



PEMANFAATAN ADSORBEN SERBUK MARMER DAN BATUAN MANURE AYAM PETELUR TERHADAP PERSENTASE GAS BIO

Mohamad Imam Zarkasi^{1*} dan Mochammad Junus²

^{1&2}Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya,
Indonesia

*E-Mail : zimam50@yahoo.com

DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.6317>

Submit: 02-11-2022; Revised: 04-12-2022; Accepted: 06-12-2022; Published: 30-12-2022

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh adsorben serbuk marmer dan batuan manure ayam petelur terhadap persentase kandungan gas bio, dan mengetahui optimasi dari perlakuan adsorben batuan manure ayam petelur dan serbuk marmer dalam menghasilkan persentase kandungan gas bio dan mengurangi jumlah kandungan gas bio selain CH₄. Materi penelitian yang digunakan adalah batuan manure ayam dan serbuk marmer. Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan dengan RAL (Rancangan Acak Lengkap), yang terdiri dari 4 perlakuan dan 4 ulangan. Adapun perlakuan tersebut adalah tanpa menggunakan adsorben; 100% batuan manure ayam petelur; 100% serbuk marmer; dan 50% serbuk marmer + 50% batuan manure ayam petelur. Variabel yang diamati pada penelitian ini meliputi volume dan waktu yang dibutuhkan gas metan yang mengalir pada adsorben, waktu yang dibutuhkan gas metan untuk melewati adsorben sampai balon penampung gas sebagai sampel, dan kandungan gas dalam gas metan sebelum purifikasi persentase kadar CO₂, CH₄, O₂, dan N₂. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan adsorben serbuk marmer dan batuan manure ayam petelur terhadap persentase kandungan gas bio memberikan perbedaan tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap persentase gas CH₄, O₂, dan N₂, akan tetapi memberikan perbedaan nyata ($P < 0,05$) terhadap persentase gas CO₂ sebesar 11,33% terdapat pada perlakuan P2 yang menggunakan adsorben 100% serbuk marmer. Perlakuan P2 mampu menurunkan kadar CO₂ sebesar 59,70%. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar CH₄, maka semakin baik nilai kalor nya dan berbanding terbalik dengan CO₂.

Kata Kunci: Adsorben, Serbuk Marmer, Manure Ayam Petelur, Gas Bio.

ABSTRACT: This study aims to determine the effect of the adsorbents of marble powder and manure rock of laying hens on the percentage of bio-gas content, and to determine the optimization of the adsorbent treatment of manure rock of laying hens and marble powder in producing the percentage of bio-gas content and reducing the amount of bio-gas content other than CH₄. The research material used was chicken manure rock and marble powder. The research method used was an experiment with RAL (completely randomized design), which consisted of 4 treatments and 4 replications. The treatment is without using adsorbents; 100% laying hen manure rock; 100% marble powder; and 50% marble powder + 50% manure rock laying hens. The variables observed in this study include the volume and time required for methane gas to flow through the adsorbent, the time required for methane gas to pass through the adsorbent to the gas-holding balloon as a sample, and the gas content in methane gas before purification, the percentage levels of CO₂, CH₄, O₂, and N₂. The results showed that the use of marble powder and manure rock adsorbents for laying hens on the percentage of biogas content gave no significant difference ($P > 0.05$) to the percentages of CH₄, O₂, and N₂ gases, but gave a significant difference ($P < 0.05$) to the percentage of CO₂ gas of 11.33% was found in the P2 treatment which used 100% marble powder adsorbent. P2 treatment was able to reduce CO₂ levels by 59.70%. It can be concluded that the greater the CH₄, the better the calorific value and is inversely proportional to CO₂.

Keywords: Adsorbent, Marble Powder, Manure Laying Hens, Bio Gas.





Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Perkembangan peternakan ayam di Indonesia saat ini berkembang semakin pesat. Tingkat pendapatan masyarakat Indonesia untuk usaha ternak ayam sangat menguntungkan, dikarenakan kebutuhan ayam di Indonesia cukup dominan untuk dikonsumsi oleh masyarakat, sehingga dapat mengakibatkan peningkatan angka kecukupan protein hewani. Keberhasilan suatu peternakan ayam dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni: pakan yang baik, bibit, serta sistem manajemen pemeliharaan. Salah satu aspek penting dari sistem manajemen pemeliharaan yaitu pengolahan limbah manure yang sangat berpengaruh terhadap kesehatan ayam itu sendiri, dan masyarakat sekitar peternakan yang terganggu akibat dari pencemaran lingkungan.

Selama ini, limbah peternakan ayam di Indonesia dalam penanganan masih kurang baik bahkan limbah tersebut langsung dibuang ke sungai dan pembuangan liar dapat mencemari kondisi lingkungan, limbah yang berupa kotoran ayam (*manure*), sisa pakan dan minum, urin, serta air yang digunakan untuk membersihkan kandang. Untuk mengatasi akibat terganggu dari pencemaran lingkungan tersebut, perlu dilakukan pengolahan limbah dengan cara yang tepat serta bermanfaat bagi masyarakat sekitar, karena pada pengolahan limbah ternak juga dapat menghasilkan keuntungan dengan memanfaatkannya menjadi pupuk dan gas bio.

Pemanfaatan gas bio dapat digunakan untuk bahan bakar alam yang aman untuk kebutuhan masyarakat sekitar maupun kebutuhan industri. Gas bio merupakan sumber energi alternatif yang mampu memenuhi kebutuhan bahan bakar gas alam yang kandungan utamanya yaitu metana dan karbondioksida, serta untuk menekan biaya operasional peternakan itu sendiri. Menurut Fadhli *et al.* (2013), gas bio adalah gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan organik, termasuk diantaranya kotoran manusia dan hewan, limbah domestik, sampah *biodegradable* yang kandungan utamanya adalah karbondioksida dan metana.

Pada pengaplikasian proses pemanfaatan gas bio dari limbah dilakukan panjang pipa dan volume untuk menampung hasil absorben yang dapat menghasilkan 100% kualitas gas metana. Menurut Negara *et al.* (2012), mesin tekan hidrolik adalah alat yang digunakan sebagai pencetak gram besi untuk memperoleh bentuk dan ukuran yang sama besar. Untuk 1 cetakan bilet digunakan tekanan hingga 2 ton. Total bilet yang disiapkan dalam penelitian ini adalah sebanyak 10 buah dengan massa total 500 g. Bilet penyaring selanjutnya dimasukkan ke dalam pipa. Sistem rangkaian ini digunakan untuk proses pemurnian gas bio dari gas H₂S.

Limbah marmer merupakan limbah yang didapat dari pengolahan batuan (blok) marmer menjadi ubin, sehingga menjadi limbah marmer yang berbentuk





bubuk dan mengalami tahapan-tahapan. Menurut Handayani *et al.* (2014), komposisi utama serbuk marmer adalah Silikon Dioksida (SiO_2) 17,63% dan Kalsium Karbonat (CaCO_3) 2,73%. Serbuk marmer lebih tepat digunakan sebagai bahan pengisi atau filler dari pada sebagai pengganti semen. Oleh karena itu, untuk melakukan pengolahan limbah guna mengatasi pencemaran lingkungan sekitar dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh panjang pipa dan volume adsorben limbah serbuk marmer dan batuan manure ayam petelur terhadap kualitas gas bio.

Pemurnian gas bio juga dapat dilakukan menggunakan limbah peternakan maupun hasil samping dari industri bahan bangunan, salah satunya dengan menggunakan limbah batuan manure ayam petelur dan serbuk marmer sebagai adsorben. Kotoran ayam petelur menghasilkan bau yang tidak sedap yang disebabkan oleh dekomposisi mikroorganisme membentuk gas amoniak, nitrat, dan nitrit, serta gas sulfida. Di sisi lain, industri bahan bangunan menghasilkan serbuk marmer yang tidak dimanfaatkan dan dibuang ke sungai sehingga menimbulkan pencemaran, padahal serbuk marmer memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai kompos maupun adsorben gas metan.

Limbah batuan manure ayam petelur dan limbah serbuk marmer dapat dimanfaatkan sebagai adsorben gas pengotor gas metan termasuk CO_2 , sehingga gas bio yang dihasilkan memiliki kandungan CH_4 dan nilai kalor yang lebih tinggi. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh adsorben serbuk marmer dan batuan manure ayam petelur terhadap persentase kandungan gas bio, dan optimasi adsorben serbuk marmer dan batuan manure ayam petelur dalam menghasilkan persentase kandungan gas bio dan mengurangi jumlah kandungan gas bio selain CH_4 .

METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Termofluida dan Sistem Utilitas, Fakultas Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung untuk analisa kandungan gas bio, Desa Gedangan, Kecamatan Bantur, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur untuk pengambilan batuan manure ayam petelur, dan di Desa Gamping, Kecamatan Campurdarat, Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur untuk pengambilan serbuk marmer, dimulai dari tanggal 26 Februari 2019 - 1 April 2019.

Materi Penelitian

Materi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah batuan manure ayam petelur yang dijadikan batuan kecil dan serbuk marmer, 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, flowmeter, dan katup. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: ember, baskom, balon plastik, instalasi gas bio, alat penumbuk, alat purifikasi, alat uji GC (*Gas Chromatography*), timbangan, gunting, terpal, dan oven.





Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang dilakukan saat penelitian sebagai berikut:

- P0 : Kontrol (gas bio tanpa menggunakan adsorben);
- P1 : Gas bio dengan menggunakan adsorben 100% batuan manure ayam petelur;
- P2 : Gas bio dengan menggunakan adsorben 100% serbuk marmer; dan
- P3 : Gas bio dengan menggunakan adsorben 50% batuan manure ayam petelur + 50% adsorben serbuk marmer.

Parameter yang diamati yaitu untuk mengetahui kandungan gas bio yang meliputi (CH₄, CO₂, N₂, O₂).

Analisis Data

Penelitian yang didapat selanjutnya dianalisa menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan memanfaatkan aplikasi *Microsoft Excel* 2010. Hasil data penelitian yang menunjukkan pengaruh nyata ($P < 0,05$) atau sangat nyata ($P < 0,01$), maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume pada Gas Bio

Berdasarkan hasil pengamatan volume gas bio yang berasal dari tangki pencernaan lalu dilewati alat *flowmeter* dan ditampung pada balon sebagai sampel, dapat diterangkan pada Tabel 1. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan adsorben batuan manure ayam petelur dan serbuk marmer memberikan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap gas bio. Adapun rata-rata volume gas bio dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Volume pada Gas Bio (dm³).

| Perlakuan | Rataan (dm ³) |
|-----------|---------------------------|
| P0 | 2.28 ^a |
| P1 | 3.22 ^a |
| P2 | 4.28 ^b |
| P3 | 4.08 ^b |

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa volume gas bio sebelum melalui proses purifikasi sebesar 2,28 dm³. Volume gas pada perlakuan P0 atau tanpa adsorben cenderung rendah dibanding dengan terdapat adsorben pada P3. Hal ini disebabkan oleh faktor kebocoran pipa *human error* sehingga volume bisa menurun, karena menggunakan bahan pipa yang bongkar pasang dan tidak menggunakan bahan pipa yang permanen menyebabkan terjadi kebocoran gas bio. Faktor lain yaitu dari masing-masing adsorben yang memiliki tekstur berbeda seperti tekstur batuan manure ayam petelur dan serbuk marmer dengan tekstur yang padat, sehingga kemungkinan masuk dan keluar gas terhambat. Menurut Ajeng (2017) bahwa volume gas bio tidak mempengaruhi tinggi rendahnya kadar





metana yang terbentuk, jadi meskipun volume yang dihasilkan tinggi tidak bisa digunakan sebagai patokan bahwa gas metana yang dihasilkan juga tinggi.

Kandungan Gas dalam Gas Bio Sebelum Purifikasi

Berdasarkan hasil pengukuran gas tanpa adsorben pada kandungan gas bio menggunakan alat GC (*Gas Chromatography*) pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan gas bio sebelum dilakukan purifikasi memiliki kadar CH₄ masih tergolong rendah dan CO₂ yang tinggi. Rataan kandungan gas dalam gas bio sebelum dilakukan purifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Gas Bio (%).

| Perlakuan | Rataan (%) |
|-----------------|--------------------|
| CH ₄ | 41.75 ^a |
| CO ₂ | 28.09 ^b |
| N ₂ | 23.24 ^a |
| O ₂ | 6.92 ^a |

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase gas pada gas bio digester anaerobik. Rataan gas metana (CH₄) yang dihasilkan pada gas metan yaitu sebesar 41,75%. Kandungan gas pada gas bio sebelum purifikasi menunjukkan bahwa kandungan gas bio masih tergolong cukup rendah dan tidak memenuhi standar. Kandungan gas metan yang merupakan produk utama dari gas bio dapat ditingkatkan kembali supaya memiliki persentase kandungan gas paling tinggi.

Hal sebaliknya terjadi pada gas pengotor seperti Karbondioksida (CO₂) dan Nitrogen (N₂) yang memiliki kandungan cukup tinggi yaitu 28,09% dan 23,24%. Kandungan gas pada gas metan tersebut masih tergolong belum memenuhi standar, yang seharusnya memiliki kadar metana (CH₄) sebanyak 55-75%, Karbondioksida (CO₂) sebanyak 25-45%, Nitrogen (N₂) sebanyak 0-0,3%, Oksigen (O₂) sebanyak 0,1-0,5%, Hidrogen Sulfida (H₂S) sebanyak 0,1-3%, dan Hidrogen (H₂) sebanyak 3% (Widhiyanuriyawan *et al.*, 2014).

Kandungan gas bio yang rendah dapat disebabkan oleh berbagai faktor, misalnya tidak adanya bakteri pembentuk gas metan. Gas metan pada gas bio umumnya merupakan hasil samping dari proses biologis mikroba anaerob pembentuk metan. Mikroba tersebut tidak selalu ada pada kotoran ternak dan jumlahnya sedikit. Apabila unit gas bio ternyata tidak mengeluarkan atau hanya sedikit mengandung gas metan, maka dapat ditambahkan ragi (*starter*) atau kotoran yang mengandung mikroba penghasil gas metan dari semua jenis ternak yang mempunyai rumen atau perut ganda (Wiratmana *et al.*, 2012).

Faktor derajat keasaman (pH) pada gas metan juga menentukan produk akhir gas metan. Gas bio yang dihasilkan pada kondisi COD:N 800:7 dan pH 7 adalah 0,96 ml gas bio/mg TS COD ph optimum dalam pembuatan gas bio. Khaerunnisa & Rahmawati (2013) menyatakan bahwa nilai pH yang terlalu tinggi akan menyebabkan produk akhir yang dihasilkan adalah COD, CO₂, dan Nitrogen (N₂) sebagai produk utama. Persentase gas N₂ dan CO₂ pada Tabel 2 menunjukkan jumlah yang cukup tinggi, yaitu 23,24 dan 28,09%. Terdapatnya gas CO₂ dan N₂ dalam komposisi tersebut, dapat menurunkan kandungan energi





dalam gas bio, karena gas CO₂ dan N₂ merupakan gas pengotor yang mampu menghambat kalor sehingga mempengaruhi kualitas gas metan.

Pengaruh Penambahan Adsorben Batuan Manure Ayam Petelur dan Serbuk Marmer terhadap CO₂

Berdasarkan hasil pengamatan persentase gas CO₂ yang berasal dari tangki lalu dilewati dengan alat *flowmeter* lalu ditampung pada balon tampak pada Tabel 3. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan adsorben dari batuan manure ayam petelur dan serbuk marmer memberikan perbedaan yang nyata ($P < 0,01$) terhadap persentase gas CO₂ pada gas bio. Adapun rataan persentase gas CO₂ dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rataan Persentase Gas CO₂ (%).

| Perlakuan | Rataan (%) |
|------------------|--------------------|
| P0 | 28.09 ^b |
| P1 | 18.91 ^b |
| P2 | 11.33 ^a |
| P3 | 17.89 ^a |

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa rataan nilai persentase kadar CO₂ pada gas bio sebelum melalui purifikasi berbeda nyata dengan persentase gas CO₂ yang sudah melalui proses purifikasi. Kandungan gas CO₂ terbaik terlihat dari hasil terendah yaitu dengan rataan 11,33% terdapat pada perlakuan P2 yang menggunakan adsorben 100% serbuk marmer. Perlakuan P2 mampu menurunkan kadar CO₂ sebesar 59,70%.

Penggunaan serbuk marmer sebagai adsorben dapat dimanfaatkan karena serbuk marmer menurut Hunggurami & Utomo (2013) bahwa serbuk marmer mengandung komponen-komponen kimia, seperti: kalsium oksidasi, kalsium karbonan, dan silikon dioksida yang merupakan batuan kristalin kasar yang telah mengalami proses metamorfosa, yaitu suatu proses yang diakibatkan oleh adanya kenaikan temperatur dan tekanan keduanya yang terjadi dalam tubuh bumi. Pengaruh suhu dan tekanan yang dihasilkan oleh gaya endogen menyebabkan terjadinya rekristalisasi pada batuan tersebut membentuk berbagai foliasi maupun non foliasi. Menurut Hunggurami & Utomo (2013), pada kandungan serbuk marmer terdapat 55,07% Kalsium Oksida (CaO) yang berarti 50% dari serbuk marmer mengandung Kalsium Oksida (CaO) yang dimana senyawa tersebut menurut Fadhillah *et al.* (2017) sebagai katalis basa yang kuat untuk menghasilkan biodiesel, CaO sebagai katalis basa mempunyai banyak manfaat, misalnya aktivitas yang tinggi, kondisi reaksi yang rendah, masa katalis yang lama, serta mengurangi kadar CO₂. Hal tersebut akan menyebabkan gas CO₂ dapat terserap ke dalam adsorben.

Data yang tersaji pada Tabel 3 diperoleh dari analisis menggunakan pipa dengan panjang 100 cm dan alat gas kromatografi dengan memisahkan senyawa yang diinginkan dari campurannya, dalam hal ini senyawa yang ingin dipisahkan adalah CO₂ untuk mengetahui persentasenya. Prinsip kerja alat GC adalah memisahkan senyawa gas dari campurannya menggunakan suatu adsorben





tertentu yang memiliki kemampuan untuk menyerap gas yang diinginkannya. Penelitian ini menggunakan adsorben Ca^{2+} yang terdapat batuan manure ayam petelur dan serbuk marmer yang mampu mengurangi kadar CO_2 . Kedua adsorben tersebut berperan memisahkan gas CO_2 dari komponennya ketika gas bio dilewatkan pada kolom kromatografi, namun nilai persentase pada Tabel 3 tidak menunjukkan adanya *trend* penurunan gas CO_2 pada tiap perlakuan. Hal ini diakibatkan karena tidak dilakukan persiapan adsorben yang baik, misalnya tidak adanya aktivasi pada masing-masing adsorben.

Aktivasi itu sendiri yaitu untuk mengaktifkan sisi aktif adsorben dengan contoh pemberian zat kimia khusus penyerapan. Faktor lain yang menyebabkan tidak menunjukkan adanya *trend* penurunan gas CO_2 yaitu perbedaan dari kedua adsorben yang masing-masing memiliki kemampuan berbeda. Misalnya batuan manure ayam petelur yang digunakan kemungkinan memiliki kandungan Ca^{2+} berbeda dari masing-masing satu ekor ayam dengan ayam lainnya. Begitu pula dengan kandungan kalsium oksida, kalsium karbonat yang dimana sebagai katalis basa yang kuat untuk menghasilkan biodiesel, CaO sebagai katalis basa mempunyai banyak manfaat, misalnya aktivitas yang tinggi, kondisi reaksi yang rendah, masa katalis yang lama, serta mengurangi kadar CO_2 . Persiapan bahan adsorben yang kurang tepat dapat menyebabkan nilai persentase CO_2 cenderung tidak stabil, sehingga tidak dapat menunjukkan *trend* penurunan persentase pada tiap perlakuan. Nilai rata-rata yang terdapat pada Tabel 3 merupakan persentase relatif, artinya hanya sebuah perbandingan untuk mengetahui perlakuan terbaik dalam menyerap CO_2 dan bukanlah nilai persentase yang sebenarnya.

Pengaruh Penambahan Adsorben Batuan Manure Ayam Petelur dan Serbuk Marmer terhadap CH_4

Hasil pengukuran persentase gas CH_4 tampak pada Tabel 4. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan adsorben dari batuan manure ayam petelur dan serbuk marmer memberikan perbedaan tidak nyata terhadap persentase gas metan pada gas bio ($P > 0,05$). Adapun rata-rata persentase gas CH_4 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Rataan Persentase Gas CH_4 (%).

| Perlakuan | Rataan (%) |
|-----------|--------------------|
| P0 | 41.75 ^a |
| P1 | 54.10 ^b |
| P2 | 51.22 ^b |
| P3 | 50.84 ^a |

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata nilai persentase kadar CH_4 pada perlakuan P0 rata-rata terkecil. Hal ini terjadi karena dengan melewati gas bio melalui adsorben akan menyebabkan kandungan gas meningkat dibandingkan dengan gas bio yang tidak dilewatkan dengan adsorben. Penggunaan batuan manure ayam petelur mampu menyerap gas pengotor sehingga menyebabkan gas CH_4 mengalami peningkatan. Pada perlakuan P1 menjadi rata-rata yang terbesar sehingga dapat meningkatkan CH_4 dengan persentase terbesar yaitu sebesar





22,83%. Penggunaan adsorben kombinasi batuan manure ayam petelur dan serbuk marmer pada perlakuan P1, P2, dan P3 dianggap kurang efektif dalam meningkatkan persentase gas CH₄ pada gas bio. Hal ini dapat disebabkan karena kandungan pada kedua adsorben tersebut akan saling berikatan dan terjadi interaksi kimia pada ruang-ruang adsorben, sehingga kemampuan penyerapan adsorben akan menurun. Penggunaan serbuk marmer 100% yang tidak diaktivasi terlebih dahulu juga mempengaruhi kemampuan penyerapan adsorben tersebut. Serbuk marmer yang tidak diaktivasi akan menimbulkan keberadaan lignin yang dapat menghalangi proses transfer ion ke sisi aktif adsorben. Selain itu, pencampuran batuan manure ayam petelur dan serbuk marmer masih menimbulkan rongga udara, pori-pori yang besar, dan luas permukaan pipa yang kurang. Adanya beberapa kondisi tersebut mengakibatkan banyaknya gas pengotor yang masih lolos dalam proses penyerapan, sehingga menimbulkan peningkatan kadar CH₄ yang tidak signifikan.

Data yang tersaji pada Tabel 4 diperoleh dari analisis menggunakan pipa dengan panjang 100 cm dan alat gas kromatografi dengan memisahkan komponen campuran gas, dalam hal ini senyawa yang ingin dipisahkan adalah CH₄ untuk mengetahui persentasenya. Prinsip kerja alat GC adalah memisahkan senyawa gas dari campurannya menggunakan suatu adsorben tertentu yang memiliki kemampuan untuk menyerap gas yang diinginkannya. Penelitian ini menggunakan adsorben Ca²⁺ yang terdapat batuan manure ayam petelur dan Kalsium Oksida (CaO) serbuk marmer sebagai adsorben. Namun, nilai persentase pada Tabel 4 tidak menunjukkan adanya *trend* peningkatan gas CH₄ pada tiap perlakuan. Hal ini diakibatkan karena tidak dilakukan persiapan adsorben yang baik, misalnya tidak adanya aktivasi pada masing-masing adsorben. Aktivasi itu sendiri yaitu untuk mengaktifkan sisi aktif adsorben dengan contoh pemberian zat kimia khusus penyerapan.

Faktor lain yang menyebabkan tidak menunjukkan adanya *trend* peningkatan gas CH₄ yaitu perbedaan dari kedua adsorben yang masing-masing memiliki kemampuan berbeda. Misalnya batuan manure ayam petelur yang digunakan kemungkinan memiliki kandungan Ca²⁺ berbeda dari masing-masing satu ekor ayam dengan ayam lainnya. Begitu pula dengan kandungan kalsium oksida, kalsium karbonat yang dimana sebagai katalis basa yang kuat untuk menghasilkan biodiesel, CaO sebagai katalis basa mempunyai banyak manfaat, misalnya aktivitas yang tinggi, kondisi reaksi yang rendah, masa katalis yang lama, serta meningkatkan kadar CH₄. Persiapan bahan adsorben yang kurang tepat dapat menyebabkan nilai persentase CH₄ cenderung tidak stabil, sehingga tidak dapat menunjukkan *trend* peningkatan persentase pada tiap perlakuan. Nilai rata-rata yang terdapat pada Tabel 4 merupakan persentase relatif, artinya hanya sebuah perbandingan untuk mengetahui perlakuan terbaik dalam menyerap CH₄ dan bukanlah nilai persentase yang sebenarnya.

Peningkatan kandungan gas CH₄ pada gas bio yang dihasilkan tergantung dari adsorben yang digunakan. Kenaikan kandungan gas CH₄ pada gas bio tersebut disebabkan karena terserapnya gas-gas lain selain gas CH₄ ke dalam kolom adsorben. Bertambahnya kandungan metan di dalam gas bio secara tidak





langsung juga meningkatkan nilai kalor gas bio yang dihasilkan. Menurut Ritongga & Masrukhi (2017), bahwa dari semua unsur tersebut yang berperan dalam menentukan kualitas gas bio yaitu gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Kemurnian metana dari hasil gas bio tersebut jadi penting karena akan mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan. Bila kadar CH_4 tinggi, maka gas bio tersebut akan memiliki nilai kalor yang tinggi. Sebaliknya, jika kadar CO_2 yang tinggi maka akan mengakibatkan nilai kalor gas bio tersebut rendah. Kandungan metana yang rendah memiliki kualitas nyala api yang rendah, hanya bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar dalam kegiatan memasak.

Pengaruh Penambahan Adsorben Batuan Manure Ayam Petelur dan Serbuk Marmer terhadap O_2

Hasil pengukuran persentase gas O_2 tampak pada Tabel 5. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan adsorben dari batuan manure ayam petelur dan serbuk marmer memberikan perbedaan tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap persentase gas O_2 pada gas bio. Adapun rata-rata persentase gas O_2 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Rataan Persentase Gas O_2 (%).

| Perlakuan | Rataan (%) |
|-----------|--------------------|
| P0 | 6.92 ^b |
| P1 | 6.64 ^a |
| P2 | 6.44 ^a |
| P3 | 10.86 ^b |

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa persentase rata-rata terbesar pada perlakuan P3 dengan adsorben 50% batuan manure ayam petelur dan 50% serbuk marmer. Hal ini terjadi karena dengan melewati gas bio melalui dua adsorben berbeda akan menyebabkan kandungan gas meningkat dibandingkan gas bio yang dilewatkan hanya satu adsorben dan tanpa adsorben. Penggunaan batuan manure ayam petelur dan serbuk marmer yang dicampur mampu menyerap gas pengotor sehingga menyebabkan gas O_2 meningkat. Menurut Nawir *et al.* (2018) yaitu gas bio adalah gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi langka oksigen (anaerob). Pada umumnya, hampir semua jenis bahan organik dapat diolah menjadi gas bio. Dapat disimpulkan bahwa gas oksigen (O_2) hanya memberikan pengaruh 0,1-0,5% (Wahyudi *et al.*, 2012).

Pengaruh Penambahan Adsorben Batuan Manure Ayam Petelur dan Serbuk Marmer terhadap N_2

Hasil pengukuran persentase gas N_2 tampak pada Tabel 6. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan adsorben dari batuan manure ayam petelur dan serbuk marmer memberikan perbedaan tidak nyata ($P < 0,05$) terhadap persentase gas N_2 pada gas bio. Adapun rata-rata persentase gas N_2 dapat dilihat pada Tabel 6.





Tabel 6. Hasil Rataan Persentase Gas N₂ (%).

| Perlakuan | Rataan (%) |
|-----------|--------------------|
| P0 | 23.25 ^a |
| P1 | 20.36 ^a |
| P2 | 57.83 ^b |
| P3 | 41.80 ^b |

Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai persentase rata-rata N₂ pada perlakuan P1 mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena adsorben 100% batuan manure ayam petelur. Sesuai dengan hasil penelitian dari Yahya *et al.* (2017) bahwa produksi biogas dari campuran kotoran ayam petelur, kotoran sapi, dan rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum*) dengan sistem *batch* pada kotoran ayam petelur memiliki rasio C/N paling rendah. Bahan dengan rasio C/N yang rendah akan menghasilkan rasio C/N campuran yang rendah pula. Nilai rasio yang terlalu rendah akan mengakibatkan terbentuknya asam-asam organik yang tinggi. Menurut Ritonga & Masrukhi (2017), bahwa salah satu produk gas bio adalah nitrogen (N₂) dengan persentase 0-0,3%. Dapat disimpulkan dari hasil pengukuran, gas pengotor lainnya yang terdapat pada gas bio sebelumnya adsorpsi adalah nitrogen memiliki kadar gas bio yang tidak terlalu besar (Iriani & Heryadi, 2014).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian bahwa pengaruh adsorben serbuk marmer dan batuan manure ayam petelur terhadap persentase kandungan gas bio memberikan perbedaan tidak nyata terhadap persentase gas CH₄, O₂, dan N₂, memberikan perbedaan nyata terhadap persentase gas CO₂, dan memberikan perbedaan yang sangat nyata terhadap volume gas. Semakin besar CH₄ maka semakin baik nilai kalornya dan berbanding terbalik dengan CO₂.

SARAN

Perlu menggunakan alat pipa yang tidak bongkar pasang atau pipa permanen, meletakkan pipa secara vertikal pada saat proses pemurnian, perlu penambahan cairan aktivasi pada masing-masing adsorben, dan adanya penelitian lebih lanjut mengenai pemurnian gas bio melalui pengaruh adsorben serbuk marmer dan batuan manure ayam petelur terhadap persentase kandungan gas bio.

UCAPAN TERIMA KASIH

Bapak Ahmad Royani dan Ibu Heni Herawati selaku kedua orang tua, adikku Annisa Diva dan Nayla Danisha, atas doa dan dukungannya baik secara moril maupun materil. Prof. Dr. Ir. Mochammad Junus, MS., selaku pembimbing utama yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan dan masukkan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini. Prof. Dr. Ir. Djalal Rosyidi, MS., IPU., Dr. Ir. Sucik Maylinda, MS., dan Ir. Hanif Eko Sulisty, MP., selaku dosen penguji yang telah memberikan koreksi, saran, dan perbaikan yang sangat membangun. Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS., IPU., selaku Dekan Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya yang telah membantu memberikan fasilitas, petunjuk, dan kemudahan





selama penelitian. Dr. Ir. Sri Minarti, MP., IPM., selaku Ketua Jurusan Peternakan dan Dr. Ir. Imam Thohari, MP., selaku Sekretaris Jurusan Peternakan yang telah banyak membantu kelancaran proses studi. Dr. Herly Evanuarini, S.Pt., MP., selaku Ketua Program Studi Peternakan yang telah membantu kelancaran proses studi. Ir. Nur Cholis, M.Si., IPM., selaku Ketua Minat Produksi Ternak yang telah banyak membina kelancaran proses studi. Dr. Tirto Prakoso, S.T., M.Eng., selaku Kepala Laboratorium Termofluida dan Sistem Utilitas, Fakultas Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung yang telah banyak membina kelancaran saat proses uji sampel. Bapak Jumadi Asisten Laboratorium Termofluida dan Sistem Utilitas, Fakultas Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung. Bapak Sulis dan Bapak Samsi, selaku pemilik peternakan ayam petelur dan produsen biogas yang telah memberikan banyak bantuan serta memberikan fasilitas. Kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu dan senantiasa memberikan motivasi.

DAFTAR RUJUKAN

- Ajeng, A.P. (2017). Pengaruh Variasi Pengadukan terhadap Volume Gas Bio dari Kotoran Sapi dengan Penambahan Bonggol Pisang. *Jurnal Peternakan*, 2(3), 1-15.
- Fadhillah, N.H.B., Aziz, I., dan Hendrawati. (2017). Penggunaan H-Zeolit dan Tawas dalam Pemurnian *Crude Glycerol* dengan Proses Adsorpsi dan Koagulasi. *Jurnal Kimia VALENSI: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*, 3(1), 35-43.
- Fadli, D., Irsyad, M., dan Susila, E.S. (2013). Kaji Eksperimental Sistem Penyimpanan Gas Bio dengan Metode Pengkompresian dan Pendinginan pada Tabung Gas sebagai Bahan Bakar Pengganti Gas LPG. *Jurnal FEMA*, 1(4), 42-48.
- Handayani, A.F., Soehardjono, M.D., dan Zacoeb, A. (2014). Pemanfaatan Limbah Serbuk Marmer pada Beton sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen dengan Variasi Penggunaan *Silica Fume*. *Teknologi dan Kejuruan*, 37(2), 179-190.
- Hunggurami, E., dan Utomo, A. (2013). Pemanfaatan Limbah Serbuk Batu Marmer dari Gunung Batu Naitapan Kabupaten Timor Tengah Selatan pada Campuran *Paving Block*. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 37-49.
- Iriani, P., dan Heryadi, A. (2014). Pemurnian Biogas melalui Kolom Beradsorben Karbon Aktif. *Sigma-Mu*, 6(2), 36-43.
- Khaerunnisa, G., dan Rahmawati, I. (2013). Pengaruh pH dan Rasio COD: terhadap Produksi Gas Bio dengan Bahan Baku Limbah Industri Alkohol (*Vinasse*). *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2(3), 1-7.
- Nawir, H., Djalal, M.R., dan Apollo. (2018). Pemanfaatan Limbah Eceng Gondok sebagai Energi Biogas dengan Menggunakan Digester. *Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Elektro dan Rekayasa*, 2(2), 56-63.
- Negara, K.M.T., Nindhia, T.G.T., Sucipta, I.M., Atmika, I.K.A., Negara, D.N.K.P., Surata, I.W., dan Komaladewi, A.A.I.A.S. (2012). Pemurnian Gas Bio dari Gas Pengotor Hidrogen Sulfida (H_2S) dengan Memanfaatkan Limbah Geram Besi Proses Pembubutan. *Jurnal Energi dan Manufaktur*,





5(1), 1-97.

- Ritonga, A.M., dan Masrukhi. (2017). Optimasi Kandungan Metana (CH₄) Gas Bio Kotoran Sapi Menggunakan Berbagai Jenis Adsorben. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*, 10(2), 8-17.
- Wahyudi, D., Wardana, I.N.G., dan Hamidi, N. (2012). Pengaruh Kadar Karbondioksida (CO₂) dan Nitrogen (N₂) pada Karakteristik Pembakaran Gas Metana. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 3(1), 241-248.
- Wihyanuriyawan, D., Hamidi, N., dan Trimandoko, C. (2014). Purifikasi Gas Bio dengan Variasi Ukuran dan Massa Zeolit terhadap Kandungan CH₄ dan CO₂. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 5(3), 27-32.
- Wiratmana, P.A., Sukadana, I.G.K., dan Tenaya, I.G.N.P. (2012). Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Bahan Kering terhadap Produksi dan Nilai Kalor Gas Bio Kotoran Sapi. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 5(1), 1-9.
- Yahya, Y., Tamrin, dan Triyono, S. (2017). Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Ayam, Kotoran Sapi, dan Rumpus Gajah Mini (*Pennisetum purpureum* Cv. Mott) dengan Sistem *Batch*. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 6(3), 151-160.

