form of grits in laying hens and lime stone with a composition of 75% and 25%, respectively, was very significantly affecting ( $P < 0.01$ ) on the flow velocity, CO<sub>2</sub> gas surface area, and percentages of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub>. It could be concluded that the use of grits of laying hens and lime stone as adsorbents with a composition of 75% and 25%, respectively, can increase the percentage of CH<sub>4</sub>, so this composition can be

suggested to be used in increasing methane gas in biogas manufacturing.

Keyword: biogas, purification, adsorbent





## **KEMAMPUAN BATUAN KOTORAN AYAM PETELUR DAN KAPUR PADAM SEBAGAI ADSORBEN TERHADAP KANDUNGAN GAS BIO**

Faishol Rizali <sup>1)</sup> dan Mochammad Junus <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang

<sup>2)</sup> Dosen Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang

Email: [faish60@gmail.com](mailto:faish60@gmail.com)

### **RINGKASAN**

Upaya mengatasi limbah ternak yang selama ini dianggap mengganggu karena menjadi sumber pencemaran lingkungan yang bisa menyebabkan pemanasan global karena meningkatnya gas rumah kaca. Limbah peternakan seperti feses perlu ditangani dengan dimanfaatkan sebagai gas bio yang digunakan untuk bahan bakar alternatif. Gas bio memiliki kandungan utama yaitu gas metana ( $\text{CH}_4$ ) yaitu sebesar 55-75%. Untuk mendapatkan kandungan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dengan memisahkan gas pengotor seperti  $\text{CO}_2$  dan gas pengotor lainnya yang bersifat korosif. Pemisahan gas pengotor bisa dilakukan dengan melakukan penyaringan menggunakan adsorben salah satunya dengan limbah batuan kotoran ayam petelur dan kapur padam dengan menggunakan alat purifikasi.

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Wonokerto, Kecamatan Bantu, Kabupaten Malang. Penelitian ini menggunakan metode perhitungan rancangan acak lengkap (RAL) terdiri dari 6 perlakuan yaitu P0 (kontrol), P1 (gas bio dengan menggunakan adsorben 100% batuan kotoran ayam petelur), P2 (gas bio dengan menggunakan adsorben 75% batuan kotoran ayam petelur + 25% adsorben kapur padam), P3

(gas bio dengan menggunakan adsorben 50% batuan kotoran ayam petelur + 50% adsorben kapur padam), P4 (gas bio dengan menggunakan adsorben 25% batuan kotoran ayam petelur + 75% adsorben kapur padam), P5 (gas bio dengan menggunakan adsorben 100% kapur padam) yang dianalisis menggunakan alat GC (*Gas Chromatography*) dengan 4 ulangan. Data hasil penelitian dianalisis ragamnya menggunakan ANOVA (Analysis Of Variance), apabila terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan DMRT (Duncan Multiple Range Test).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan adsorben batuan kotoran ayam petelur ekskreta ayam petelur dan kapur padam memberikan hasil sangat berbeda nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap konsentrasi gas metana, konsentrasi  $\text{CO}_2$ , dan volume. Adsorben terbaik diperoleh dengan menggunakan adsorben 75% batuan kotoran ayam petelur + 25% adsorben kapur padam.

Kesimpulan dari penelitian ini adsorben terbaik terjadi pada perlakuan P<sub>2</sub> yaitu adsorben 25% kapur padam dan 75% limbah batuan kotoran ayam petelur dengan kecepatan aliran  $23,57 \pm 0,28$  (detik) lama aliran gas bio maka adanya indikasi kontak gas dan adsorben. Kadar  $\text{CO}_2$  pada gas bio paling rendah yaitu  $0,62 \pm 0,32$  (%). Kadar  $\text{CH}_4$  paling tinggi yaitu  $85,03 \pm 8,56$  (%). Penggunaan adsorben 100% kapur menghasilkan volume paling rendah dengan kecepatan aliran gasbio lebih lama dibandingkan dengan P<sub>0</sub> (perlakuan kontrol) yaitu  $0,63 \pm 0,22$ . Hal ini menunjukkan adanya kesiambungan antara volume dan kecepatan aliran. Saran dari penelitian ini penggunaan batuan kotoran ayam petelur dan kapur padam dapat digunakan sebagai adsorben untuk meningkatkan gas metana pada gas bio.

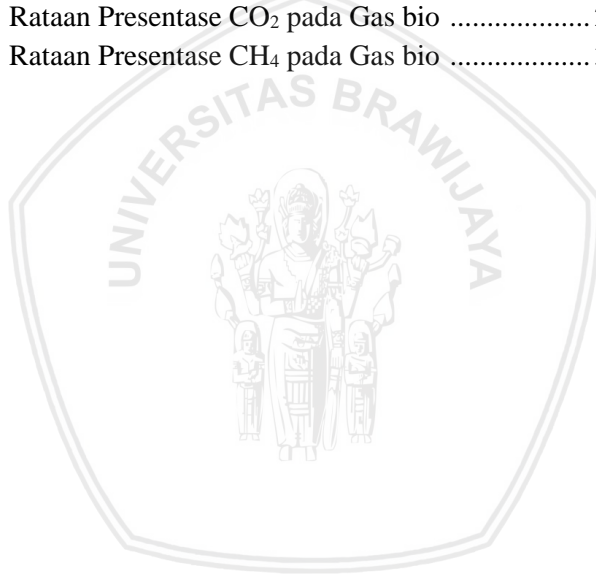
## DAFTAR ISI

Isi	Halaman
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan .....	3
1.4. Kegunaan.....	3
1.5. Kerangka Pikir.....	3
1.6. Hipotesis.....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1. Kajian Teori .....	7
2.2. Gas bio .....	8
2.3. Komponen Pada Gas bio .....	10
2.4. Batuan kotoran ayam petelur dan Kapur Padam .	11

<b>BAB III. METODE KEGIATAN .....</b>	<b>15</b>
3.1. Lokasi Pelaksanaan dan Waktu .....	15
3.2. Materi Penelitian .....	15
3.3. Metode Penelitian.....	15
3.4. Pelaksanaan Penelitian .....	16
3.4.1 Penelitian Pendahuluan .....	16
3.4.2 Penelitian Utama .....	17
3.5. Variabel Penelitian .....	18
3.6. Analisis Data .....	20
3.7. Batasan Ilmiah.....	21
<b>BAB IV. PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
4.1 Volume (m <sup>3</sup> ) Pada Gas bio .....	23
4.2 Kecepatan Waktu (detik) Yang Dibutuhkan Pada Aliran Gas Bio .....	26
4.3 Presentase Gas CO <sub>2</sub> Pada Gas Bio .....	28
4.4 Presentase Gas Metan (CH <sub>4</sub> ) Pada Gas bio.....	31
<b>BAB V. PENUTUP .....</b>	<b>35</b>
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	35
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>43</b>

**DAFTAR TABEL**

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Komponen-komponen gas bio .....	11
2. Komponen batu kapur (Qunik, W. 2006) .....	13
3. Analisis Ragam.....	20
4. Kodifikasi .....	21
5. Rataan volume ( $m^3$ ) Gas bio .....	23
6. Rataan Kecepatan (detik) Aliran Gas bio .....	26
7. Rataan Presentase $CO_2$ pada Gas bio .....	29
8. Rataan Presentase $CH_4$ pada Gas bio .....	31



## DAFTAR GAMBAR

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Kerangka Pikir Penelitian .....	6
2. Alat Adsorpsi Gas bio.....	17
3. Presentase relatif volume ( $m^3$ ) gas bio.....	25
4. Presentase relatif kecepatan (detik) alira gas bio ..	27
5. Presentase relatif penurunan $CO_2$ pada gas bio.....	30
6. Presentase Peningkatan Relatif $CH_4$ pada gas bio	32



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Hasil Pengamatan volume Gas bio (m <sup>3</sup> ) .....	43
2. Hasil Pengamatan kecepatan aliran Gas bio (detik) .....	46
3. Hasil Pengamatan Gas CO <sub>2</sub> (%).....	49
4. Hasil Pengamatan Gas CH <sub>4</sub> (%).....	52
5. Dokumentasi Kegiatan.....	55



## DAFTAR SINGKATAN

CH<sub>4</sub> : Gas Metana

CO<sub>2</sub> : Karbondioksida

H<sub>2</sub>S : Hidrogen Sulfida

PVC : Polivinil Klorid

DMRT : Duncan Multiple Range Test

Ca(OH)<sub>2</sub>: Kalsium Hidroksida (yang terkandung dalam kapur padam)





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dampak buruk dari kegiatan usaha peternakan karena sebagian besar peternak mengabaikan penanganan limbah dari usaha peternakan tersebut, bahkan limbah yang dihasilkan dari usahanya tersebut dibuang ke sungai dan pembuangan liar sehingga terjadi pencemaran lingkungan. Limbah yang dihasilkan dari usaha peternakan seperti feces, urin, sisa pakan yang tercecer, serta air yang digunakan untuk membersihkan kandang yang memicu atau mengganggu lingkungan sekitar, baik bau maupun efek pencemaran kotoran yang mengakibatkan penyakit pada manusia. Maka upaya mengatasi limbah ternak yang selama ini dianggap mengganggu karena menjadi sumber pencemaran lingkungan yang bisa menyebabkan pemanasan global karena meningkatnya gas rumah kaca. Sumber emisi berasal dari kegiatan manusia yang melepaskan gas rumah kaca meliputi transportasi, pertanian, dan limbah. Perlu ditangani dengan cara yang tepat dan bermanfaat dan bisa mengurangi dampak limbah peternakan tersebut. pemanfaatan limbah peternakan seperti feces bisa dimanfaatkan sebagai gas bio yang digunakan untuk bahan bakar alternatif.

Bahan bakar merupakan suatu kebutuhan yang cukup penting. Meningkatnya kebutuhan bahan bakar disebabkan oleh meningkatnya juga penduduk yang sebagian besar memerlukan bahan bakar sebagai mobilisasi maupun kebutuhan industri. Untuk menggantikan bahan bakar alam seperti gas alam bisa menggunakan energi alternatif yaitu gas bio. Gas bio ini bisa untuk menggantikan bahan bakar alam seperti gas alam. Gas bio

dihasilkan dari aktivitas anaerobik dari limbah kotoran hewan yang mengandung sebagian besar gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), selain itu juga mengandung gas pengotor sebagian kecil seperti amonia, hidrogen, nitrogen dan hidrogen sulfida yang bisa menyebabkan korosi.

Kandungan utama pada gas bio adalah gas metana ( $\text{CH}_4$ ) sebesar 55-75% dan karbon dioksida sebesar 25-45%. Semakin tinggi kandungan gas metana maka nilai kalor yang dihasilkan semakin besar. Kualitas gas bio dapat ditingkatkan dengan mengurangi kadar  $\text{CO}_2$  pada gas bio (Okyryza, Mutiara, Buchori, 2013). Gas  $\text{CO}_2$  pada gas bio memang sulit dipisahkan dengan gas metan ( $\text{CH}_4$ ), maka dari itu dibuat metode pemisah antara gas metan dan gas karbondioksida untuk meningkatkan gas metan agar gas yang dihasilkan lebih berkualitas untuk bisa dimanfaatkan.

Permasalahan diatas perlu dilakukan suatu tindakan untuk meningkatkan gas metan pada gas bio dengan cara salah satunya yaitu dengan menggunakan batuan kotoran ayam petelur dan kapur padam dengan metode purifikasi dengan bahan tersebut yang mudah dicari dan harga yang terjangkau, selain itu dapat mengurangi masalah limbah peternakan di Indonesia.

Penelitian ini menggunakan jenis adsorben pasir hitam dan serbuk genteng. Proporsi setiap perlakuan  $P_0$  (kontrol),  $P_1$  (100% serbuk genteng),  $P_2$  (50% serbuk genteng + 50% pasir hitam),  $P_3$  (100% pasir hitam) (Lestari, 2018). Maka dari itu dalam penelitian ini mencoba untuk menggunakan adsorben yaitu dengan adsorben batuan kotoran ayam petelur dan kapur padam dengan proporsi setiap perlakuan yang berbeda.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan diatas didapatkan rumusan masalah:

1. Gas pengotor yang terdapat di gas bio menyebabkan nilai gas metana menurun, sehingga nilai kalor pada gas bio rendah.
2. Gas pengotor dapat dikurangi dengan memisahkan menggunakan adsorben pada proses purifikasi gas bio.

## 1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kemampuan presentase volume batuan kotoran ayam petelur ayam dan kapur padam sebagai adsorben terhadap penampilan gas bio.
2. Mengetahui kemampuan batuan kotoran ayam petelur ayam dan kapur padam sebagai adsorben dalam untuk menambah konsentrasi gas metan.

## 1.4. Kegunaan

Kegunaan penelitian ini adalah untuk:

1. Untuk memanfaatkan presentase batuan kotoran ayam petelur ayam dan kapur padam sebagai penyaring gas bio.
2. Untuk optimasi penggunaan batuan kotoran ayam petelur ayam dan kapur padam sebagai peningkat presentase gas bio.

## 1.5. Kerangka Pikir

Gas bio dihasilkan dari aktivitas biologi dalam proses fermentasi anaerob dan sebagai energi terbarukan yang berisi gas campuran seperti gas metan ( $\text{CH}_4$ ), karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan sejumlah kecil nitrogen, amonia, sulfur dioksida, hidrogen

sulfida dan hidrogen (Ludfia, Pertiwiningrum, dan Yusiati, 2012). Kandungan gas bio sebagian besar meliputi gas metan (CH<sub>4</sub>), karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan sebagian kecil hydrogen, oksigen, nitrogen, hidrogen sulfida. Kandungan pada gas bio sangat mempengaruhi kualitas gas bio itu sendiri. Bila kandungan gas metan tinggi maka memiliki nilai yang baik. Kandungan gas metan ini bisa ditingkatkan dengan menyaring dari gas pengotor lainnya.

Usaha untuk pemurnian gas bio dapat dilakukan dengan berbagai macam metode seperti penyerapan gas CO<sub>2</sub>, penyerapan gas H<sub>2</sub>S bisa dilakukan dengan menggunakan adsorben. Adsorben adalah zat yang dapat menyerap fluida berupa cair maupun gas sehingga nantinya akan membentuk lapisan tipis pada permukaan zat tersebut. Salah satu jenis adsorben yang dapat digunakan adalah zeolite (Hamidi, Wardana dan Widhiyanuriyawan, 2011).

Bahan organik yang terkandung dalam kompos kotoran ayam dapat digunakan sebagai perbaikan produktifitas tanah dan berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah. Bahan organik dalam kompos kotoran ayam memiliki gugus fungsional yang dapat mengadsorpsi kation lebih besar daripada mineral silikat (Taufila, Laksana dan Alam, 2014).

Larutan batu kapur Ca(OH)<sub>2</sub> merupakan salah satu alternatif untuk mengikat CO<sub>2</sub> yang ada dalam wadah kemasan, dengan reaksi kimia: Ca(OH)<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub> → CaCO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O. Teknik pengurangan CO<sub>2</sub> pada aliran gas bio diaplikasikan menggunakan larutan Ca(OH)<sub>2</sub> (Masyhuri, Ahmad dan Djojowasito, 2013).

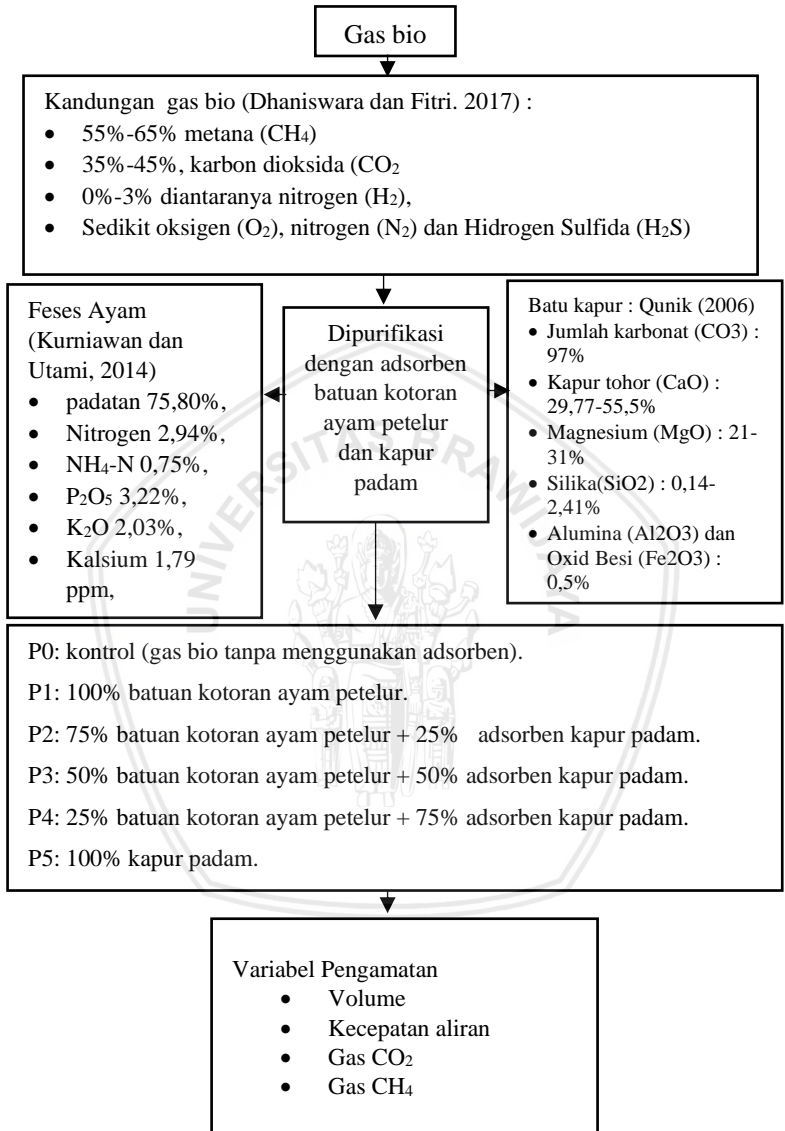
Proses pemurnian gasbio dilakukan dengan menggunakan alat purifikasi yang menggunakan adsorben batuan kotoran ayam petelur ekskreta ayam petelur dan kapur padam. Setelah

terjadi penyerapan gas pengotor oleh bahan adsorben selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap kandungan gas bio. Skema kerangka pikir dapat dilihat pada Gambar1.

### **1.6 Hipotesis**

Penggunaan batuan kotoran ayam dan kapur padam sebagai adsorben berpengaruh terhadap kandungan gas bio.





Gambar 1. Skema kerangka pikir penelitian

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Kajian Teori

Pemanasan global merupakan fenomena peningkatan temperatur rata-rata permukaan bumi. Berdasarkan analisis geologi temperatur planet bumi telah meningkat beberapa derajat dibanding 20.000 tahun yang lalu. Industri peternakan dan industri perikanan merupakan sumber utama gas metana. Selain gas CO<sub>2</sub> gas metana merupakan penyumbang gas rumah kaca terbesar. Gas CO<sub>2</sub> dapat bertahan di atmosfer hingga puluhan ribu tahun sedangkan gas metana di atmosfer hanyalah 12 tahun. Jika emisi gas metana semakin berkurang maka dapat mengurangi suhu pemanasan global di bumi. Seekor sapi dewasa mengemisikan gas metana 80-110 kg gas metana. Sekitar 85% gas metana dihasilkan dari proses pencemaran hewan-hewan ternak. Satu ekor sapi relatif hanya mengemisikan gas metana dalam jumlah kecil, tetapi ratusan juta hewan ternak diseluruh dunia dapat membuat dampak yang sangat besar (Team SOS, 2011).

Gas bio merupakan bahan bakar yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif yang bisa mengurangi pemanasan global. Gas bio bisa digunakan untuk menyalakan kompor dan lampu penerangan. Gas bio adalah gas yang berasal dari makhluk hidup baik hewan ternak maupun tanaman. Proses pembentukan gas bio terjadi di ruang hampa atau secara anaerobik dan terjadi proses fermentasi. Sebagian besar komponen gas bio adalah gas metan (CH<sub>4</sub>) dan gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>) (Andrianto, Indarto, 2007).

Gas bio adalah hasil dari fermentasi secara anaerob dari biomassa yang tidak berbahaya disimpan dalam ruang tertutup

selama beberapa hari dan menghasilkan gas yang mudah terbakar terutama dari has metana dan karbondioksida. Gas hidrogen sulfida juga terdapat pada gas bio. hidrogen sulfida sangat berbahaya ketika gas bio digunakan dalam mesin pembakaran internal. Reaksi kimianya dapat menyebabkan korosi dan aus pada mesin. Hidrogen sulfida dapat dihilangkan dengan purifikasi untuk memisahkan gas hidrogen sulfida (Nijaguna, 2002).

Adsorpsi merupakan dari dua fenomena adsorpsi yaitu secara fisika dan kimia. Adsorpsi fisika terjadi karena adanya dari gaya intermolekular antara padatan (adsorben) dengan zat terlarut (adsorbat). Adsorpsi kimia atau proses adsorpsi aktif yang akan terjadi merupakan hasil dari interaksi kimia antara padatan dan adsorbat. Material *clay* dimanfaatkan sebagai adsorben terlebih dahulu dimodifikasi untuk memperluas ukuran pori. Semakin besar pori suatu partikel, maka kapasitas adsorpsi material semakin besar (Widi, 2018).

Komposisi kotoran ayam tergantung dari beberapa faktor seperti kandungan air dari kotoran, komposisi kimia dari pakan, umur dan jenis ayam. Kotoran ayam petelur pada umumnya mengandung abu 26,9%, serat kasar 13,7%, protein kasar 23,8%, ekstrak nitrogen bebas 39,6%, true protein 10,6%, ekstrak ether 2,1%, kalsium 7,8% dan kelembaban 7,4% (Mulyantini, 2010).

## 2.2. Gas bio

Gas bio adalah salah satu energi alternatif yang dapat menggantikan bahan bakar minyak dan gas alam. Selain menghasilkan gas sebagai bahan bakar alternatif, instalasi unit gas bio juga menghasilkan keluaran atau limbah berupa Lumpur



Organik Unit Gas Bio (LOUGB) yang sering disebut *sludge* (Junus, 2015).

Gas bio adalah salah satu bahan bakar yang tidak menghasilkan asap bisa digunakan untuk bahan bakar pengganti yang unggul untuk menggantikan bahan bakar minyak atau gas alam. Gas ini dihasilkan oleh suatu proses yang disebut proses pencernaan anaerobik, merupakan gas campuran metan ( $\text{CH}_4$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan sejumlah kecil nitrogen, amonia, sulfur dioksida, hidrogen sulfida dan hidrogen. Secara alami, gas ini terbentuk pada limbah pembuangan air, tumpukan sampah, dasar danau atau rawa. Makhluk hidup termasuk manusia juga menghasilkan gas bio dalam sistem pencernaannya dengan bantuan bakteri yang terdapat dalam sistem pencernaan untuk menghasilkan gas bio (Tuti, 2006)

Biogas mempunyai komposisi kandungan gas yang terdiri dari gas metana 50-70%, karbondioksida sekitar 30-40%, untuk hidrogen, nitrogen, uap air, dan belerang cenderung lebih kecil prosentasinya. Kualitas gas bio yang dihasilkan dari beberapa macam limbah kotoran ternak maupun sampah masih memiliki gas bio yang kurang optimal dikarenakan masih banyaknya zat pengotor atau (*impurity*) yang terdapat dala gas bio. Kandungan zat pengotor pada air yang berasal dari gas bio karena adanya reaksi dengan  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$  dan  $\text{CO}_2$  dapat menimbulkan korosi dalam kompresor, tangki penyimpanan gas dan mesin (Dadang, Hamidi dan Sasongko, 2016)

Pembentukan gas bio meliputi tiga tahap proses yaitu: (a) Hidrolisis, pada tahap ini terjadi penguraian bahan-bahan organik mudah larut dan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana, perubahan struktur bentuk polimer menjadi bentuk monomer; (b) Pengasaman, pada tahap pengasaman komponen monomer (gula sederhana) yang

terbentuk pada tahap hidrolisis akan menjadi bahan makanan bagi bakteri pembentuk asam. Produk akhir dari perombakan gula-gula sederhana ini yaitu asam asetat, propionat, format, laktat, alkohol dan sedikit butirat, gas karbondioksida, hidrogen dan amonia; serta (c) Metanogenik, pada tahap metanogenik terjadi proses pembentukan gas metan. Bakteri pereduksi sulfat juga terdapat dalam proses ini, yaitu mereduksi sulfat dan komponen sulfur lainnya menjadi hidrogen sulfida (Tuti, 2006).

### **2.3. Komponen Pada Gas bio**

Gas bio merupakan sebuah proses produksi gas bio dari material organik dengan bantuan bakteri. Gas bio sebagian besar mengandung gas metan ( $\text{CH}_4$ ) sebesar 55%-65% dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) sebesar 35%-45%, dan beberapa kandungan yang jumlahnya sekitar 0%-1% diantaranya hydrogen ( $\text{H}_2$ ), oksigen ( $\text{O}_2$ ), nitrogen ( $\text{N}_2$ ) dan Hidrogen Sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) (Abdul Kadir, 1987). Energi yang terkandung dalam gas bio untuk meningkatkan nilai kalor tergantung dari konsentrasi metan ( $\text{CH}_4$ ). Kandungan metan yang semakin tinggi akan menyebabkan semakin besar pula kandungan energi (nilai kalor) pada gas bio dan sebaliknya (Debora, Panjaitan dan Adiputra, 2012).

Kandungan utama pada gas bio adalah gas metana ( $\text{CH}_4$ ) sebesar 55-75% dan karbon dioksida sebesar 25-45%. Semakin tinggi kandungan gas metana maka nilai kalor yang dihasilkan semakin besar. Kualitas gas bio dapat ditingkatkan dengan mengurangi kadar  $\text{CO}_2$  pada gas bio (Okyreza, Mutiara dan Buchori, 2013).

Tabel 1. Komponen-komponen Gas bio

No	Nama Gas	Rumus Kimia	Jumlah
1.	Gas metan	CH <sub>4</sub>	54-70%
2.	Karbon Dioksida	CO <sub>2</sub>	27-45%
3.	Nitrogen	N <sub>2</sub>	3-5%
4.	Hydrogen	H <sub>2</sub>	0-1%
5.	Karbon Monoksida	CO	0,1%
6.	Oksigen	O <sub>2</sub>	0,1%
7.	Hydrogen Sulfida	H <sub>2</sub> S	Sedikit

Sumber : Sugiarto dkk (2013)

#### 2.4. Batuan kotoran ayam petelur dan Kapur padam

Feses ayam merupakan kotoran yang dikeluarkan oleh ayam sebagai proses makanan yang tidak tercerna. Jumlah fekes ayam yang dikeluarkan setiap harinya adalah 0,15 Kg dengan rata-rata kandungan total padatan 75,80%, Nitrogen 2,94%, NH<sub>4</sub>-N 0,75%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 3,22%, K<sub>2</sub>O 2,03%, Kalsium 1,79 ppm, Magnesium 0,52 ppm (Kurniawan dan Utami, 2014).

Batuan kecil seperti batu kerikil dalam ransum pakan disebut dengan grit. Batuan kecil berfungsi untuk membantu proses penggilingan pakan dalam ampela. Selain itu batu kapur dan kulit kerang yang di konsumsi oleh ternak ayam yang dapat ditemukan di ampela dan bermanfaat sebagai sumber mineral bagi ternak ayam (Sabuna, Therik dan Mulyantini. 2015).

Tepung batu bukit kemang adalah tepung batu yang berasal dari bukit kamang yang mengandung mineral. Tepung batu bukit kemang dapat digunakan sebagai pakan karena memiliki kandungan mineral yang tinggi. Mineral yang banyak

terkandung adalah kalsium (Ca) yang mencapai 38%. Tepung batu bukit kamang merupakan bahan yang bisa digunakan sebagai grit dan memiliki sumber mineral yang membantu proses pencernaan makanan di dalam rempela (*gizzard*). Sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan ransum yang di perkaya dengan mineral Cu, Zn dan I (Khalil, 2010).

Bahan organik yang terkandung dalam kompos kotoran ayam yang memiliki gugus fungsional yang dapat mengadsorpsi kation lebih besar dari pada mineral silikat. Peningkatan pH tanah selanjutnya mengakibatkan semakin rendahnya kandungan Al-dd tanah (Taufila, dkk., 2014).

Limbah unggas merupakan hasil samping dari produksi usaha peternakan seperti kotoran, pakan yang terbuang, telur yang pecah dan bulu. Limbah unggas juga termasuk burung mati dan limbah penetasan. Semua limbah tersebut memiliki kandungan protein yang tinggi serta mengandung banyak kalsium dan fosfor karena tingginya tingkat suplemen mineral dalam pakan yang mereka konsumsi (Oyebanjo dan Abiodun, 2011).

Pupuk kandang kotoran ayam mengandung kadar hara N, C-organik dan rasio C/N masing-masing sebesar 0,554%, 3,308%, dan 6. Mikroorganisme kan mati dan unsur hara penyusun mikroorganisme dilepaskan, sehingga kadar C akan turun karena dibebaskan ke udara menjadi CO<sub>2</sub> (Miftakhul *et al.*, 2013).

Pupuk kandang ayam memiliki kandungan unsur hara N, P dan K yang lebih banyak daripada pupuk kandang jenis ternak lainnya, karena kotoran padat pada ternak unggas tercampur dengan kotoran cairnya. Kandungan unsur hara pupuk kandang dipengaruhi oleh makanan ternak yang bersangkutan (Darwin, dkk., 2012).

Bahan dasar dari kapur adalah batu kapur. Batu kapur mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), dengan pemanasan ( $\pm 980^\circ\text{C}$ ) karbon dioksidanya keluar dan tinggal kapurnya saja ( $\text{CaO}$ ). Kapur hasil pembakaran apabila ditambahkan air maka mengembang dan retak-retak. Banyak panas yang keluar (seperti mendidih) selama proses ini, hasilnya adalah kapur padam yang membentuk senyawa kalsium hidroksida  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (Qunik, 2006)

Kapur padam dibuat dengan mereaksikan  $\text{CaO}$  dari hasil kalsinasi dengan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) sehingga terbentuk senyawa kalsium hidroksida  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  proses ini disebut juga hidratisasi kapur tohor. Pada hidratisasi kapur tohor ( $\text{CaO}$ ) terjadi reaksi kimia sebagai berikut:  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$  (Azis, 2010).

Oksida yang dihasilkan  $\text{CaO}$  disebut kapur tohor, jika kapur mentah ini dicampur dengan air akan bereaksi menghasilkan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang bersifat basa. Reaksi pada kapur yang dicampur menggunakan air adalah  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$  (Asmadi, Endro, dan Oktawan, 2009).

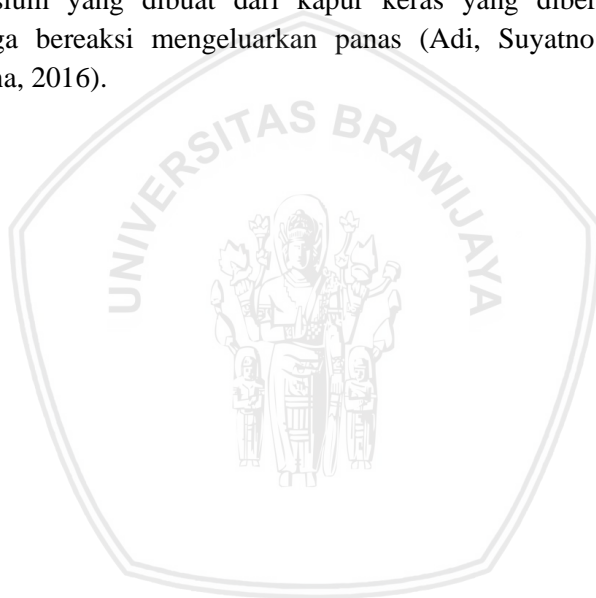
Tabel 2. Komponen batu kapur (Qunik, 2006)

No	Komponen	Kandungan (%)
1	Karbonat ( $\text{CO}_3$ )	97
2	Kapur Tohor (Ca)	29,77 - 55,5
3	Magnesium ( $\text{MgO}$ )	21-31
4	Silika ( $\text{SiO}_2$ )	0,14 - 2,41
5	Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	0,5

Larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  atau larutan batu kapur apabila dilewatkan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) akan sangat mudah bereaksi. Setelah terjadi reaksi, larutan kapur ini akan terlihat lebih keruh karena terbentuknya endapan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) (Naqibat dan Triwikantoro, 2014).

Larutan batu kapur  $\text{Ca(OH)}_2$  merupakan salah satu alternatif untuk mengikat  $\text{CO}_2$  yang ada dalam wadah kemasan, dengan reaksi kimia:  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . Teknik pengurangan  $\text{CO}_2$  pada aliran gas bio diaplikasikan menggunakan larutan  $\text{Ca(OH)}_2$  (Aris, Ahmad dan Djojowasito, 2013).

Kapur sirih  $\text{Ca(OH)}_2$  atau kapur padam atau *Hydrated Lime* adalah bentuk-bentuk hidriksid dari kalsium atau magnesium yang dibuat dari kapur keras yang diberi air sehingga bereaksi mengeluarkan panas (Adi, Suyatno dan Sylviana, 2016).



## BAB III

### MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Gondanglegi Kabupaten Malang untuk pengambilan feses ayam petelur, di Gondanglegi Kabupaten Malang dan untuk pengambilan kapur padam di desa Gamping Tulungagung. Selanjutnya di Laboratorium Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung untuk analisa kandungan gas bio. Waktu penelitian dilakukan pada tanggal 15 Agustus - 31 Desember.

#### 3.2. Materi Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah batuan kotoran ayam petelur dan kapur padam, gas bio yang berasal dari kotoran ternak komoditi sapi perah. Bahan untuk pembuatan alat purifikasi gas bio terdiri dari gunting, gergaji, selang (selang plastik), kain saring, lakban, pipa pvc 1", pipa pvc 2", pipa pvc siku (sebagai penghubung) 1", lem pvc, TBA, hygrometer dan katup.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain baskom, balon foil, alat penumbuk, instalasi gas bio, alat purifikasi, alat uji GC (*Gas Chromatography*), timbangan.

#### 3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan dengan memasukkan adsorben kedalam tabung adsorben pada alat purifikasi yang akan dialiri gas bio. Gas bio yang telah dimurnikan dimasukkan dalam balon yang memiliki ukuran sama setiap perlakuan maupun ulangan. Selanjutnya dianalisis menggunakan alat GC (*Gas Chromatography*) untuk mengetahui kadar komponen gasnya.

Metode yang digunakan adalah percobaan dengan RAL (Rancangan Acak Lengkap) yang terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang di lakukan saat penelitian sebagai berikut:

P0: kontrol (gas bio tanpa menggunakan adsorben).

P1: adsorben 100% batuan kotoran ayam petelur.

P2: adsorben 75% batuan kotoran ayam petelur + 25% kapur padam.

P3: adsorben 50% batuan kotoran ayam petelur + 50% kapur padam.

P4: adsorben 25% batuan kotoran ayam petelur + 75% kapur padam.

P5: adsorben 100% kapur padam.

### **3.4. Pelaksanaan penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi dua, tahap persiapan dan penelitian utama. Pada tahap persiapan terdiri dari persiapan alat purifikasi dan pembuatan adsorben yang akan digunakan dalam penelitian. Penelitian terdiri dari proses pemurnian gas bio, pengambilan sampel dan pengujian kadar komponen gas pada gas bio.

#### **3.4.1. Penelitian Pendahuluan**

Tahap persiapan pembuatan alat adsorpsi gas bio dengan prosedur sebagai berikut:

1. Pengukuran panjang pipa PVC 2" sebanyak 4 buah, pipa PVC 1" sepanjang 7 cm 4 buah, pipa siku sebagai penghubung pipa yang digunakan adsorben sepanjang 50 cm.
2. Penggergajian pipa yang sudah diukur.
3. Penyambungan pipa yang sudah dipotong.



- Potongan alat yang sudah di susun menjadi satu dan pada sela-sela pipa ditambahkan lem untuk menghindari kebocoran pada gas.
- Pemasangan selang dan *flowmeter* pada alat yang sudah disambungkan.



Gambar 2. Alat Adsorpsi Gas bio

### 3.4.2. Penelitian utama

Pada tahap penelitian utama dibagi menjadi tiga bagian, yang pertama pembuatan adsorben, yang kedua pemurnian gas bio dengan metode adsorpsi, dan yang ketiga pengujian sampel gas bio yang telah dilakukan pemurnian, dengan prosedur sebagai berikut:

- Limbah batuan kotoran ayam petelur ayam diambil dari feses ayam, di cuci lalu disaring. Bisa juga diambil dari feses yang sudah mengering dan di sortir butiran yang berwarna putih biasanya disebut grid, lalu di jemur dibawah sinar matahari.
- Batu gamping ditambahkan air maka akan menghasilkan reaksi panas dan didiamkan sehingga batu gamping menjadi serbuk/kapur padam.
- Adsorben disiapkan sesuai takaran untuk masing-masing perlakuan.
- Bahan adsorben dimasukkan kedalam tabung purifikasi sebanyak 4 tabung yang telah terisi penuh kemudian

tabung tersebut ditutup dengan kain saring dan dirangkai kembali ke alat purifikasi menjadi satu.

5. Alat purifikasi yang sudah terisi adsorben dihubungkan dengan instalasi gas bio dari biodigester.
6. Gas bio ditampung pada balon foil.
7. Gas bio yang telah ditampung dianalisis kandungan gasnya menggunakan alat GC.

### 3.5. Variabel Penelitian

Variabel yang diukur meliputi:

#### 1. Volume

Volume gas yang dihasilkan dapat dilihat pada alat *flowmeter*. Prosedur yang digunakan untuk mengetahui volume adalah sebagai berikut:

1. Alat purifikasi disusun menjadi satu rangkaian beserta alat *flowmeter*.
2. Setiap tabung paralon diberi adsorben dan sesuai proporsi perlakuan.
3. Dilakukan kalibrasi ulang alat *flowmeter* pada alat purifikasi dengan cara mereset ke angka 0.
4. Dilihat volume pada alat *flowmeter* sebelum gas bio dialirkan untuk mengetahui volume awal.
5. Balon sebagai penampung dari gas bio di tancapkan pada ujung alat purifikasi.
6. Selang dari biodigester disambungkan dengan alat purifikasi.
7. Balon yang sudah terisi penuh selanjutnya di cabut dan ditutup agar tidak terjadi pengurangan.
8. Dilihat pada alat *flowmeter* setelah gas bio dialirkan dan dicatat sebagai volume akhir.

9. Total volume pada sampel bisa diukur dengan rumus:

$$\text{Volume} = \text{volume akhir} - \text{volume awal}$$

2. Kecepatan aliran gas

Waktu yang dibutuhkan gas untuk mengalir untuk melewati adsorben dihitung menggunakan stopwatch. Prosedur pengukuran kecepatan aliran gas adalah sebagai berikut:

1. Disiapkan alat dan bahan.
  2. Dipasang balon foil (tempat untuk menampung sampel gas bio) pada alat purifikasi dan disiapkan *stopwatch*.
  3. Diputar kran selang gas bio untuk mengalir gas ke dalam balon foil.
  4. Dinyalakan *stopwatch* dan dihitung waktu yang dibutuhkan gas bio hingga balon foil mengembang. Hal tersebut mengindikasikan bahwa balon foil telah terisi penuh oleh gas bio.
  5. Dicatat perolehan waktu sesuai masing-masing perlakuan dan ulangan.
3. Konsentrasi CH<sub>4</sub>

Dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Konsentrasi kadar CH}_4 : \frac{\text{Kadar CH}_4}{\text{Total Kadar Biogas Yang Terdeteksi}} \times 100\%$$

4. Konsentrasi CO<sub>2</sub>

Dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Konsentrasi kadar CO}_2 = \frac{\text{Kadar CO}_2}{\text{Total Kadar Biogas Yang Terdeteksi}} \times 100\%$$

### 3.6. Analisis Data

Penelitian ini dirancang dengan ini dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan 4 ulangan dengan model liniernya sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

$Y_{ij}$  = hasil pengamatan presentase kadar gas metan pada perlakuan ke 1-6 dengan ulangan 1-4 yang dipengaruhi oleh adsorben

$\mu$  = nilai tengah

$\alpha_i$  = pengaruh perlakuan 1-6 adsorben yang digunakan

$\epsilon_{ij}$  = galat perlakuan 1-6 adsorben yang digunakan beserta ulangan

Selanjutnya hasil pengamatan dianalisis dengan analisis ragam seperti pada Tabel

Tabel 3. Analisis ragam

SK	Db	JK	KT	Fhitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	5					
Galat	18					
Total	23					

Rumus:

$$FK = (\sum \sum Y_{ijk})^2 / (t \times r)$$

$$JK \text{ Total} = \sum \sum Y_{ijk}^2 - FK$$

$$JK \text{ Perlakuan} = \sum \sum Y_{ijk}^2 / r - FK$$

$$JK \text{ Galat} = JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan}$$

Apabila hasil pengamatan Fhitung lebih besar dari F tabel maka akan dilanjutkan uji DMRT, berikutnya dilakukan tabel kodifikasi.

Tabel 4. Kodifikasi

Perlakuan	Rataan	Notasi	Pembanding
-----------	--------	--------	------------

### 3.7. Batasan Istilah

- Adsorben : suatu bahan yang dapat menyerap kandungan zat lain sehingga zat tersebut menempel pada permukaannya.
- Gas bio : gas yang didapat dari kotoran hewan ternak.
- Purifikasi : proses untuk penyaringan/pemurnian.
- Gas (CH<sub>4</sub>) : gas tanpa warna dan tanpa bau, yang dapat meledak jika dicampur dengan udara, sifatnya lebih ringan daripada udara. Gas ini dihasilkan dari bakteri metanogenik.
- Ca(OH)<sub>2</sub> : disebut juga kalsium hidroksida senyawa kimia yang terbentuk dalam kapur padam.
- Batuan Kotoran Ayam : dengan juga grit berfungsi untuk membantu proses penggilingan pakan dalam

ampela dan bermanfaat sebagai sumber mineral bagi ternak ayam (Sabuna, Therik dan Mulyantini. 2015).



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Volume ( $m^3$ ) Pada Gas bio

Penggunaan adsorben dengan perlakuan  $P_0$  (Perlakuan kontrol),  $P_1$  (100% batuan kotoran ayam petelur),  $P_2$  (75% batuan kotoran ayam petelur dan 25% kapur padam),  $P_3$  (50% batuan kotoran ayam petelur dan 50% kapur padam),  $P_4$  (75% batuan kotoran ayam petelur dan 25% kapur padam),  $P_5$  (100% kapur padam) dengan hasil pengamatan volume gas bio hasil penampungan pada sampel yang telah dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat *Flowmeter* dapat dilihat pada Lampiran 1 menunjukkan bahwa hasil purifikasi gas bio berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) hal ini menjawab dari hipotesis 1. Rataan kandungan gas yang diperoleh pada hasil uji dapat dilihat pada Tabel 5.

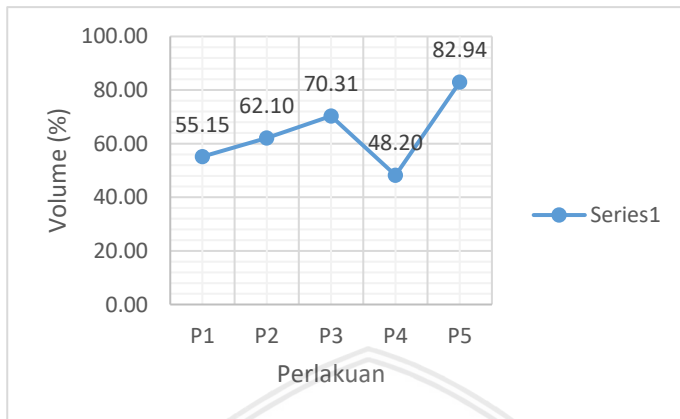
Tabel 5. Rataan volume ( $m^3$ ) Gas bio

Perlakuan	Rata-rata ( $m^3$ )
$P_0$	$3,96 \pm 0,04^d$
$P_1$	$1,78 \pm 0,17^c$
$P_2$	$1,50 \pm 0,18^b$
$P_3$	$1,18 \pm 0,17^b$
$P_4$	$2,05 \pm 0,13^c$
$P_5$	$0,63 \pm 0,22^a$

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa  $P_5$  dengan menggunakan adsorben 100% kapur padam mempunyai volume sampel yang masuk pada balon penampung paling rendah yaitu perlakuan  $P_5$  yaitu  $0.63 \pm 0,22$  dan mengalami penurunan dibandingkan dengan  $P_0$  (tanpa adsorben). Hal ini menunjukkan bahwa didalam adsorben tersebut pada saat gas

mengalir terjadi penyerapan sehingga volume gas terserap didalamnya dan menyebabkan penurunan volume gas bio yang berkaitan dengan kecepatan aliran gas bio. Pada  $P_2$  yaitu  $1,50 \pm 0,18$  dengan kecepatan aliran paling lama dibandingkan dengan  $P_0$ . Selain itu partikel adsorben juga mempengaruhi mengalirnya gas bio karena semakin kecil partikel maka semakin besar luas permukaan sehingga gas yang akan mengalir akan sedikit terhambat oleh adsorben yang terlalu padat. Terhambatnya gas bio yang melewati adsorben saat pengambilan sampel dengan alat yang digunakan untuk purifikasi terdiri dari beberapa bagian dan memungkinkan pada sambungan alat tersebut kurang rapat sehingga terjadi sedikit terjadi kebocoran yang menyebabkan gas bio sulit untuk mengalir untuk melewati adsorben yang bisa mempengaruhi hasil akhir volume. Aliran pada gas bio yang pelan bisa menyebabkan sulit terdeteksi pada alat *flowmeter* sehingga terjadi penurunan pada volume gas bio. Menurut Yamliha, Argo, dan Nugroho (2013) menyatakan bahwa proses adsorpsi dapat menurunkan kadar  $CO_2$  pada permukaan adsorben. Ukuran partikel yang lebih kecil dan luas kontak yang lebih besar sehingga semakin kecil ukuran mempunyai luas permukaan yang lebih besar sehingga dapat mengadsorpsi  $CO_2$  lebih optimal. Hasil gambar pengamatan volume ( $m^3$ ) gas bio dapat dilihat pada Gambar 3.





Gambar 3. Presentase relatif volume ( $m^3$ ) gas bio

Sehubungan dengan Gambar 3 menunjukkan bahwa volume yang dihasilkan dari hasil purifikasi mengalami penurunan disetiap perlakuan yaitu P<sub>1</sub> (55,15%), P<sub>2</sub> (62,10%), P<sub>3</sub> (70,31), P<sub>4</sub> (48,20%), P<sub>5</sub> (82,94%) dibandingkan dengan P<sub>0</sub>. Penurunan tertinggi terjadi pada P<sub>5</sub> yaitu dengan adsorben 100% kapur padam. Hal ini disebabkan oleh jenis dari adsorben dari jenis, pori-pori, ukuran partikel pada setiap perlakuan. Kapur padam memiliki ukuran partikel adsorben yang kecil menunjukkan bahwa gas bio yang mengalir melewati adsorben mengalami penyerapan sehingga volume gas yang terserap didalamnya menyebabkan penurunan volume gas bio. Menurut Yani (2016) menyatakan bahwa bertambahnya volume gas bio yang dihasilkan dipengaruhi oleh waktu fermentasi. Semakin lama fermentasi maka semakin meningkat aktivitas mikroorganisme untuk menggunakan substrat sehingga akan mempengaruhi produk yang dihasilkan.

## 4.2 Kecepatan Waktu (detik) Yang Dibutuhkan Pada Aliran Gas Bio

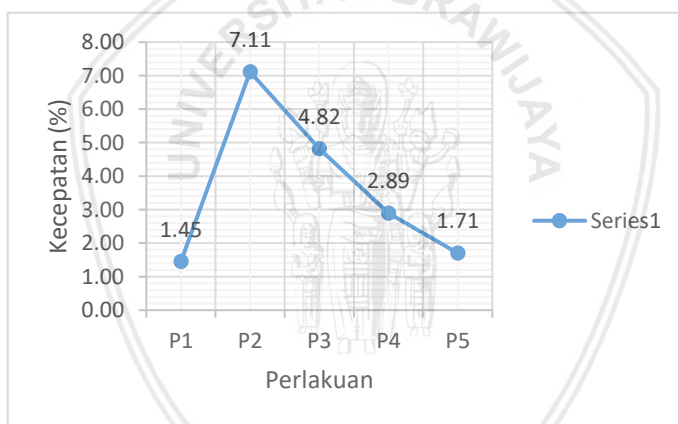
Penggunaan adsorben dengan perlakuan P<sub>0</sub> (Perlakuan kontrol), P<sub>1</sub> (100% batuan kotoran ayam petelur), P<sub>2</sub> (75% batuan kotoran ayam petelur dan 25% kapur padam), P<sub>3</sub> (50% batuan kotoran ayam petelur dan 50% kapur padam), P<sub>4</sub> (75% batuan kotoran ayam petelur dan 25% kapur padam), P<sub>5</sub> (100% kapur padam) dengan hasil Pengamatan waktu (detik) aliran gas bio yang telah dilakukan pengukuran lama aliran saat melewati adsorben sampai ke dalam penampungan sampel dengan menggunakan alat *stopwatch* dapat dilihat pada Lampiran 2 menunjukkan bahwa terdapat berbeda nyata ( $P > 0,01$ ) hal ini menjawab dari hipotesis 2. Adapun hasil rata-rata yang diperoleh dari kecepatan aliran dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rataan Kecepatan (detik) Aliran Gas bio

Perlakuan	Rata-rata
P <sub>0</sub>	21,89 ± 1,36 <sup>a</sup>
P <sub>1</sub>	22,21 ± 0,34 <sup>a</sup>
P <sub>2</sub>	23,57 ± 0,28 <sup>b</sup>
P <sub>3</sub>	23,00 ± 0,43 <sup>a</sup>
P <sub>4</sub>	22,54 ± 0,32 <sup>a</sup>
P <sub>5</sub>	22,27 ± 0,48 <sup>a</sup>

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai rata-rata waktu aliran gas bio setelah dilakukan purifikasi cenderung mengalami waktu yang lebih lama yaitu pada P<sub>0</sub>(21,89 detik), P<sub>1</sub>(22,21 detik), P<sub>2</sub>(23,57 detik), P<sub>3</sub>(23,00 detik). Pada P<sub>4</sub> yaitu 22,54 detik dan P<sub>5</sub> 22,27 detik cenderung mengalami penurunan dibandingkan dengan P<sub>0</sub>. Perlakuan P<sub>2</sub> memiliki waktu aliran yang paling lama dilihat menggunakan *stopwatch* pada saat gas mengalir dari masuknya gas ke penampung gas. adsorben yang digunakan mempengaruhi aliran gas bio. Semakin lama aliran

gas bio maka semakin lama adanya kontak gas bio dan adsorben yang berpengaruh terhadap meningkatnya gas metan. Hal ini menunjukkan bahwa lama aliran gas bio berpengaruh terhadap kandungan gas  $\text{CH}_4$ . Menurut Apriyanti (2012) menyatakan bahwa untuk mengetahui konstanta kecepatan adsorpsi pada penelitian ini dilakukan dengan mengetahui kandungan gas  $\text{CO}_2$  bertujuan untuk mengetahui proses penyerapan pada permukaan adsorben. Konstanta adsorpsi dipengaruhi oleh adsorben yang diserap pada waktu (menit). Semakin lama waktu adsorpsi kadar  $\text{CO}_2$  yang diserap pada adsorben semakin banyak. Hasil gambar pengamatan volume ( $\text{m}^3$ ) gas bio dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Presentase relatif kecepatan (detik) aliran gas bio

Sehubungan dengan Gambar 4 menunjukkan bahwa kecepatan aliran gas bio paling lambat pada P<sub>2</sub> dengan adsorben 25% limbah batuan kotoran ayam petelur dan 75% kapur padam yaitu 7,11% lebih lambat dibandingkan dengan P<sub>0</sub>. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah adsorben pada alat purifikasi mempengaruhi kecepatan aliran gas bio saat melewati

adsorben. Semakin lama kontak dengan adsorben maka permunan gas bio semakin optimal untuk mengurangi zaat pengotor seperti CO<sub>2</sub> pada gas bio. Hal ini disebabkan karena gas yang melewati adsorben terserap oleh partikel adsorben dan menempel pada permukaan adsorben. Menurut Saleh, Dede dan Riky (2015) menyatakan bahwa lama kontak antara gas dengan adsorben terhadap waktu berpengaruh terhadap penyerapan gas CO<sub>2</sub>. Penyerapan pada gas CO<sub>2</sub> semakin banyak menyebabkan meningkatnya presesntase CH<sub>4</sub> semakin tinggi.

#### 4.3 Presentase Gas CO<sub>2</sub> Pada Gas Bio

Penggunaan adsorben dengan perlakuan P<sub>0</sub> (Perlakuan kontrol), P<sub>1</sub> (100% batuan kotoran ayam petelur), P<sub>2</sub> (75% batuan kotoran ayam petelur dan 25% kapur padam), P<sub>3</sub> (50% batuan kotoran ayam petelur dan 50% kapur padam), P<sub>4</sub> (75% batuan kotoran ayam petelur dan 25% kapur padam), P<sub>5</sub> (100% kapur padam) dengan hasil pengamatan konsentrasi gas CO<sub>2</sub> dapat dilihat pada Lampiran 4. menunjukkan bahwa konsentrasi gas CO<sub>2</sub> hasil purifikasi yang dianalisis dengan alat *Gas Chromatography* menghasilkan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) hal ini menjawab dari hipotesis 4. Parameter kualitas gas bio dapat dilihat dari tingginya kadar CO<sub>2</sub> yang terkandung pada gas bio. Kadar CO<sub>2</sub> yang tinggi dapat disebabkan oleh beberapa beberapa faktor seperti tangki biodigester gas bio memiliki suhu yang tinggi sehingga bakteri metanogenik yang terdapat pada tangki berkurang. Menurut Harie dan Jhonni (2015) menyatakan bahwa pada suhu yang tinggi atau rendah bakteri metanogenik tidak aktif. Suhu optimal untuk bakteri tersebut pada suhu sekitar 35°C dan jika pada suhu rendah 10°C produksi gas akan berhenti. Gas bio yang dihasilkan pada kondisi diluar suhu tersebut mempunyai kandungan CO<sub>2</sub> yang

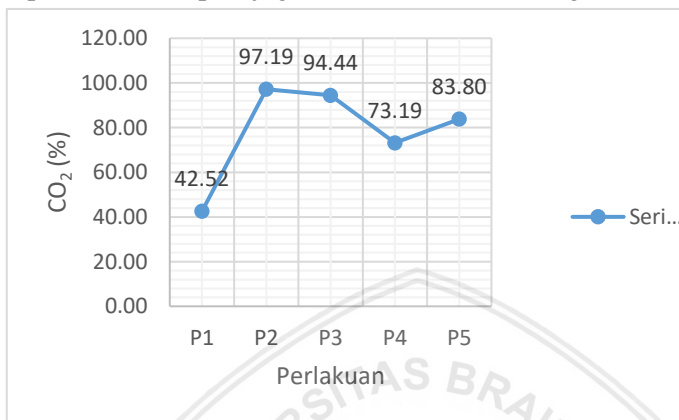
tinggi. Suhu yang digunakan juga dipengaruhi oleh pertimbangan iklim. Adapun hasil rataan konsentrasi dari purifikasi dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 7. Rataan Presentase Kadar CO<sub>2</sub> pada Gas bio

Perlakuan	Rata-rata (%)
P <sub>0</sub>	22,96 ± 0,29 <sup>c</sup>
P <sub>1</sub>	12,79 ± 7,73 <sup>b</sup>
P <sub>2</sub>	0,62 ± 0,32 <sup>a</sup>
P <sub>3</sub>	1,23 ± 0,27 <sup>a</sup>
P <sub>4</sub>	3,77 ± 0,97 <sup>a</sup>
P <sub>5</sub>	13,51 ± 7,57 <sup>a</sup>

Berdasarkan Tabel 8 menunjukkan bahwa rata-rata persentase konsentrasi gas CO<sub>2</sub> yang terdapat dalam gas bio sebelum dilakukan purifikasi yaitu 22,96 ± 0,29 %. Konsentrasi gas CO<sub>2</sub> setelah dilakukan purifikasi yang dihasilkan memberikan dampak penurunan yaitu 12,79 % pada P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> yaitu 0,62%, P<sub>3</sub> yaitu 1,23%, P<sub>4</sub> yaitu 3,77%, dan sedikit mengalami kenaikan pada P<sub>5</sub> yaitu 13,51%. Hal ini terjadi karena penyerapan pada penggunaan adsorben mempengaruhi hasil gas bio setelah dilakukan purifikasi. Kapur padam memiliki kandungan kalsium. Selain itu adsorben yang memiliki partikel yang berpori lebih memudahkan dalam kemampuan adsorpsi pada gas bio yang melewati adsorben. Selain itu, adsorben batuan kotoran ayam petelur ayam dan kapur padam memiliki kandungan kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) yang cukup tinggi. Menurut Masyhuri, Ary dan Gunomo (2013) menyatakan bahwa analisa kalsium pada larutan Ca(OH)<sub>2</sub> setelah dilalui oleh gas bio memperoleh kandungan kalsium karbonat. Semakin tinggi kandungan kalsium karbonat yang dibentuk

maka semakin besar gas CO<sub>2</sub> yang terikat oleh Ca(OH)<sub>2</sub> dan pada nozel berpori juga lebih aktif dalam mengikat CO<sub>2</sub>.



Gambar 5. Presentase relatif penurunan CO<sub>2</sub> pada gas bio

Sehubungan dengan Gambar 6 menunjukkan bahwa gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari purifikasi gas bio terbaik pada P<sub>2</sub> dengan adsorben 75% batuan kotoran ayam petelur dan 25% kapur padam karena mengalami banyak penurunan gas CO<sub>2</sub> yaitu 97.19% dan penurunan gas CO<sub>2</sub> paling sedikit pada perlakuan P<sub>5</sub> dengan adsorben 100% kapur padam dibandingkan dengan P<sub>0</sub>. Menurut Masyhuri, Ahmad dan Djojowasito (2013) menyatakan bahwa larutan batu kapur Ca(OH)<sub>2</sub> merupakan salah satu alternatif untuk mengikat CO<sub>2</sub> yang ada dalam wadah kemasan, dengan reaksi kimia Ca(OH)<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub> menghasilkan senyawa CaCO<sub>2</sub>+ H<sub>2</sub>O Teknik pengurangan CO<sub>2</sub> pada aliran gas bio diaplikasikan menggunakan Ca(OH)<sub>2</sub>. Hal ini menunjukkan bahwa pada adsorben yang digunakan pada P<sub>2</sub> menyerap kadar CO<sub>2</sub> yang optimal. Semakin rendah gas CO<sub>2</sub> dan gas pengotor seperti hidrogen sulfida yang dihasilkan maka semakin bagus kualitas

gas bio dengan indikasi terjadi peningkatan pada gas CH<sub>4</sub>. Menurut Masyhuri dkk (2013) menyatakan bahwa gas bio yang memiliki kadar CO<sub>2</sub> yang tinggi merupakan salah satu masalah yang perlu di atasi yaitu dengan penyerapan gas CO<sub>2</sub> pada gasbio. Adanya gas seperti CO<sub>2</sub> yang terlalu tinggi di dalam gas bio sangat sulit untuk ikut terbakar bersama gas metan (CH<sub>4</sub>) oleh karena itu kadar gas CO<sub>2</sub> harus dikurangi.

#### 4.4 Presentase Gas Metan (CH<sub>4</sub>) Pada Gas bio

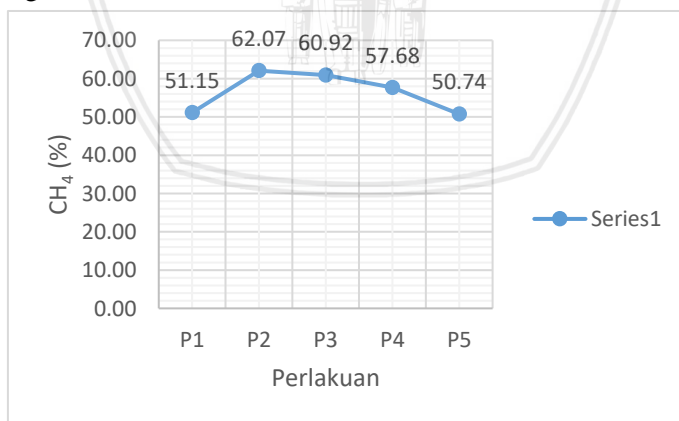
Penggunaan adsorben dengan perlakuan P<sub>0</sub> (Perlakuan kontrol), P<sub>1</sub> (100% batuan kotoran ayam petelur), P<sub>2</sub> (75% batuan kotoran ayam petelur dan 25% kapur padam), P<sub>3</sub> (50% batuan kotoran ayam petelur dan 50% kapur padam), P<sub>4</sub> (75% batuan kotoran ayam petelur dan 25% kapur padam), P<sub>5</sub> (100% kapur padam) dengan hasil pengamatan konsentrasi gas metan yang dianalisis menggunakan alat *Gas Chromatography* dapat dilihat pada Lampiran 5 menunjukkan bahwa hasil purifikasi pada gas CH<sub>4</sub> memberikan hasil yang berbeda sangat nyata (P<0,01) hal ini menjawab dari hipotesis 5. Adapun rataan gas metana dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 8. Rataan Presentase Kadar CH<sub>4</sub> pada Gas bio

Perlakuan	Rata-rata (%)
P <sub>0</sub>	32,25 ± 0,93 <sup>a</sup>
P <sub>1</sub>	66,02 ± 0,36 <sup>b</sup>
P <sub>2</sub>	85,03 ± 8,56 <sup>c</sup>
P <sub>3</sub>	82,54 ± 1,11 <sup>c</sup>
P <sub>4</sub>	76,20 ± 1,67 <sup>c</sup>
P <sub>6</sub>	65,47 ± 5,45 <sup>b</sup>

Berdasarkan Tabel 9 menunjukkan bahwa rataan nilai presentase gas metana mengalami peningkatan pada setiap perlakuan. Peningkatan gas metana paling tinggi pada P<sub>2</sub>

dengan adsorben 75% batuan kotoran ayam petelur dan 25% adsorben kapur padam yaitu 85,03%. Peningkatan gas metana terjadi karena gas bio yang dilewatkan pada adsorben menyerap kandungan gas  $\text{CO}_2$ . Peningkatan gas metana juga dipengaruhi oleh adsorben yang digunakan seperti ukuran partikel dari adsorben. Selain daripada ukuran adsorben yang digunakan, batuan kotoran ayam petelur ayam dan kapur padam memiliki sebagian besar kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Menurut Kusairi dan Yangsen (2015) menyatakan bahwa kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang telah diaktivasi dapat digunakan untuk menyerap kadar karbondioksida ( $\text{CaOH}_2$ ) pada gas bio dan pada proses pemurnian. Menurut Widhiyanuriyawan dan Hamidi (2013) menyatakan bahwa peningkatan kandungan  $\text{CH}_4$  disebabkan oleh terserapnya gas pengotor seperti  $\text{H}_2\text{S}$ . penyerapan gas  $\text{H}_2\text{S}$  menyebabkan ikatan dua atom H dengan satu atom S terpisah sehingga peningkatan kandungan  $\text{H}_2\text{S}$  yang didapatkan dari penguraian menimbulkan reaksi kimia dengan  $\text{CO}_2$ . Sehingga menghasilkan  $\text{CH}_4$  atau yang dikenal dengan reaksi metagon hidrogenotrofik.



Gambar 6. Presentase Peningkatan Relatif  $\text{CH}_4$  pada gas bio



Sehubungan dengan Gambar 7 menyatakan bahwa terjadi peningkatan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) tertinggi pada  $P_2$  yaitu 62,07% dibandingkan dengan  $P_0$ . Kenaikan gas metana disebabkan karena penyerapan gas pengotor yang optimal didalam adsorben sehingga presentase gas yang dihasilkan sebagian besar gas metana ( $\text{CH}_4$ ). Kandungan yang terdapat pada adsorben batuan kotoran ayam petelur ayam dan kapur padam yang bisa mengurangi dari gas pengotor gas bio juga mempengaruhi dari hasil akhir gas metana. Gas bio yang memiliki konsentrasi gas metana tinggi memiliki nilai kalor yang tinggi pula. Menurut Hamidi, Wardana dan Widhiyanuriyawan (2011) menyatakan bahwa kandungan gas metana dapat ditingkatkan dengan memisahkan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) yang bersifat korosif dari gas bio. Kadar  $\text{CH}_4$  yang tinggi maka gas bio akan memiliki nilai kalor yang tinggi. Jika kadar  $\text{CO}_2$  yang tinggi maka akan mengakibatkan nilai kalor gas bio rendah. Maka dari itu untuk meningkatkan nilai kalor pad gas bio dengan meningkatkan kadar  $\text{CH}_4$  dan mengurangi kadar  $\text{CO}_2$  dengan cara pemurnian gas bio.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Adsorben terbaik terjadi pada perlakuan P<sub>2</sub> yaitu adsorben 25% kapur padam dan 75% limbah batuan kotoran ayam petelur dengan kecepatan aliran  $23,57 \pm 0,28$  (detik) lama aliran gas bio maka adanya indikasi kontak gas dan adsorben. Kadar CO<sub>2</sub> pada gas bio paling rendah yaitu  $0,62 \pm 0,32$  (%). Kadar CH<sub>4</sub> paling tinggi yaitu  $85,03 \pm 8,56$  (%).
2. Penggunaan adsorben 100% kapur menghasilkan volume paling rendah dengan kecepatan aliran gasbio lebih lama dibandingkan dengan P<sub>0</sub> (perlakuan kontrol) yaitu  $0,63 \pm 0,22$ . Hal ini menunjukkan adanya kesinambungan antara volume dan kecepatan aliran.

#### 5.2 Saran

Batuan kotoran ayam petelur dan kapur padam dapat digunakan sebagai adsorben untuk meningkatkan gas metana pada gas bio. Perlu dilakukan penelitian lanjut dengan memperkecil adsorben batuan kotoran ayam petelur ayam petelur.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adi S, Suyatno dan Sylviana. 2016. Mempelajari Penambahan Kapur Sirih  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  Sebagai Bahan Penghambat Kerusakan Pada Nira Kelapa. *Edible*. V-1: 49-53.
- Andrianto, T.T dan Indarto, N. 2007. Membuat Dan Memanfaatkan Biogas. Saka Mitra Kompetensi. Klaten.
- Asmadi, Endro. S, dan Oktiawan. 2009. Pengurangan Chrom (Cr) Dalam Limbah Cair Industri Kulit Pada Proses Tannery Menggunakan Senyawa Alkali  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$  Dan  $\text{NaHCO}_3$  (Studi Kasus PT. Trimulyo Kencana Mas Semarang). *JAI Vol 5 No.1*.
- Apriyanti, E. 2012. Adsorpsi  $\text{CO}_2$  Menggunakan Zeolit: Aplikasi Pada Pemurnian Biogas. *Jurnal Dinamika Sains*. Vol 10 (22).
- Azis, M. 2010. Batu Kapur Dan Peningkatan Nilai Tambah Serta Spesifikasi Untuk Industri. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*. Vol 6(3) : 161-131.
- Darwin, H.P., M. Yasir, N.K. Utami. 2012. Dampak Bokashi Kotoran Ternak dalam Pengurangan Pemakaian Pupuk Anorganik pada Budidaya Tanaman Tomat. *J.Agron.Indonesia*. 40(3): 204-210.
- Dadang, H., N, Hamidi, M. N. Sasongko. 2016. Performansi Purifikasi Gas bio Dengan  $\text{KOH}$  *BASED ABSORBENT*. *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol 2: 65-73.

- Debora, A. Y. A., T.W.S. Panjaitan, Y.R. Adiputra H.S. 2012. Pembuatan Gas bio Dari Kotoran Sapi Dengan Metode Taguchi. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XV.
- Dhaniswara, T. K., dan M. A. Fitri. 2017. Pengaruh Perlakuan Awal Sampah Organik Terhadap Produksi Biogas Secara Anaerobic Digestion. *Journal of Research and Technology*. Vol 3 (2): 2460-5972.
- Hamidi, N., ING. Wardana dan D. Widhiyanuariyawan. 2011. Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Gas bio Melalui Proses Pemurnian Dengan Zeolit Alam. *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol 2(2): 227-231.
- Harie, S, J., Jhonni, R. D. 2015. Pengaruh Katup Pengaman Dan Diameter Lubang Kompur Terhadap Nyala Api Gas bio. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan kejuruan BALANGA*. Vol 3 (2): 55-61.
- Junus, M. 2015. Pengaruh cairan lumpur organik unit gas bio terhadap presentase kandungan bahan organik dan protein kasar padatan lumpur organik unit gas bio. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*. Vol 25 (1): 35-41.
- Khalil. 2010. Penggunaan Formula Mineral Lokal dalam Ransum Ayam Petelur. *Media Peternakan*. Vol 33 (2) : 115-123.
- Kusairi, S, A, dan Yangsen. K. 2015. Pemanfaatan Biogas Sebagai Bahan Bakar Generator Set Motor Bensin. *Info Teknik*. Vol 6 (1) : 113-128

- Kurniawan, A, dan Utami, L, B. 2014. Pengaruh Dosis Kompos Berbahan Dasar Campuran Feses Dan Cangkang Telur Ayam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Cabut (*Amaranthus Tricolor L.*) Sebagai Sumber Belajar Biologi Sma Kelas XII. JUPEMASI-PBIO. Vol 1 (1): 2407-1269.
- Lestari, R. 2018. Pengaruh Penggunaan Pasir Hitam Dan Serbuk Genteng Sebagai Adsorben Terhadap Prosentase CH<sub>4</sub> Pada Biogas. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Ludfia, W., A. Pertiwiningrum, dan L. M. Yusiati. 2012. Pengaruh Jenis Kotoran Ternak Sebagai Substrat Dengan Penambahan Serasah Daun Jati (*Tectona grandis*) Terhadap Karakteristik Gas bio Pada Proses Fermentasi. Buletin Peternakan. Vol 36 (1): 40-47.
- Masyhuri, A, P., A. M. Ahmad, G. Djojowasito. 2013. Rancang Bangun Sistem Penyerap Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) Pada Aliran Gas bio Dengan Menggunakan Larutan Ca(OH)<sub>2</sub>. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem. Vol 1 No.1 19-28.
- Miftakhul, H.S., Suyono, P.R. Wikandari. 2013. Efektivitas Kandungan Unsur Hara N Pada Pupuk Kandang Hasil Fermentasi Kotoran Ayam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Terung (*Solanum melongena L.*) UNESA Journal of Chemistry. Vol 2 No 1.
- Taufila, M., D.D. Laksana, S. Alam. 2014. Aplikasi Kompos Kotoran Ayam Untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus L.*) Di Tanah Masam. Jurnal Agrotekno. Vol 4(2) : 120-127.

- repository.ub.ac.id
- Naqibat, N dan Triwikantoro. 2014. Pemurnian Produk Gas bio dengan Metode Absorpsi Menggunakan Larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Jurnal Sains dan Seni Pomits. Vol 3 No. 2 2337-3520.
- Nijaguna, B.T. 2002. Biogas Technology. New Age International Publisher. New Delhi.
- Okyreza, A., M. Mutiara, dan L. Buchori. 2013. Peningkatan Karbon Dioksida Dengan Mikroalga (*Chlorella vulgaris*, *Chlamydomonas* sp., *Spirulina* sp.) Dalam Upaya Untuk Meningkatkan Kemurnian Gas bio. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. Vol 2 No. 4 212-216.
- Oyebanjo, O. O.O. Abiodun. 2011. Profit Efficiency and Waste Management in Poultry Farming: The Case of Egba Division, Ogun State, Nigeria. International Journal of Poultry Science. 10 (2): 137-142.
- Qunik Wiqoyah. 2006. Pengaruh Kadar Kapur, Waktu Perawatan Dan Perendaman Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung. Dinamika TEKNIK SIPIL. Volume 6 No 1: 16-24.
- Ritonga, A, M., dan Maskhuril. 2017. Optimasi Kandungan Metan ( $\text{CH}_4$ ) Gas bio Kotoran Sapi Menggunakan Berbagai Jenis Adsorben. Jurnal Rona Teknik Pertanian. Vol 10(2).
- Sabuna, C., Bale. J. F, Mulyantini. N. G. A. 2015. Pemberian Grit pada Ayam Buras Memperpanjang Saluran Pencernaan, Menambah Bobot Ampela dan Bobot Tulang Karkas. Jurnal Veteriner. Vol 16 (1): 132-138.



- Saleh, A., Dede. A. P, Riky. Y. 2015. Pengaruh Komposisi Adsorben Campuran (Zeoli-Semen Putih) Dan Waktu Adsorpsi Produk Gas Metana Terhadap Kualitas Gas bio Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Jurnal Teknik. No 3 Vol 21.
- Sugiarto., T. Oerbandono, D. Widhitanuriyawan, F. S. P. Putra. 2013. Purifikasi Gas bio Sistem Kontinyu Menggunakan Zeolit. Jurnal Rekayasa Mesin. Vol 4 No 1: 1-10.
- Sri, M.A. 2013. Aplikasi Macam Dan Dosis Pupuk Kandang Pada Tanaman Kentang. Jurnal GAMMA. Vol 8 No. 2: 80-85.
- Team SOS. 2013. Pemanasan Global Solusi Dan Peluang Bisnis. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Trisna, K.D., M. A. Fitri. 2017. Pengaruh Perlakuan Awal Sampah Organik Terhadap Produksi Gas bio Secara Anaerobic Digestion. Jurnal of Research and Technology. Vol 3 No.2.
- Tuti, H. 2006. Gas bio: Limbah Peternakan Yang Menjadi Sumber Alternatif. Warta. Vol 16 No. 3.
- Widhiyanuriyawan, D dan Hamidi, N. 2013. Variasi Temperatur Pemanasan Zeolite alam-NaOH Untuk Pemurnian Gas bio. Jurnal Energi dan Manufaktur. Vol 6 (1):1-9.
- Widi, R.K. 2018. Pemanfaatan Material Anorganik: Pengenalan Dan Beberapa Inovasi Di Bidang Penelitian. Deepublish. Yogyakarta.

- Yani, S. 2016. Optimizing The Volume Of Starter And The Time Of Fermentation In The Production Of Biogas From Vegetable Wastes With Maximum Content Of Metane Gas. *Journal of Asian Scientific Research*. 2(12) : 789-797.
- Yamliha, A., B.D. Argo, dan A. Nugroho. 2013. Pengaruh Ukuran Zeolite Terhadap Penyerapan Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) Pada Aliran Biogas. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. Vol 1 (2).

