



## **KARAKTERISTIK API GAS BIO MANURE AYAM PETELUR DENGAN MENGGUNAKAN ARANG AKTIF SEBAGAI ADSORBEN PURIFIKASI**

### *THE FLAME CHARACTERISTICS OF BIOGAS MANURE LAYER CHICKENS USING ACTIVATED CHARCOAL AS A PURIFICATION ADSORBENT*

**Wilton Sirait<sup>1</sup>, Roselin Gultom<sup>2</sup>**

Minat Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Kec. Lowokwaru, Malang, Jawa Timur, 65145<sup>1</sup>

Program Studi Peternakan, Universitas Katolik Indonesia Santu Paulus Ruteng, Jl. Ahmad Yani 10 Manggarai NTT Tenda, Watu, Ruteng, Manggarai, Nusa Tenggara Timur, Indonesia, 86511<sup>2</sup>

Email corresponding-author: [gultomroselin95@gmail.com](mailto:gultomroselin95@gmail.com)

#### **ABSTRAK**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik api yang dihasilkan dari pembakaran gas kotoran ayam setelah dimurnikan menggunakan arang aktif sebagai adsorben yang meliputi warna nyala api, suhu nyala api dan kalor, dan nilai pembakaran. Analisis dilakukan dengan membandingkan data uji biogas sebelum dan sesudah dimurnikan. Sampel biogas yang digunakan berasal dari reaktor biogas dengan bahan *manure* ayam tanpa campuran. Pengujian dilakukan dengan pengujian biogas tanpa pengolahan langsung dari pipa reaktor dan dilanjutkan dengan pengujian biogas setelah melalui peralatan pemurnian yang telah disiapkan. Peningkatan kualitas api yang dihasilkan berkorelasi dengan peningkatan persentase gas metana dalam biogas. Hasil analisa karakteristik karakteristik api hasil pembakaran biogas ayam dengan arang aktif dirata-ratakan dan dibandingkan untuk mengetahui perubahan karakteristik api yang dihasilkan. Data pengujian menunjukkan peningkatan efisiensi panas serap sebesar 46,94%, peningkatan suhu nyala api sebesar 42,66%, dan peningkatan persentase warna api biru sebesar 10,22%. Pemurnian biogas dengan arang aktif masih perlu dikembangkan dan dipadukan dengan adsorben lain untuk meningkatkan kemurnian biogas yang dihasilkan.

Kata Kunci: arang aktif, biogas, *manure*, api

#### **ABSTRACT**

*This research was conducted with the aim of knowing the changes in the characteristics of the fire produced by the combustion of chicken manure gas after being purified using activated charcoal as an adsorbent which includes the color of the flame, the temperature of the flame and the calorific value of combustion. The analysis was carried out by comparing the test data for bio gas before and after being purified. The bio gas sample used came from a bio gas digester with chicken manure ingredients without a mixture. The test was carried out by testing the bio gas without direct treatment from the digester pipe and continued with testing the bio gas after going through the purification equipment that had been prepared. The increase in the quality of the resulting fire correlated with an increase in the percentage of methane gas in the bio gas. The results of the analysis of the characteristics of the fire characteristics of the combustion of chicken bio gas with activated charcoal were averaged and compared to determine changes in the characteristics of the resulting fire. The test data showed an increase in the efficiency of*

*absorbed heat by 46.94%, an increase in flame temperature by 42.66%, and an increase in the percentage of blue flame color by 10.22%. Purification of bio gas with activated charcoal still needs to be developed and combined with other adsorbents to increase the purity of the bio gas produced.*

*Keywords : activated charcoal, bio-gas, Chicken Manure, Flames*

## **PENDAHULUAN (Times New Roman 12, spasi 1,5, spacing before 0 PT, after 0 PT)**

Gas bio merupakan gas hasil dekomposisi bahan-bahan organik dengan bantuan mikroorganisme terutama bakteri metan. Proses dekomposisi berlangsung secara *anaerobik* (tertutup dari udara bebas) terjadi dengan baik dengan suhu fermentasi optimum 30°C-35 °C. Gas bio adalah campuran beberapa gas, tergolong bahan bakar gas yang merupakan hasil fermentasi dari limbah organik dalam kondisi anaerob, gas yang dominan adalah gas metana (CH<sub>4</sub> (50-70 %)), Gas Karbondioksida (CO<sub>2</sub> (30-40 %)), Hidrogen Sulfida (H<sub>2</sub>S (0-3%)), Air (H<sub>2</sub>O (0,3 %)), Oksigen (O<sub>2</sub>(0,1%-0,5%)), dan gas-gas yang lain dalam jumlah yang kecil. Gas bio memiliki nilai kalor yang cukup tinggi yaitu kisaran 4800 – 6700 Kkal/m<sup>3</sup>, untuk gas metana murni (100%) mempunyai nilai kalor 8900 Kkal/m<sup>3</sup> (Efriza, 2009).

Besar energi dalam gas bio tergantung dari konsentrasi metana (CH<sub>4</sub>) yang ada dalam gas bio tersebut. Kandungan energi (Nilai Kalor) pada gas bio semakin besar jika konsentrasi metana semakin tinggi, sebaliknya semakin kecil konsentrasi metana semakin kecil nilai kalor gas bio. Kualitas gas bio dapat ditingkatkan dengan memperlakukan beberapa parameter yaitu menghilangkan hidrogen sulphur, kandungan air dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) (Efriza, 2009). Semakin kecil persentase gas pengotor maka volume gas yang dihasilkan semakin kecil juga namun konsentrasi metana didalamnya tinggi.

Gas-gas selain metana (CH<sub>4</sub>) akan menurunkan nilai kalor gas bio dan efisiensi pembakaran. Nilai kalor yang lebih besar dari gas bio didapatkan dengan memaksimalkan prosentase gas metana (CH<sub>4</sub>) dengan jalan menurunkan gas lain seperti CO<sub>2</sub> karena kandungannya paling besar setelah CH<sub>4</sub>. Gas CO<sub>2</sub> merugikan saat proses pembakaran karena CO<sub>2</sub> merupakan gas hasil reaksi pembakaran yang tidak bisa terbakar lagi. (Sugiarto, dkk 2013). Kandungan gas-gas pengotor menghambat optimalnya pembakaran sehingga dibutuhkan perlakuan khusus yang disebut pemurnian atau purifikasi dengan media dan metode tertentu. Pemurnian gas bio dari berbagai kandungan gas pengotor yang merugikan dapat dilakukan dengan berbagai teknik, antara lain adsorpsi pada padatan, adsorpsi ke dalam cairan, permeabel

melalui membran, konversi kimia ke senyawa kimia yang lain, dan kondensasi (Hariastuti, dkk. 2014).

Adsorpsi merupakan proses molekul-molekul *fluida* menyentuh dan melekat pada permukaan padatan (Nasruddin, 2005). Adsorpsi merupakan fenomena fisik yang terjadi saat molekul-molekul gas atau cair dikontakkan dengan suatu permukaan padatan dan sebagian dari molekul-molekul itu mengembun pada permukaan padatan tersebut (Suryawan, 2004). Substansi yang terserap pada permukaan didefinisikan sebagai adsorbat dan material tempat adsorbat terakumulasi didefinisikan sebagai adsorben (Duang D., 1998). Teknologi adsorpsi pada pemurnian gas bio dapat menggunakan adsorben (padatan) seperti karbon aktif atau sering kita sebut arang aktif maupun zeolit sebagai penyerap CO<sub>2</sub>.

Gas-gas pengotor terutama CO<sub>2</sub> dalam bahan bakar mempengaruhi karakteristik api. Karakteristik api yang dimaksud adalah kalor yang dihasilkan, temperature api maupun warna lidah api yang dihasilkan. Warna api terlihat lebih beragam dan ketika konsentrasi CO<sub>2</sub> pada bahan bakar semakin tinggi. Warna api dipengaruhi oleh campuran api yang miskin bahan bakar maka api kuning terbentuk. Pengaruh variasi CO<sub>2</sub> menunjukkan bahwa api dengan variasi CO<sub>2</sub> yang lebih besar akan terlihat api kuning semakin melebar seiring meningkatnya CO<sub>2</sub> (Ramadhan, 2016). Karakteristik api juga ditegaskan pendapat Farizkaraja (2009) yang mengungkapkan bahwa ketika CO<sub>2</sub> dalam api meningkat atau ditambah maka api akan lebih mudah padam yang mana hal ini disebabkan sifat inhibitor CO<sub>2</sub> pada bahan bakar akan mengganggu pembakaran karena O<sub>2</sub> pada api mendekati titik minimum.

Ide untuk menjelaskan dan mendeskripsikan dampak purifikasi gas bio yang lebih sederhana dilakukan mengingat situasi masyarakat yang begitu majemuk serta kemampuan dan tingkat intelektual yang berbeda. Kita sama-sama mengetahui bahkan sesama mahasiswa sekalipun terkadang kesulitan dalam membaca data-data hasil penelitian khususnya yang berupa variabel-variabel dan angka-angka yang rumit. Banyaknya peneliti yang menjelaskan perbandingan mutu gas bio dengan menampilkan data berupa kandungan gas bio sebelum dan sesudah purifikasi namun perbandingan itu sendiri kadang tidak dipahami dalam kehidupan sebenarnya dilapangan berpengaruh seperti apa, menjadi alasan tersendiri penelitian ini. Pemaparan karakteristik api yang menjelaskan manfaat purifikasi diharapkan menjadi solusi untuk masalah tersebut dan mampu menjadi sumber inspirasi untuk penelitian lebih lanjut.

## MATERI DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Desa Sumberejo, Gedangan dengan memanfaatkan unit gas bio peternakan ayam milik bapak Syamsi. Penelitian langsung dilaksanakan di lokasi tersebut mengingat mobilisasi gas bio dari lokasi yang kurang mendukung.

### Materi Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gas bio yang berasal dari tangki pencernaan milik bapak Syamsi. Tangki pencernaan gas bio tersebut menggunakan bahan baku 100% manure ayam. Seluruh gas bio yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari satu unit digester (tangki pencernaan) yang sama. Bahan-bahan untuk pembuatan alat purifikasi yaitu:

- arang aktif sebagai adsorben purifikasi
- serbuk gergaji untuk memberi rongga dalam wadah purifikasi dan
- lem untuk merekatkan dan menutup celah/kebocoran.

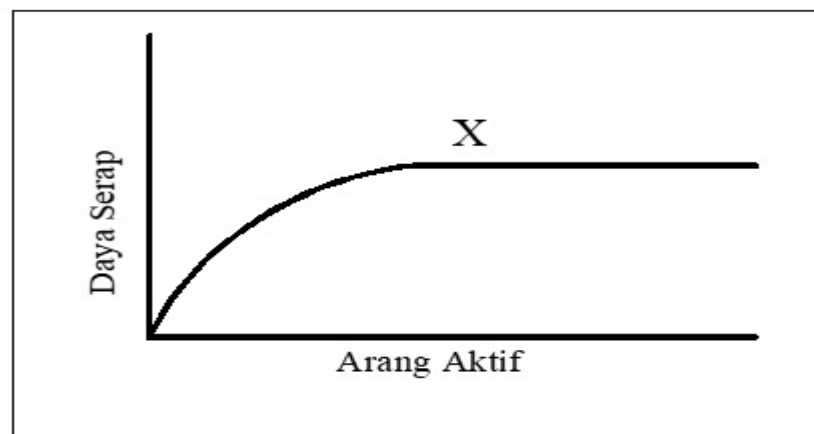
Perlengkapan yang digunakan dalam penelitian:

- Galon air 20 Liter sebagai wadah purifikasi
- Selang ukur  $\frac{1}{4}$  inci sebagai saluran gas bio
- Gunting Ukuran sedang.
- karet ban dalam sepeda motor
- katub ban tubeless sebagai saluran *input* dan *output* purifikator
- Busen buner untuk menyalakan api gas bio
- Arlenmayer sebagai wadah memanaskan air,
- Stopwatch mengukur waktu
- Termometer Mengukur suhu
- Ember wadah air dan tempat penyamaan suhu wadah
- Thermocouple sebagai pengukur temperatur lidah api

### Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah ekperimental, dengan menguji pengaruh pemanfaatan arang aktif (karbon aktif) sebagai adsorben purifikasi gas bio manure ayam petelur terhadap karakteristik api pembakaran yang dihasilkan meliputi temperatur lidah api, kalor serap dan warna lidah api. Pengujian dilakukan untuk membandingkan karakteristik api gas bio tanpa purifikasi dan gas bio dengan purifikasi menggunakan arang aktif sebagai adsorben. Gas bio dari tangki pencernaan (digester) akan dialirkan kedalam alat purifikasi yang

telah disiapkan untuk menyerap gas CO<sub>2</sub>, dan gas pengotor lain dalam gas bio yang mana sangat mempengaruhi karakteristik api yang dihasilkan. Gas bio hasil pemurnian dan gas bio tanpa pemurnian akan digunakan sebagai bahan bakar pada uji karakteristik api. Semakin luas permukaan adsorben daya serap akan semakin maksimal hingga mencapai titik jenuh penyerapan. Penelitian ini bersifat experimentar faktor tunggal karena hanya memiliki satu perlakuan.



Gambar 1. Kemampuan serap arang aktif

#### Perlakuan

- T : Gas-bio manure ayam Tanpa Purifikasi  
 P : Gas-bio manure ayam Setelah Purifikasi

#### Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dua tahap yaitu tahap penelitian pendahulu dan penelitian utama. Penelitian pendahulu terdiri dari:

1. Persiapan bahan penelitian yang meliputi pengumpulan bahan media purifikasi (serbuk gergaji dan arang aktif) dan alat alat yang dibutuhkan untuk pembuatan tabung purifikator.
2. Pembuatan tabung purifikasi gas bio dari galon yang akan digunakan dalam penelitian utama.
3. Menghubungkan saluran output gas tangki pencernaan ke pipa pengujian yang akan dilakukan.

Penelitian utama terdiri dari:

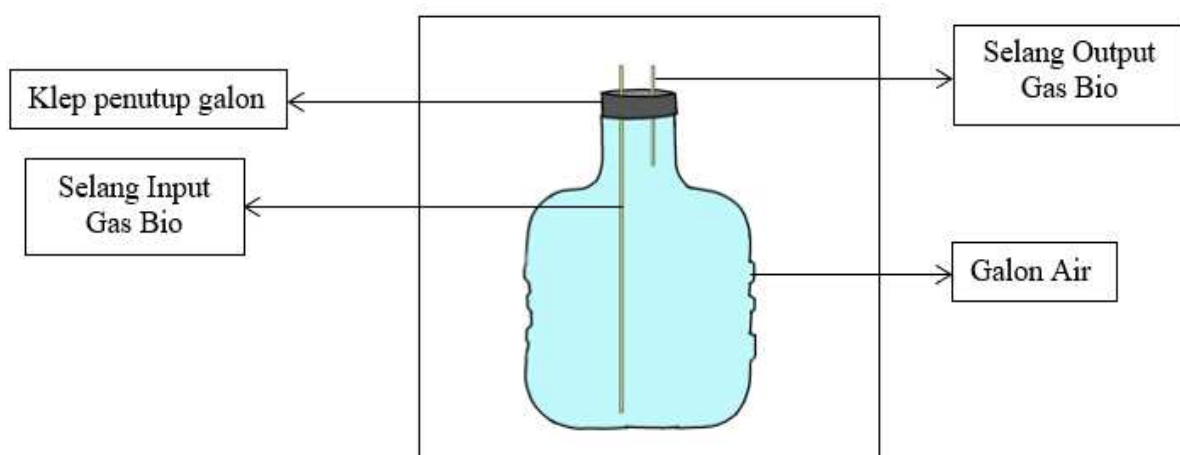
1. Pelaksanaan uji warna.
2. Uji temperatur api dan.
3. Uji kalor serap.

Ketiga pengujian dilakukan secara berurutan dengan bahan bakar gas bio tanpa purifikasi terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan pengujian dengan bahan bakar gas bio yang telah dipurifikasi.

### **Penelitian Pendahuluan**

Tahap penelitian persiapan yaitu persiapan bahan penelitian, pembuatan tabung purifikasi gas bio dari galon, dan menghubungkan ke saluran gas dari tangki pencernaan dengan prosedur sebagai berikut:

- Disiapkan alat dan bahan.
- Dirancang klep penutup galon dengan dua saluran yaitu saluran input dan output.
- Dihaluskan Arang Aktif untuk memperluas permukaan adsorpsi
- Arang aktif dicampur serutan kayu dengan perbandingan 7:3
- Dimasukkan selang Input hingga mencapai bagian bawah galon (jarak 3 cm dari dasar galon).
- Dimasukkan campuran arang aktif kedalam gallon hingga 90%.
- Ditutup dengan klep kemudian dipasang saluran input dan output.
- Dihubungkan saluran Input ke selang tangki pencernaan dan saluran output kerangkaian purifikasi ke 2 dan 3. Output purifikasi ke dua akan terhubung ke saluran input purifikasi ke tiga sedangkan saluran output purifikasi ke tiga menuju ke saluran konsumsi.



Gambar 2. Desain Tabung Purifikasi

### **Penelitian Utama**

Penelitian pelaksanaan terdiri dari pengujian warna api, uji temperatur dan uji kalor serap dengan prosedur sebagai berikut:

### 1. Uji kalor serap

Energi kalor adalah energi panas yang bisa berpindah secara alami dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Banyaknya energi kalor yang di salurkan itu tergantung beberapa faktor seperti massa benda, jenis benda, dan perubahan suhu benda.

Kalor dihitung dengan rumus  $Q = m.c.\Delta t$

dimana:

$Q$  = energi kalor (Joule)

$m$  = massa benda (kg)

$c$  = kalor jenis benda (Joule/kg °C)

$\Delta t$  = perubahan suhu benda (°C).

Kalor yang diserap wadah ( $Q_{\text{wadah}}$ ) dan Kalor yang hilang atau  $Q_{\text{loses}}$  tidak diperhitungkan dan dianggap sebagai konstanta yang bernilai tetap karena menggunakan wadah yang sama. Alasan lainnya fokus penelitian ini adalah kalor yang diserap oleh air untuk mencapai suhu 70°C.  $Q_{\text{loses}}$  tidak diperhitungkan karena jarak tungku api dengan wadah sama dan lingkungan telah diisolasi sehomogen mungkin dan ketidakmungkinan untuk menciptakan perpindahan energi secara sempurna dalam pembakaran. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka fokus perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu air 70°C. *Kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan air mencapai suhu 70°C dari suhu 28°C sebesar 17640 J*, yang didapat dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Q = m.c.\Delta T$$

$$Q = 0,1 \text{ Kg} \times 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (70-28)^\circ\text{C}$$

$$Q = 17640 \text{ J}$$

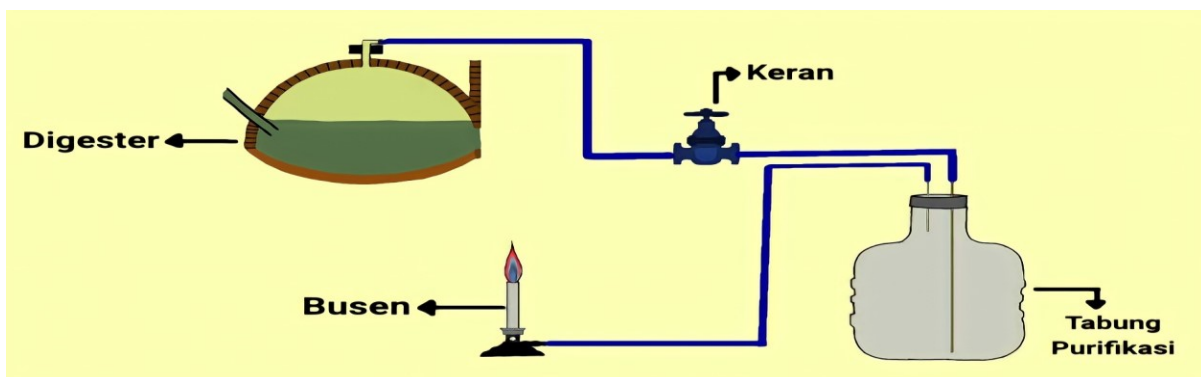
$Q$  yang dimaksud (17640 J) dalam perhitungan ini adalah kalor yang berhasil diserap air dari wadah dengan waktu ( $t$ ) untuk mencapai suhu 70°C, bukan kalor yang dilepaskan oleh api dan diserap air karena realitanya kalor dilepas tidak akan sama dengan kalor terpakai karena perambatan dari sumber energi menuju objek akan membutuhkan energi yang meliputi kalor hilang dan kalor diserap wadah. Kalor hilang adalah energi yang terpancar ke ruang uji berupa peningkatan suhu yang ruang sama halnya seperti api

unggun melepaskan energi panas ke lingkungan sekitar sehingga lingkungan sekitar api menjadi hangat dan sebagian energi diubah menjadi cahaya yang dihasilkan.

Prosedur pengujian adalah sebagai berikut:

- Disiapkan alat dan Bahan.
- Dihubungkan salah satu Busen Buner dengan saluran gas bio terpurifikasi dan busen buner lainnya ke saluran gas bio tanpa purifikasi.
- Di masukkan air 100 ml kedalam panci yang telah direndam didalam air berisi air kemudian diukur suhu air.
- Dipanaskan air hingga mencapai suhu 70°C.
- Dihitung waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air mencapai suhu 70°C.
- Dihitung laju kalor pembakaran dan dilakukan peulangan sebanyak lima kali untuk mendapatkan akurasi pengujian yang lebih baik.
- Dievaluasi gangguan dan hambatan dalam pengujian kemudian ditentukan berhasil dan dilanjut atau diulang.
- Dicatat hasil pengujian dan penghitungan kemudian dianalisa.

## 2. Uji warna api dan uji temperatur api



Gambar 3. Instalasi gas bio berpurifikasi

Pengujian warna api dan temperature api dapat dilakukan sekaligus secara bertahap. Hal ini dilakukan untuk penghematan energy dan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian. Adapun tahapan pengujian sebagai berikut:

- Disiapkan Alat dan Bahan
- Dihubungkan Busen buner dengan saluran gas bio terpurifikasi dan tanpa purifikasi.
- Dinyalakan Busen Buner kemudian di ambil gambar menggunakan kamera.

- Diukur temperature lidah api menggunakan termocoupeL.
- Dicatat hasil pengukuran temperature lidah api yang didapat.
- Pengujian diulang sebanyak lima kali untuk memastikan akurasi data yang didapat.
- Dievaluasi gangguan dan hambatan dalam pengujian kemudian ditetapkan berhasil dan dilanjut atau diulang.
- Dihitung persentasi warna merah dan biru lidah api menggunakan fitur kadar warna RGB pada aplikasi perangkat lunak Adobe Photoshop kemudian hasil disajikan dalam bentuk tabel.
- Dicatat hasil pengujian dan dianalisa.

### **Analisis Data**

Data hasil pengujian dengan menggunakan gas bio tanpa purifikasi dengan gas bio terpurifikasi akan dirata-ratakan hasil pengulangannya kemudian dibandingkan secara berpasangan. Rata-rata hasil pengujian dianalisis untuk mendapatkan hasil penelitian dan menentukan apakah penggunaan arang aktif mampu meningkatkan karakteristik api yang dihasilkan.

Hasil Pengamatan yang diperoleh dianalisis menggunakan Uji T data berpasangan (*paired t-test*). Hasil perhitungan akan disimpulkan signifikasinya dengan uji T yaitu analisis data dengan membandingkan rerataan antar variabel dan perlakuan dalam sebuah eksperimen. Rerataan yang dihitung pada penelitian ini adalah rata-rata ulangan tiap pengujian meliputi uji kalor serap, uji temperatur dan uji warna lidah api.

Alur analisa yang akan dilakukan dimulai dari penghitungan rerataan dari tiap ulangan pengujian (warna lidah api, temperatur api, dan kalor serap). Hasil perhitungan rata-rata akan dianalisis dengan analisis uji t data berpasangan untuk mendapatkan nilai  $t_{Hitung}$  yang akan digunakan sebagai acuan penarikan kesimpulan dengan membandingkan  $t_{Hitung}$  dengan  $t_{tabel}$ .

Rumus statistik rata-rata akan digunakan sebagai dasar-dasar perhitungan selanjutnya yaitu  $t_{Hitung}$  uji data berpasangan (*Paired T-Test*).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Analisis Situasi**

Pembuatan purifikator dilakukan di Sumberejo, Gedangan Kabupaten Malang Selatan, Jawa Timur. Secara fisik dapat dianalisa lokasi penelitian semi tertutup sehingga perlu

dilakukan isolasi lingkungan untuk melaksanakan pengujian. Gas bio yang akan diuji berasal dari tangki pencerna berbentuk tabung dengan diameter 5 m dan kedalaman 2 m dengan bahan organik cerna manure ayam petelur. Sampel uji didapat dengan pengalihan saluran *output* gas dari saluran konsumsi ke selang *input* purifikator yang telah dirancang. Tabung purifikator terdiri dari tiga rangkaian seri untuk menciptakan kondisi purifikasi kontinyu. Tabung purifikator dibuat menggunakan galon air bervolume 20 L.

Tangki pencerna gas bio dipastikan murni berbahan manure ayam petelur yang diencerkan dengan air tanpa perbandingan menetap. Pengadukan dilakukan dengan cara penambahan air kedalam wadah pengadukan hingga keenceran manure dirasa cukup lalu dialirkan kedalam tangki pencerna. Junus (2020) menyatakan bahwa kandungan bahan kering *slurry* adalah 7% hingga 9%. Pencampuran manure dengan air di lokasi penelitian sudah dapat dinyatakan benar karena perbandingan manure dengan air yang ditambahkan sekitar 1:5 atau 1:6 dengan perkiraan bahan kering manure ayam telah meningkat hingga sekitar 40% karena penguapan kandungan air manure selama dikandang.

Desa Sumberrejo tempat penelitian dilakukan berada di ketinggian 400 mdpl dengan suhu rata-rata lingkungan 22-29°C yang cukup baik untuk peternakan ayam petelur. Suhu lingkungan juga tidak terpaut jauh dengan suhu optimum fermentasi didalam tangki pencerna (sekitar 30-35°C) sehingga produksi gas bio tidak akan memakan waktu yang lama. Ketersediaan gas bio dalam tangki pencerna pada saat penelitian dikondisi maksimal karena pemakaian minim namun pengisian *slurry* rutin mengingat fokus utama unit ini saat ini berubah menjadi pengolahan limbah dan menekan bau tidak sedap.

### **Warna api *Gas Bio***

Hasil pengujian yang dilakukan menjelaskan bahwa purifikasi mampu meningkatkan kualitas karakteristik api yang dihasilkan. Persentasi warna biru pada lidah api setelah dipurifikasi meningkat sebesar 23,2%, dengan demikian kita dapat mengetahui bahwa persentasi warna biru lidah api gas bio sebelum dipurifikasi dengan gas bio setelah dipurifikasi berbeda nyata. Perhitungan uji T data berpasangan persentasi warna biru lidah api sebelum dan setelah dipurifikasi semakin mempertegas pernyataan ini.

Tabel 1. Hasil Uji t data berpasangan warna lidah api

|              |      |
|--------------|------|
| $t_{Tabel}$  | 4,30 |
| $\alpha$     | 0,05 |
| $t_{Hitung}$ | 7,65 |
| db           | 2    |
| P            | 0,02 |

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat perbedaan nyata yang signifikan antara rerata persentase warna biru pada lidah api gas bio sebelum di purifikasi dengan lidah api gas bio setelah dipurifikasi dengan arang aktif. Meningkatnya persentase warna biru ini dibabkan oleh keberadaan gas-gas pengotor khususnya  $CO_2$  dan  $H_2O$  menurun sehingga konsentrasi gas metana gas bio semakin tinggi. Konsentrasi metana yang semakin tinggi menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna dengan api biru dengan rata rata persentasi warna biru 61,70% (SD = 0,32) meningkat dari 50,08 (SD = 2,89) karena interaksi bahan bakar dan udara berlangsung sangat baik tanpa adanya bahan bahan yang tidak terbakar penyebab api merah. Penelitian serupa menyatakan bahwa sebagian besar proses reaksi terjadi pada daerah berwarna biru sehingga mempunyai temperatur yang relatif lebih tinggi, sedangkan daerah berwarna kuning menunjukkan persentase partikel karbon yang tidak dapat terbakar sempurna (Vienna dan Kawano, 2012).

Dwinanda (2019) yang membandingkan warna biru pada api dengan variasi debit aliran 0,204 m<sup>3</sup>/jam, 0,245 m<sup>3</sup>/jam, 0,285 m<sup>3</sup>/jam, 0,326 m<sup>3</sup>/jam, 0,367 m<sup>3</sup>/jam diketahui bahwa terjadi peningkatan warna biru hingga debit aliran gas 0,285 m<sup>3</sup>/jam kemudian menurun secara perlahan pada peningkatan debit selanjutnya yang disebabkan pada aliran debit tersebut interaksi bahan bakar dan udara optimum dan peningkatan debit selanjutnya mengakibatkan tekanan berlebih dan menghambat interaksi bahan bakar dengan udara. Berbeda dengan kondisi tersebut, pada penelitian ini warna merah pada api dipastikan dipengaruhi oleh kandungan bahan bakar karena kondisi lingkungan pengujian telah di samakan.

### Temperatur Lidah Api

Pengukuran temperatur lidah api yang tersaji pada lampiran 7 dilakan dengan lima ulangan dan enam titik ukur yakni titik 1 dan titik 2 adalah bagian pankal, titik 3 dan titik 4 adalah bagian tangan kemudian titik 5 dan 6 adalah bagian ujung lidah api. Rataan hasil

perhitungan temperatur lidah api sebelum dan sesudah dipurifikasi menunjukkan hasil yang berbeda nyata yang dipertegas dengan perhitungan uji T yang dilakukan.

Tabel 2. Uji temperatur lidah api

|                     |       |
|---------------------|-------|
| $t_{\text{Tabel}}$  | 2,78  |
| A                   | 0,05  |
| $t_{\text{Hitung}}$ | 24,34 |
| db                  | 4     |
| P                   | 0,00  |

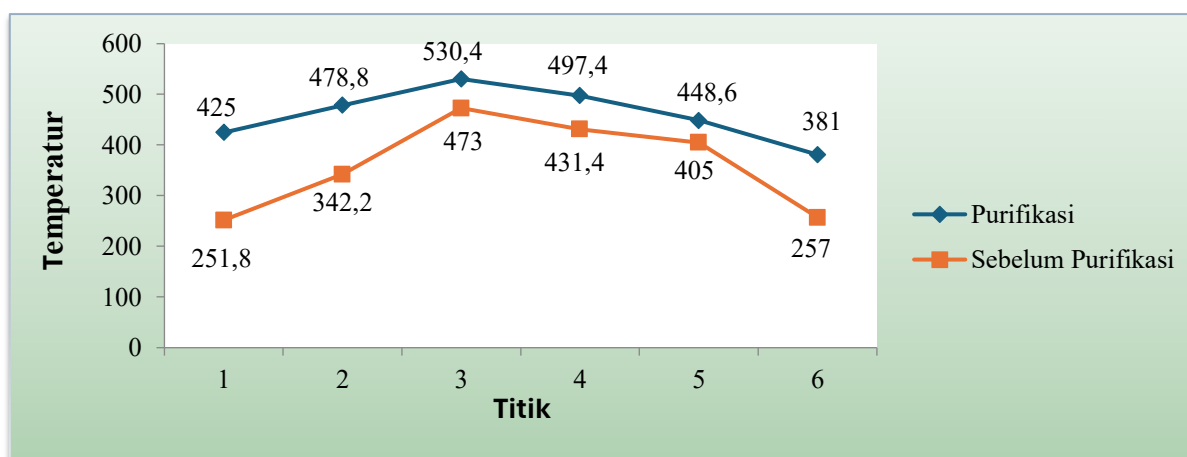
Perbedaan temperatur lidah api yang sangat nyata terlihat jelas pada sampel gas bio sebelum di purifikasi dan setelah dipurifikasi. Gas bio terpurifikasi memiliki temperatur pembakaran yang lebih tinggi dibanding gas bio tanpa perlakuan karena peningkatan konsentrasi metana dalam bahan bakar (gas bio). Pembakaran lebih sempurna pada gas bio terpurifikasi menghasilkan rata-rata temperatur api yang lebih tinggi yakni  $519,67^{\circ}\text{C}$  ( $\text{SD} = 15,12$ ) dibanding gas bio tanpa purifikasi yakni  $360,06^{\circ}\text{C}$  ( $\text{SD} = 1,95$ ), terjadi peningkatan temperatur sebesar 44,33% pada pembakaran gas bio setelah dipurifikasi.

Gas bio terpurifikasi memiliki temperatur api yang lebih tinggi dipengaruhi oleh keberadaan inhibitor (gas pengotor) yang terkandung dalam gas bio berupa  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  dan gas-gas pengotor lainnya. Gas pengotor tersebut tidak terbakar dalam reaksi difusi pembakaran sehingga menghambat reaksi pembakaran yang terjadi. Keberadaan inhibitor di ruang bakar juga mempengaruhi temperatur yang dihasilkan tetapi tidak diperhitungkan karena memberi pengaruh yang sama pada saat pembakaran pada gas bio sebelum dan setelah dipurifikasi karena lingkungan dihomogenkan sehingga pembakaran hanya dipengaruhi oleh kandungan gas bio. Berbeda dengan penelitian Toko (2013) yang mana bahan bakar disamakan namun konsentrasi  $\text{CO}_2$  di ruang bakar diberi perlakuan dengan penyemprotan  $\text{CO}_2$  dengan counterflow meskipun hasil penelitian ini menunjukkan hasil yang sama dengan penelitian yang saya lakukan yaitu keberadaan  $\text{CO}_2$  pada saat pembakaran menghambat pembakaran yang terjadi dan menurunkan temperatur api yang dihasilkan.

Tingkat kesempurnaan pembakaran dipengaruhi oleh ketersediaan bahan bakar, ketersediaan oksigen dan keberadaan inhibitor. Temperatur api yang cenderung meningkat dari pangkal api hingga titik 3 kemudian mengalami penurunan kembali di titik 4, 5 dan 6 pada penelitian ini juga mengacu pada kondisi tersebut. Temperatur lidah api pada titik 1 rendah

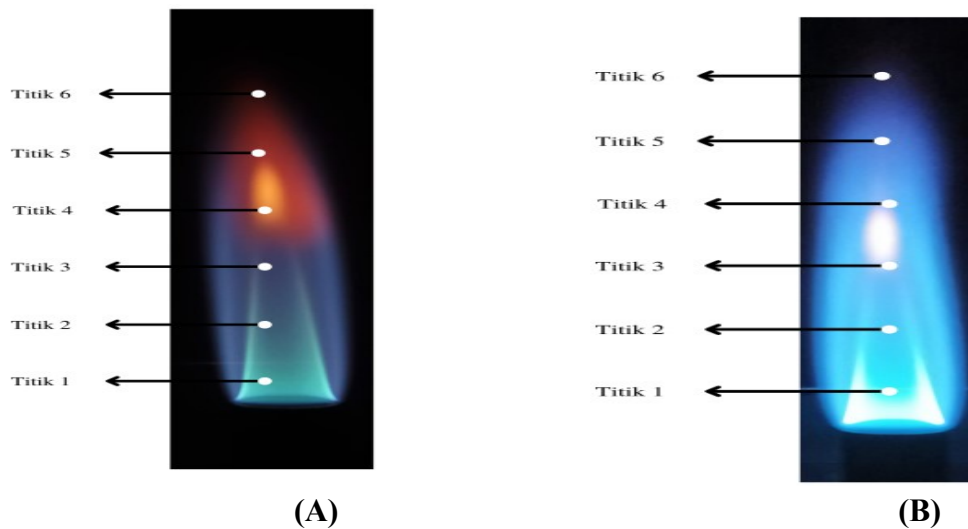
karena minimnya oksigen yang terbakar akibat dorongan gas metana yang keluar dari busen sedangkan pada titik 6 temperatur rendah karena bahan bakar sudah sedikit meskipun ketersediaan oksigen tinggi. Temperatur tertinggi didapat pada titik 3 karena ketersediaan bahan bakar dan oksigen berada dititik ideal. Dorongan gas dari busen ke ruang bakar sudah tidak terlalu tinggi sehingga ketersediaan oksigen memadai dengan konsentrasi gas bio yang tinggi sehingga pembakaran lebih sempurna.

Perbandingan rata-rata temperatur api disetiap titik uji disajikan dalam grafik berikut:



Grafik 1. Grafik temperatur

Berdasarkan grafik diatas dapat diamati bahwa perubahan suhu yang terjadi disetiap titik sangat berbeda dan sebaran temperatur yang dihasilkan gas bio terpurifikasi lebih merata. Hal ini dipengaruhi oleh laju difusi antara bahan bakar dengan oksigen di ruang bakar. Gas bio tanpa purifikasi mengalami lonjakan suhu dari titik 1 ke titik 3 dan penurunan signifikan pada titik 5 ke 6 karena laju difusi terhalang oleh keberadaan gas pengotor. Keberadaan gas  $\text{CO}_2$   $\text{H}_2\text{O}$  dan gas pengotor lain dalam gas bio mengakuisisi ruang sehingga kontak bahan bakar dan oksigen terhalang. Penelitian ini berbanding lurus dengan hasil penelitian Sasongko (2014) yang menyatakan bahwa adanya  $\text{CO}_2$  dalam bahan bakar dapat menurunkan kestabilan api dan menurunkan laju difusi antara bahan bakar dan oksigen. Buffam dan Cox (2008) dalam penelitiannya juga mengutarakan bahwa untuk terjadinya pembakaran maka dibutuhkan oksigen dari udara, sekitar 21%-23%  $\text{O}_2$ , 78% Nitrogen, argon 1% dan gas lain di udara yang dapat diabaikan. Pendapat Buffam dan Cox ini mempertegas dampak buruk gas pengotor dalam pembakaran karena keberadaannya mengganggu keseimbangan konsentrasi ruang bakar.



Gambar 4. Titik uji temperatur lidah api (A) Lidah api sebelum dipurifikasi (B) Lidah api setelah dipurifikasi

### Uji Kalor Serap

Setelah di lakukan pengujian untuk menghitung waktu yang dibutuhkan memanaskan air hingga mencapai suhu 70°C dengan *stopwatch* atau penghitung waktu menggunakan fitur pada *smartphone*, kita dapat melihat adanya penurunan jangka waktu untuk pemanasan air yang disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Penghitungan waktu uji kalor serap

| ULANGAN   | Suhu Awal Air (°C) | WAKTU MENCAPAI SUHU 70°C (s) |                    |
|-----------|--------------------|------------------------------|--------------------|
|           |                    | SEBELUM PURIFIKASI           | SETELAH PURIFIKASI |
| 1         | 28                 | 172                          | 128                |
| 2         | 28                 | 186                          | 116                |
| 3         | 28                 | 179                          | 121                |
| 4         | 28                 | 184                          | 117                |
| 5         | 28                 | 169                          | 124                |
| Rata rata |                    | 178                          | 121,2              |

Berdasarkan Tabel hasil uji kalor diatas dapat dilihat bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air hingga suhu 70°C menggunakan gas bio manure ayam petelur sebelum dipurifikasi dengan arang aktif adalah 178 detik (s) dan 121,2 detik (s) untuk gas bio terpurifikasi. Perbedaan rata rata waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air akan dijadikan acuan *peningkatan efisiensi dengan perhitungan sebagai berikut*:

Peningkatan efisiensi = (waktu Akhir-Waktu awal)/Waktu Awal X 100%

$$\begin{aligned}
 &= (178-121,2)/121,2 \times 100\% \\
 &= 56,8/121,2 \times 100\% \\
 &= 46,94\%
 \end{aligned}$$

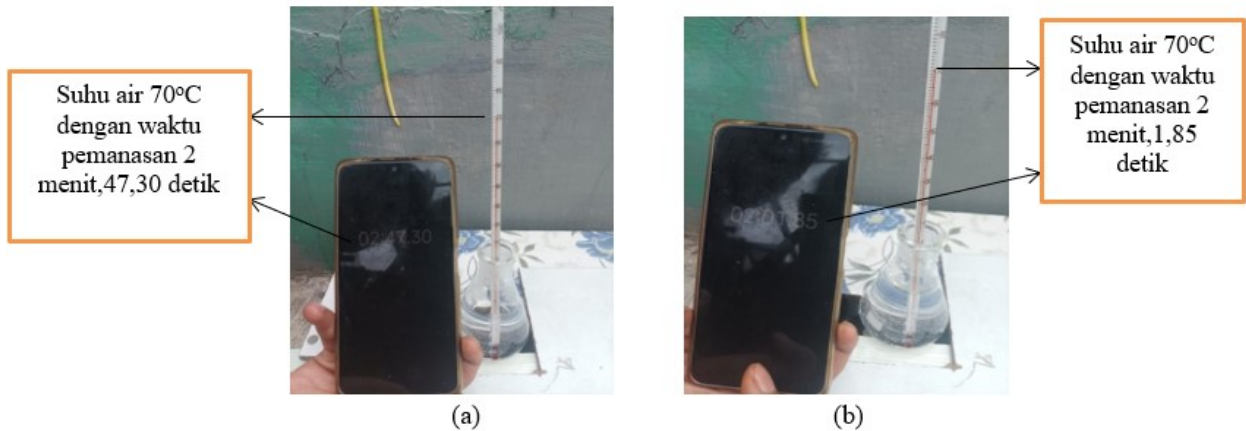
Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan efisiensi waktu untuk mencapai penyerapan kalor sebesar 46,96%. Jika dianalogikan dengan kehidupan sehari-hari maka dapat diartikan purifikasi gas bio dengan arang aktif dapat menghemat waktu memasak sebesar 46,94%. Analisis data dengan menggunakan Uji T semakin mempertegas hasil hal ini yang mana pada Uji T didapati bahwa data yang dianalisis menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata antara waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air dengan gas bio tanpa purifikasi dengan gas bio setelah dipurifikasi.

Berdasarkan data pada Tabel 3 dilakukan Uji t data berpasangan untuk menarik kesimpulan penelitian secara statistik sebagai berikut:

Tabel 4. Uji kalor serap

|                     |       |
|---------------------|-------|
| $t_{\text{Tabel}}$  | 2,78  |
| A                   | 0,05  |
| $T_{\text{hitung}}$ | 10,52 |
| db                  | 4     |
| P                   | 0,00  |

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Besari (2020) yang mengutarakan bahwa pembakaran gas bio dengan purifikasi mengalami peningkatan nilai kalor, pernyataan sama dinyatakan Rahayaan dkk (2015) bahwa gas bio terpurifikasi menghasilkan *max power* dan heating value yang lebih baik dibanding *gas bio* tanpa perlakuan karena gas pengotor mengurangi nilai kalor dan menghambat proses pembakaran. Perbaikan karakteristik api berupa kalor yang dihasilkan dan diserap objek penelitian mengindikasikan pengaruh arang aktif dalam meningkatkan nilai bakar gas bio.



Gambar 5. Pengujian kalor serap api pembakaran gas bio manure ayam (a) Uji kalor serap sebelum purifikasi; (b) Uji kalor serap setelah purifikasi

## KESIMPULAN

1. Penggunaan arang aktif sebagai adsorben purifikasi gas bio manure ayam petelur terbukti mampu menekan konsentrasi  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , dan gas pengotor lain dalam gas bio sehingga didapatkan gas bio dengan konsentrasi gas metana yang optimum atau lebih tinggi.
2. Purifikasi gas bio dengan arang aktif mampu memperbaiki karakteristik lidah api berupa warna yang lebih biru pada lidah api, peningkatan kalor serap yang dibuktikan dengan waktu pemanasan air yang lebih singkat dan peningkatan temperatur lidah api yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfin Surya Ramadhan. 2016. Analisis karakteristik api pembakaran biogas limbah rumah tangga dengan purifikasi koh 4 M. Skripsi. Universitas Negeri Jember.
- Besari, R N. 2020. Peningkatan Nilai Kalor Biogas Dengan Metode Variasi Rasio Dan Waktu Purifikasi Menggunakan Adsorben Zeolit Dan Arang Ampas Tebu. Universitas Gadjah Mada.
- Buffam, J. & Cox K.. 2008. Measurement of Laminar Burning Velocity of Methane-Air Mixtures Using a Slot and Bunsen Burner. Unpublished Thesis. Massachusetts: Worcester Polytechnic Institute.

- Efriza, E.F. 2009. Biogas Limbah Peternakan Sapi Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan. Universitas Bengkulu: Bengkulu
- Farizkaraja, M. 2014. Pengaruh Kosentrasi CO<sub>2</sub> terhadap Karakteristik Api Pembakaran Difusi CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub> pada Counterflow Burner. Skripsi. Universitas Brawijaya: Malang.
- Harihastuti Nani, Purwanto dan Istadi. 2014. Study Of Activated Carbon And Zeolite Integrated Application Onbiomethane Production Based On Biogas. *Jurnal Riset Industri (Journal Of Industrial Research)*. Vol. 8. (01) : 65 – 72
- Nasruddin, 2005, *Dynamic Modeling And Simulation Of A Two Bed Silica Gel-Water Adsorption Chille*. Disertasi, Rheinisch - Westfälische Technische Hochschule, Aachen
- R.R. Vienna Sona Saputri Soetadi dan Djoko Sungkono Kawano. 2012. Studi Eksperimen Distribusi Temperatur Nyala Api Kompor Bioetanol Tipe Side Burner dengan Variasi Diameter Firewall. *JURNAL TEKNIK ITS*. Vol. 1. Hal 20-24.
- Rahayaan, Bobby Rama Jaya, Ardhiya, Fadlilatul Taufany, Susianto, Edy Hartono. 2015. Pengaruh Purifikasi Biogas terhadap Efisiensi Overall Generator Listrik. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Suryawan, Bambang. 2004. Karakteristik Zeolit Indonesia Sebagai Adsorbenuap Air. Disertasi Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Toko, H.K., W. 2013. Pengaruh Prosentase CO<sub>2</sub> Terhadap Distribusi Temperatur Pembakaran Difusi CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub> Pada *Counterflow Burner*. Malang: Universitas Brawijaya.