

PAPER NAME

**PLAGIASI FISAH.doc**

AUTHOR

**FISAH SALMAN MEGAWATI**

WORD COUNT

**6118 Words**

CHARACTER COUNT

**37175 Characters**

PAGE COUNT

**36 Pages**

FILE SIZE

**883.0KB**

SUBMISSION DATE

**Aug 31, 2022 9:50 AM GMT+7**

REPORT DATE

**Aug 31, 2022 9:51 AM GMT+7**

### ● 34% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 31% Internet database
- 10% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 20% Submitted Works database

### ● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material

**METODE PEMURNIAN BIOGAS DARI SAMPAH ORGANIK RUMAH  
TANGGA MENGGUNAKAN ADSORBEN ABU SEKAM PADI**

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh:**

**FISAH SALMAN MEGAWATI**  
**NIM: 318120008**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
MATARAM, 2022**

## 1.1 Latar Belakang

Mataram merupakan Ibukota Provinsi NTB dengan kondisi geografis yang cukup baik dalam pengembangan sektor pertanian khususnya pada peternakan sapi yang banyak menguntungkan bagi penjual dan pembeli. Berdasarkan data koordinator statistik Mataram pada tahun 2021 NTB mempunyai populasi sekitar 1.282.000 ekor sapi. NTB memiliki lebih dari satu juta ternak sapi, NTB mendapat penghargaan lima besar sebagai provinsi yang paling banyak dengan populasi sapi terbanyak se-Indonesia. Peningkatan populasi ternak sapi tersebut telah meningkatkan limbah yang dihasilkan dari setiap ternak yang ada (Anonim, 2012).

1 Minimnya pengetahuan dengan latar pendidikan yang rendah pada para peternak sapi menjadikan peternak kurang menyadari akan lingkungan disekitarnya, dengan adanya teknologi pengolahan limbah kotoran hewan peternak dapat memanfaatkan limbah menjadi sesuatu hal yang besar dan menguntungkan bagi mereka. Reaktor biogas dari kotoran hewan sangat berpengaruh besar pada industri peternakan, namun kurangnya pengetahuan pada peternak dalam membuat instalasi biogas menjadikan suatu alasan mereka tidak dapat mengembangkan reaktor biogas tersebut. Tidak hanya pada alasan kurangnya pengetahuan akan tetapi kendala terbesar yang dihadapi oleh para peternak yaitu anggaran yang dikeluarkan cukup besar sehingga lebih memilih mengalokasikan dana yang ada ke hal-hal yang mereka pikir lebih dibutuhkan untuk keberlangsungan usaha ternak tetap

berlanjut. Oleh sebab itu dibutuhkan reaktor biogas dengan kapasitas yang sesuai dengan keadaan para peternak (Sridiyanti, 2014).

Energi biogas merupakan energi alternatif yang telah dikembangkan untuk diciptakan. Menggunakan mikroorganisme yang terdapat di alam untuk mengubah dan mengolah beragam sampah organik yang disimpan di area kedap udara, teknologi biogas merupakan salah satu metode yang cocok untuk mengolah sampah untuk menghasilkan energi (Wahyuni, 2013). Biogas adalah gas yang dihasilkan dari bahan organik yang telah difermentasi secara anaerobik oleh bakteri metana, seperti *Methanobacterium* sp. Untuk memenuhi kebutuhan, khususnya untuk kendaraan, biogas merupakan sumber alternatif yang terjangkau, efektif, dan ramah lingkungan (Ramaraj & Dussadee, 2015).

Metana ( $\text{CH}_4$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), dan banyak gas lainnya, hadir dalam tingkat yang relatif sederhana, merupakan mayoritas biogas. Adanya  $\text{CO}_2$  dalam biogas memiliki kelemahan karena dapat menurunkan nilai kalor gas. Penting untuk memperhitungkan kemurnian gas metana untuk menghasilkan pembakaran yang efektif. Oleh karena itu, untuk menghasilkan biogas dengan konsentrasi metana yang tinggi, diperlukan pemurnian untuk menghilangkan gas-gas pengotor. Ada banyak cara untuk memurnikan biogas, antara lain adsorpsi, kriogenik, water scrubbing, membran, pemisahan, dan adsorpsi kimia (Bambang, 2017).

Prosedur pemurnian adsorpsi merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kualitas biogas. Adsorpsi terjadi ketika campuran padatan dan

fluida bersentuhan, dan beberapa zat terlarut fluida teradsorpsi sebagai hasilnya, mengubah komposisi fluida. Hasil penelitian melalui proses adsorpsi biogas menggunakan media larutan  $\text{Ca(OH)}_2$  menunjukkan penurunan kandungan  $\text{CO}_2$  sebesar 30% (Suprianti, 2016). Menurut temuan, efisiensi puncak kolom adsorben adalah 96,03% ketika 730 g adsorben digunakan, dan 0,025 l/s adalah laju operasi untuk biogas. Dalam kondisi operasi ini, terjadi penurunan kadar  $\text{CO}_2$  sebesar 35,04% dan peningkatan kadar  $\text{CH}_4$  sebesar 34,01%.

Peneliti telah mempelajari metode adsorpsi multilayer untuk pemurnian biogas dengan menggunakan arang aktif sebagai adsorben (Surono, 2010). Dengan teknik ini kandungan gas pengotor biogas  $\text{H}_2\text{S}$  dapat diturunkan 99,98%, kandungan  $\text{NH}_3$  86,54%, dan kemurniannya bisa dinaikkan menjadi 17,16%. Adsorben bekerja paling baik bila dikombinasikan dengan 6 kg arang aktif, aliran biogas 25 lt/menit, dan waktu kontak 170 menit.

Melihat hal diatas khususnya pemurnian dengan menggunakan adsorben arang aktif yang dapat menurunkan kadar  $\text{CO}_2$  sebesar 54,24% maka penulis ingin mengetahui pengaruh abu sekam padi terhadap komposisi biogas yang digunakan pada proses pemurnian yang dimana abu sekam padi mengandung selulosa, lignin, silika dan mineral lainnya yang belum pernah diteliti sebelumnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pengaruh pembentukan biogas dari sampah organik rumah tangga pada proses pemurnian menggunakan adsorben abu sekam padi terhadap tekanan yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh kualitas nyala api pada pemurnian menggunakan adsorben abu sekam padi?

### 1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

#### 1.3.1 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui tekanan biogas dari biomassa sampah organik yang telah dimurnikan dengan menggunakan adsorben abu sekam padi.
2. Untuk mengetahui kualitas nyala api pada pemurnian biogas menggunakan adsorben abu sekam padi.

#### 1.3.2 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna untuk :

1. Terciptanya teknologi dalam pemurnian biogas digester dapat memudahkan masyarakat dalam pemanfaatan limbah organik pada lingkungan.
2. Dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan teknologi-teknologi baru terutama dalam pengolahan limbah organik pada skala rumah tangga.
3. Dapat membantu masyarakat dalam memudahkan pengolahan limbah organik menggunakan bio digester pada skala rumah tangga.

## <sup>2</sup> BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sampah

Sampah merupakan sisa kegiatan sehari-hari manusia atau dari proses alam yang berbentuk padat yang secara langsung dapat diolah kembali oleh manusia, laju produksi sampah semakin meningkat. Sampah tidak hanya sejajar dengan pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat akan tetapi sejalan dengan pola konsumsi masyarakat yang begitu besar, sehingga penanganan sampahpun belum teroptimalkan. Sampah yang tidak dikelola dengan baik akan berpengaruh terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat sekitarnya (Riswan,dkk,2011).

Adapun sampah rumah tangga yang terdapat di lingkungan sekitar sebagai berikut :

#### 2.1.1 Sampah Organik

Secara kimia, <sup>44</sup> sampah organik adalah setiap sampah yang mengandung unsur karbon (C), termasuk urine yang mengandung nitrogen dan fosfor serta kotoran hewan dan manusia yang mengandung bakteri berbahaya dan limbah cair lainnya dari makhluk hidup. Sampah buah dan sayur merupakan produk limbah yang dibuang di tempat terbuka <sup>14</sup> tanpa pengelolaan lebih lanjut sehingga menyebabkan gangguan lingkungan dan bau yang tidak sedap. Limbah buah dan sayur memiliki nilai gizi yang minimal, dengan kandungan protein kasar berkisar 1-15% dan serat kasar 5-38%. Karena berupaya mempercepat proses fermentasi, maka penggunaan Effective

Microorganism 4 (EM4) dalam pembuatan pupuk cair dianggap sebagai sebuah teknologi.

Mikroorganisme Efektif adalah perpaduan dari <sup>25</sup> berbagai jenis mikroorganisme yang menguntungkan (bakteri fotosintesis, bakteri asam laktat, ragi actinomycetes, dan jamur fermentasi) yang dapat memperluas keanekaragaman mikroba tanah.

<sup>27</sup> Sekam padi mempunyai kandungan silika sebanyak 94-96 % dengan pozzolanic activity index mencapai 87 % (Tunas, dkk, 2021). Sekam padi banyak digunakan dalam dunia industri. Pemanfaatan pada sekam padi seperti pembuatan sabun dan deterjen, sebagai bahan perekat, pembuatan bahan baku semen dan beton, serta sebagai adsorben (Trivana & Rohaeti, 2015). Adsorben merupakan metode yang relatif sederhana yang berasal dari bahan alami dari sisa-sisa biomassa yang tidak terpakai, sehingga abu sekam padi yang diproduksi dengan cara pembakaran secara tradisional digunakan pula pada adsorben.

<sup>13</sup> Produksi sekam padi di Indonesia bisa mencapai 4 juta ton pertahunnya, berarti abu sekam padi yang dihasilkan 400 ribu ton pertahun. Hal ini menjadikan suatu manfaat yang besar bagi para petani ataupun peternak dalam pencampuran abu sekam padi pada kompos (Maulana dkk, 2014).

### 2.1.2 Sampah Anorganik

Logam (besi dari kendaraan atau peralatan bekas dan aluminium dari kaleng bekas atau peralatan rumah tangga), kaca, dan pupuk anorganik hanyalah beberapa contoh unsur karbon yang secara kimiawi terdapat dalam sampah anorganik (misalnya mengandung unsur nitrogen dan fosfor). Kurangnya komponen karbon dalam limbah mencegah mikroorganisme untuk memecah limbah. Dalam hal ini, sampah mencakup unsur biologis dan anorganik, termasuk plastik, karet, kertas, dan sampah.

Energi biogas merupakan salah satu teknologi pengelolaan sampah dan energi alternatif yang memiliki peluang besar untuk dimanfaatkan oleh Indonesia. Gas ini dihasilkan dari berbagai limbah organik, termasuk limbah biomassa, kotoran manusia, dan kotoran hewan, yang dapat difermentasi oleh bakteri anaerob untuk menghasilkan energi (bakteri yang hidup tanpa udara). Bakteri dalam sampah akan terurai oleh pengasaman dan hidrolisis; hidrolisis adalah pengurai senyawa langsung. Pengasaman, di sisi lain, adalah penciptaan asam dari bahan kimia sederhana. Pembuatan biogas dari hewan khususnya sapi dapat menjadi sumber energi alternatif yang ramah lingkungan karena selain memanfaatkan limbah ternak yang dihasilkan selama proses pembuatan biogas dari slurry juga dapat digunakan untuk memproduksi pupuk organik yang kaya akan tumbuhan. elemen yang diperlukan (Herlina, 2010).

## 2.2 <sup>28</sup> Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan ketika bahan organik diurai oleh mikroorganisme tanpa oksigen (anaerob).

Metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) adalah dua gas utama yang membentuk biogas, bersama dengan sejumlah kecil uap air, hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S), karbon monoksida (CO), dan nitrogen (N<sub>2</sub>) (Hardoyo, 2014). Hewan dan tumbuhan termasuk dalam biogas yang berasal dari kotoran. Biogas, gas yang mudah terbakar yang dibuat oleh bakteri anaerob selama fermentasi bahan organik, terbentuk ketika bahan hewan atau tumbuhan telah terurai. Sumber energi terbarukan yang dikenal sebagai biogas dapat dibuat dari berbagai sisa dan limbah, termasuk: eceng gondok dan juga bahan organik dengan jenis lainnya ( F. Riyan, 2015).

Suhu hangat antara 30 dan 55 derajat Celcius sangat ideal untuk proses fermentasi. Mikroba ini dapat mengubah bahan organik dan menghasilkan gas pada suhu tersebut (Jatmiko, 2015). Jumlah gas metana dan gas karbon dioksida dalam bahan bakar biogas sangat berpengaruh terhadap panas pembakaran.

Adsorpsi terjadi pada tingkat molekuler ketika molekul bersentuhan dan menempel pada permukaan padat (Iriana, 2014). Adsorben (padatan) seperti karbon aktif atau zeolit dapat digunakan sebagai penyerap CO<sub>2</sub> dalam proses pemurnian biogas yang memanfaatkan teknologi adsorpsi. Kisaran m<sup>2</sup>/g untuk karbon aktif adalah 300 hingga 2000. Hal ini berkaitan dengan struktur

pori interior yang memberikan karbon aktif kualitas adsorbennya. <sup>12</sup> Tabel 1.

Komponen penyusun biogas (Sasongko,2010)

| Jenis gas                          | Persentase |
|------------------------------------|------------|
| Metana (CH <sub>4</sub> )          | 54-70 %    |
| Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ) | 27-35 %    |
| Nitrogen (N <sub>2</sub> )         | 0,5-2 %    |
| Karbon monoksida                   | 0,1 %      |
| Sulfide (H <sub>2</sub> S)         | <0,1%      |

Banyak pihak telah melakukan penelitian tentang jalur adsorpsi untuk mereduksi kandungan biogas dengan memanfaatkan berbagai jenis adsorben. Penyelidikan jalur adsorpsi <sup>17</sup> biogas menggunakan larutan Ca(OH)<sub>2</sub> menghasilkan data yang menunjukkan penurunan 30% konsentrasi CO<sub>2</sub> (Suprianti, 2016). Penurunan kadar CO<sub>2</sub> sebesar 35,04% melalui jalur adsorpsi menggunakan 730 g bahan arang aktif dan tangki biogas 0,025 1/s (Iriana, 2014).

<sup>9</sup> Energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari konsentrasi metana (CH<sub>4</sub>). Semakin tinggi kandungan metana maka akan semakin besar kandungan energy (nilai kalor) pada biogas, dan sebaliknya semakin kecil kandungan metana (CH<sub>4</sub>) maka akan semakin kecil nilai kalor yang dihasilkan. Kualitas biogas sangatlah tinggi dikarenakan pemanfaatannya bukan hanya pada biogas saja melainkan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk padat dan cair, pupuk padatan dapat digunakan pada tanaman sebab pupuk dari kotoran sapi ini setelah menjadi biogas tidak lagi bersuhu panas dan tidak menyebabkan tanaman menjadi mati. Sedangkan pupuk cair dapat digunakan sebagai pakan ternak juga seperti pakan ikan lele (R. Pebrianto dkk, 2019).

## 2.3 Bahan Baku Pembuatan Biogas

### 2.3.1 Kotoran Sapi

Kotoran sapi merupakan suatu limbah yang menimbulkan bau yang tidak sedap, cemarnya lingkungan mengganggu keindahan dan dapat menimbulkan berbagai kesehatan. Jumlah limbah yang sedikit akan mudah ditangani, akan tetapi skala terbesar para peternak yaitu menjadikan salah satu lokasi kandang mereka sebagai kandang penggemukan sapi. Sehingga sering terjadinya suatu penumpukkan kotoran sapi pada kandang, penumpukkan limbah kotoran sapi ini bisa menjadi polutan akibat dekomposisi kotoran ternak berupa BOD dan COD (Biological/Chemical Oxygen Demand). Bakteri patogen yang dapat menyebabkan polusi air (terkontaminasi air bawah tanah, air permukaan), polusi udara dengan debu dan bau yang ditimbulkannya akan menjadi masalah pencemaran lingkungan. Salah satu alternatif penanganan limbah kotoran sapi sekaligus dapat memberikan nilai tambah yang bermanfaat khususnya bagi peternak dan umumnya bagi lingkungan sekitar adalah dengan mengolah limbah kotoran sapi menjadi biogas (Sarwani, dkk, 2020).



Gambar 1. Kotoran Sapi (Sumber : Doc. Pribadi)

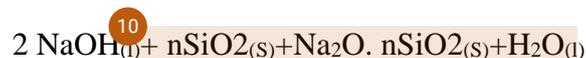
### 11 2.3.2 Sekam Padi

Sekam padi, yang terdiri dari 65 lembaran kering, bersisik, dan tidak dapat dimakan, merupakan komponen dari butiran beras. Sekam padi, atau penutup luar, melindungi benih dari kerusakan mikroba dan kerusakan mekanis selama panen, penggilingan, dan transportasi. Menurut data Potensi Residu Biomassa Sebagai Sumber Energi di Indonesia, 43 sekam padi merupakan biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan awal pembuatan biogas. Diperkirakan biomassa ini dapat menghasilkan energi  $27 \times 10^9$  J/tahun (Idzni, dkk, 2016).

6 Tabel 2. Komposisi kimia sekam padi ( Fathanah, 2011)

| Komponen                   | Kandungan (%) |
|----------------------------|---------------|
| Kadar air                  | 9,02          |
| Protein kasar              | 3,03          |
| Lemak                      | 1,18          |
| Serat kasar                | 35,68         |
| Abu                        | 17,71         |
| Karbohidrat kasar          | 33,17         |
| Karbon ( zat arang)        | 1,33          |
| Hidrogen                   | 1,54          |
| Oksigen                    | 33,64         |
| Silika (SiO <sub>2</sub> ) | 16,98         |

Sangat mungkin dimanfaatkan 36 sebagai bahan baku alternatif untuk produksi sejumlah senyawa berbasis silika gel dan natrium silikat karena kandungan silika 54 dalam abu sekam padi sangat tinggi. Abu sekam dapat digunakan untuk membuat natrium silikat dengan menggabungkannya dengan larutan NaOH encer dan memanaskannya pada suhu tinggi menggunakan rumus berikut (Soeswanto dan Lintang, 2011):

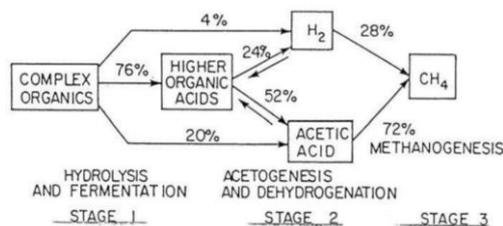


10  
Tabel 3. Komposisi Abu Sekam Padi

| Senyawa                        | Kandungan (%) |
|--------------------------------|---------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 94,4          |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,61          |
| Fe <sub>3</sub> O <sub>2</sub> | 0,03          |
| CaO                            | 0,83          |
| MgO                            | 1,21          |
| K <sub>2</sub> O               | 1,06          |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,77          |
| SO <sub>3</sub>                | -             |
| LOI                            | -             |

## 2.4 Tahapan Pembentukan Biogas

Banyak spesies bakteri yang berbeda berpartisipasi dalam proses anaerobik yang menghasilkan pembuatan biogas. Tiga fase hidrolisis, pengasaman, dan pembentukan metana, atau metanogenesis, membentuk proses umum pembentukan biogas dalam reaktor biogas. Gambar 2 menggambarkan tahapan proses pembangkitan biogas.



2  
Gambar 2. Tahap pembentukan biogas  
(Marchaim dalam Herringshaw, 2009)

### a. Hidrolisis

Pada langkah ini, enzim seperti selulosa, amilase, protease, dan lipase memecah senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana. Protein terdegradasi menjadi asam amino, lipid menjadi asam lemak, dan polisakarida menjadi monosakarida, misalnya.

## b. Acidifikasi

Pada titik ini, reaksi berantai pendek pada tahap hidrolisis diubah menjadi asam asetat, hidrogen (H<sub>2</sub>), dan karbon dioksida, menghasilkan asam bakteri. Mikroorganisme ini dapat tumbuh dan berkembang di lingkungan asam karena mereka adalah bakteri anaerob. Bakteri ini membutuhkan oksigen dan karbon, yang bisa mereka dapatkan dari oksigen terlarut dalam larutan, untuk membuat asam asetat. Fase berikutnya, pembentukan gas metana oleh bakteri dalam keadaan anaerob, tergantung pada asam. Juga diproduksi oleh bakteri dari zat bermolekul rendah adalah alkohol, asam organik, asam amino, karbon dioksida, hidrogen sulfida, dan sejumlah kecil gas metana.

## c. Metanogenesis

Pada titik ini, metana dan karbon dioksida dibuat dari molekul sederhana yang tersisa dari proses kedua. Misalnya, metana dan karbon dioksida diproduksi oleh bakteri menggunakan hidrogen, karbon dioksida, dan asam asetat.

Proses produksi biogas dikategorikan menjadi tiga kategori berdasarkan suhu reaksi yang terjadi: psikrofilik (terjadi antara 15-20), mesofilik (terjadi antara 20-40), dan termofilik (terjadi antara 40-55). Proses termofilik dan mesofilik adalah proses yang sering digunakan. Teknik mesofilik menawarkan keuntungan dari pembentukan gas yang lebih konsisten dan mikroorganisme yang lebih toleran terhadap suhu. Suhu proses mesofilik juga tidak jauh dari suhu ruangan, sehingga lebih

sedikit energi yang dibutuhkan untuk mengaturnya—atau bahkan tidak diperlukan. Waktu produksi yang lebih sedikit, peningkatan efisiensi reaktor, dan penurunan mikroorganisme berbahaya karena suhu tinggi adalah semua manfaat dari proses mesofilik. Fitur proses termofilik yang paling memikat adalah produksi gas.

## 2.5 Gas Metana

Metana merupakan gas rumah kaca yang menempati urutan kedua setelah karbon dioksida sebagai salah satu faktor penyumbang pemanasan global (CO<sub>2</sub>). Gas metana (CH<sub>4</sub>) dihasilkan oleh bakteri dalam lingkungan anaerobik dan dapat bertahan di troposfer hingga 10 tahun (Cahyaningtyas & Sumantri, 2012). Kehadiran kovalen empat atom H dan satu atom C menghasilkan pembentukan gugus alkana dalam gas yang dikenal sebagai metana. Alkana sering disebut sebagai parafin karena mereka biasanya sulit untuk bereaksi (memiliki afinitas rendah). Alkana juga memiliki kemampuan untuk dengan mudah menjalani proses pembakaran sempurna dengan oksigen, yang menghasilkan produksi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan uap air (H<sub>2</sub>O).



Unsur utama dalam gas metana, senyawa kimia CH<sub>4</sub>, yang menyusun biogas. Gas metana merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau apabila berada pada suhu kamar dan tekanan standar. Meskipun gas ini memiliki konsentrasi di udara antara 5 dan 15%, gas ini sangat mudah

terbakar. Sementara itu, pembakaran metana cair (liquid methane) membutuhkan tekanan tinggi sekitar 4-5 atmosfer.

Gas metana dihasilkan dari waktu ke waktu oleh bakteri yang sangat rumit yang memecah bahan organik dalam limbah padat atau cair. Pengurai ini berada dalam keadaan anaerobik, yaitu keadaan dimana tidak ada oksigen (O<sub>2</sub>). Mikroba ini terdapat secara alami pada kotoran ternak, khususnya kotoran sapi. Karena limbah pertanian dan produk pertanian lainnya diolah dalam jumlah besar di daerah pedesaan, teknologi biogas dapat digunakan secara maksimal di daerah tersebut.

Sumber makanan utama bagi bakteri anaerob adalah nitrogen dan karbon, oleh karena itu kedua komponen ini sangat penting untuk pertumbuhan bakteri yang maksimal. Nitrogen menyediakan blok bangunan untuk sel bakteri, sementara karbon menyediakan energi.

## 2.6 Teknik Pemurnian Biogas

Teknik yang dilakukan dalam pengembangan pemurnian biogas dari karbondioksida diantaranya absorpsi kimia, absorpsi fisik, cryogenic, pemurnian menggunakan membran dan fiksasi CO<sub>2</sub> dengan metode kimia dan biologi (Muhammad, dkk, 2018).

Pemurnian biogas dengan metode adsorpsi menggunakan karbon aktif dari kulit durian ataupun kulit buah lainnya dalam pengurangan limbah cair, kulit buah diambil dikarenakan memiliki nilai yang sama pada adsorben yang lainnya seperti tempurung kelapa dan tempurung kemiri (Ulfa, 2014).

Karbon aktif merupakan salah satu adsorben yang telah digunakan dalam

industri kimia. Salah satu potensi karbon aktif yaitu dapat digunakan sebagai pemurnian biogas.

## 2.7 Adsorpsi-Biofiksasi

Adsorpsi adalah proses penyerapan suatu permukaan zat padat yang terjadi akibat dari suatu peristiwa gaya tarik atom ataupun molekul pada permukaan tanpa meresap kedalam zat tersebut (Karina Putri, 2021).

Adsorpsi adalah salah satu alternatif untuk mengatasi pencemaran udara.

Limbah nasi merupakan limbah organik yang mudah ditemukan diberbagai tempat seperti lingkungan rumah/dapur, kantin, warung makan, restoran, rumah sakit dan lainnya. Namun limbah nasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu nasi yang tidak layak dikonsumsi dan tidak tercampur dengan bahan lainnya, oleh karena itu pemanfaatan limbah nasi yang digunakan dalam penelitian harus dalam kondisi yang sama. limbah nasi yang dipakai merupakan campuran antara nasi basi dan air dengan perbandingan satu kg nasi dan dua liter air. Pemakaian nasi sebagai substrat karena memiliki kandungan karbohidrat dan air yang tinggi ( I Kadek, dkk, 2021).

Potensi biogas dari limbah sayuran kangkung juga dihasilkan oleh tanaman budidaya dan budidaya, dapur rumah dan kegiatan pasar yang tinggi bahan organik yang mudah terurai, lembab dan rendah cairan. Ini mengandung banyak sampah organik, yang dapat terurai dengan cepat, terutama jika iklimnya hangat. Setiap nilai gizi 100 gram kangkung tawar mengandung 91,2 gram air, 28 kkal energi, 1,9 gram protein, 0,4 gram lemak, 5,63 gram karbohidrat, 2 gram serat dan 0,87 gram daging buah (Joko 2010).

## 2.8 Jenis – jenis Nyala Api Bio Digester

### a. *Premixed Flame*

Penyalan api premix yang terjadi ketika bahan bakar dicampur dengan oksigen yang tercampur sempurna sebelum sumber pengapian digunakan. Secara umum, tanda-tanda kebakaran premix dapat diidentifikasi dengan warna biru api. Laju pertumbuhan api tergantung pada komposisi kimia bahan yang digunakan.

### b. *Diffusion flame (Non-premixed)*

Penyalan api difusi di mana bahan bakar dan oksigen dicampur dan dinyalakan secara bersamaan. Laju difusi reaktan dipengaruhi oleh energi yang dimiliki oleh bahan bakar. Dalam nyala api difusi, pengaruh udara ambien sebagai oksidan pembakaran biasanya mempengaruhi nyala yang dihasilkan. Pengembangan api tergantung pada jenis bahan bakar dan tingkat di mana bahan bakar dilepaskan dari udara sekitarnya. Api difusi selama pembakaran cenderung memiliki gerakan api yang lebih lama dan menghasilkan lebih banyak asap dari pada api premixed.

### c. *Api Laminer*

Visualisasi api yang terlihat pada jenis api ini berstratifikasi atau beraturan. Jenis api ini disederhanakan, sehingga tidak ada turbulensi atau gerakan yang tidak menentu.

### d. *Api Turbule*

Nyala api turbulen menunjukkan pola aliran api yang tidak teratur atau acak yang menunjukkan aliran yang sangat kuat. Saat gas terbakar, hasil

gasifikasi menunjukkan tanda-tanda diskontinuitas atau produksi yang sering tidak merata, sehingga mencegah terjadinya kebakaran. Gas reaktif bereaksi dengan oksigen ketika dinyalakan. Kualitas nyala juga erat kaitannya dengan nilai kalor yang mungkin ada dalam gas yang dihasilkan oleh proses gasifikasi.

## 2.9 Tekanan

Proses pemurnian biogas menjadi biometana, karena tekanan operasi memainkan peran penting dalam efisiensi dan keekonomisan proses. Jika tekanan operasi terlalu rendah, kelarutan CO<sub>2</sub> dalam air bernilai kecil, membutuhkan sirkulasi air yang luas dan membuat proses tidak ekonomis untuk memenuhi target pemurnian yang ditetapkan. Namun, jika tekanan operasi terlalu tinggi, biaya yang dibutuhkan untuk mengompresi bahan baku biogas dari tekanan atmosfer ke tekanan operasi penyerapan akan tinggi. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi untuk menentukan tekanan operasi dan tahapan kompresor yang optimal (Anggita et al, 2020).

## **BAB III. METODELOGI PENELITIAN**

### **3.1 Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan melakukan pengamatan/analisis secara langsung di lapangan untuk mendapatkan data-data yang diinginkan.

### **3.2 Rancangan Percobaan**

Rancang percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancang Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu sampah organik dan abu sekam padi dan kotoran sapi sebagai stater pada biogas sehingga dengan perlakuan sebagai berikut :

P1 = Berat sampah organik 5 kg, air 3 liter dan abu sekam padi 5 kg

P2 = Berat sampah organik 10 kg , air 6 liter dan abu sekam padi 10 kg

P3 = Berat sampah organik 15 kg, air 9 liter dan abu sekam padi 15 kg

Berat sampah organik (nasi basi, sisa-sisa sayuran, sisa-sisa ikan atau daging), air dan abu sekam padi sebagai bahan uji pada biogas dalam menghasilkan kualitas nyala api pada pemurnian.

Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga diperoleh 12 unit percobaan dengan variable tekanan dan kualitas nyala api. Data hasil pengamatan dianalisa dengan analisa keragaman (*analysis of variance*) pada taraf 5 %. Apabila terdapat beda nyata, maka dilakukan uji lanjut dengan ujian beda nyata jujur (BNJ) pada taraf nyata 5% (Hanifah, 1994).

Tabel 4. Perlakuan dalam penelitian

| Perlakuan | Ulangan         |                 |                 |                 |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|           | I               | II              | III             | IV              |
| P1        | P <sub>11</sub> | P <sub>12</sub> | P <sub>13</sub> | P <sub>14</sub> |
| P2        | P <sub>21</sub> | P <sub>22</sub> | P <sub>23</sub> | P <sub>24</sub> |
| P3        | P <sub>31</sub> | P <sub>32</sub> | P <sub>33</sub> | P <sub>34</sub> |

### 3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di kelurahan Jempong Baru Mataram.

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2022 sampai Juni 2022.

### 3.4 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.4.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan antara lain : tandon TB 110 dengan kapasitas 1.050 liter, ember, manometer tekanan, timbangan digital, keran gas dan kompor gas.

#### 3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan antara lain: kotoran sapi, sampah organik rumah tangga, air dan abu sekam padi.

### 3.5 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

#### 1. Penyiapan alat dan bahan

Mulai menyiapkan alat seperti tandon dengan kapasitas 1.150 liter, ember, manometer tekanan, timbangan digital, keran gas dan kompor gas.

Sedangkan <sup>47</sup> bahan yang digunakan dalam pembentukan biogas yaitu kotoran sapi sebagai stater, <sup>41</sup> sampah organik rumah tangga, air dan abu sekam padi.

## 2. Fermentasi

Bahan di campur dengan tiap perlakuan pada P1= 5 kg sampah organik dan 5 kg abu sekam padi, P2= 10 kg sampah organik dan 10 kg abu sekam padi, dan pada P3= 15 kg sampah organik dan 15 kg abu sekam padi. Dengan 4 kali ulangan pada proses fermentasi, eksperimen dilakukan dengan cara penambahan sampah organik rumah tangga dan abu sekam padi (5:5, 10:10 dan 15:15). Kedua bahan dicampur kemudian diaduk rata agar hasil sempurna, dimasukkan kedalam input digester portabel dan dilakukannya fermentasi.

## 3. Pengukuran tekanan

Tekanan dilihat setelah proses pembentukan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dengan  $\text{CO}_2$  pada fermentasi biogas, untuk mengetahui terdapat gas metana pada nilai tekanan yaitu dengan mengaktifkan atau memutar keran yang ada pada tandon digester potabel untuk mengalirkan gas pada manometer tekanan.

## 4. Pengujian kualitas nyala api

Kualitas nyala api dilakukan <sup>1</sup> 4 kali pengujian yang berulang-ulang untuk mendapatkan nyala api yang sempurna. Keran pada tandon digester dan pada tekanan di aktifkan untuk melihat tekanan gas pada kompor biogas dan penyalaan api digunakan menggunakan bantuan korek api.

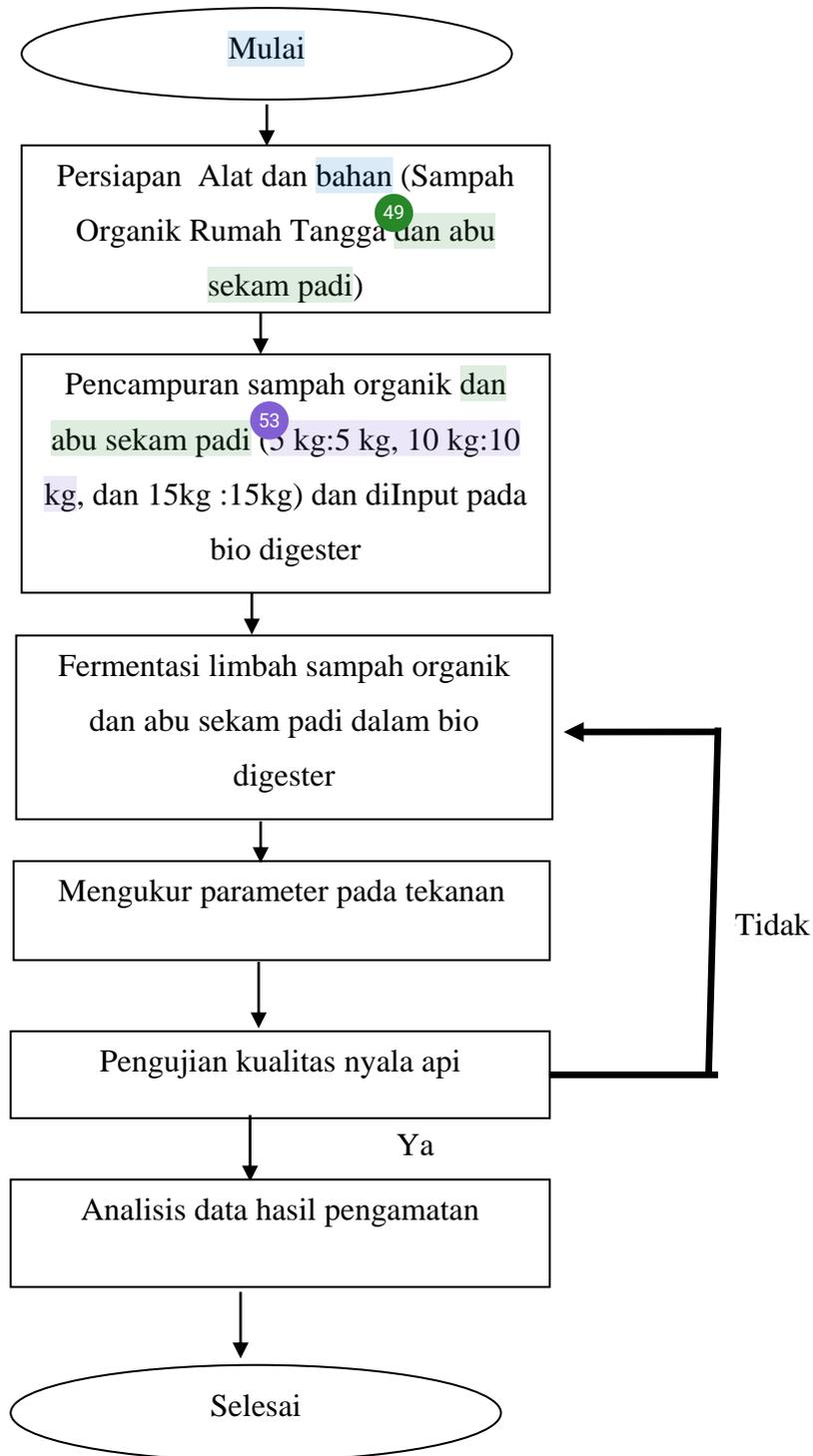
## 5. Pembahasan hasil penelitian

Biogas yang kemudian dimurnikan dalam menghasilkan gas metana kemudian dilihat nilai tekanan dan melihat kualitas nyala api pada kompor biogas yaitu dengan cara mengukur nilai tekanan pada alat manometer tekanan. Pada tekanan manometer dilihat disetiap perlakuan P1, P2, dan P3 dengan data nilai rata-rata analisis hasil tekanan apakah terjadi kenaikan tekanan secara signifikan atau non signifikan. Sedangkan pada kualitas nyala api dilakukan pengujian apakah api menyala dengan baik atau tidak, kualitas nyala api dilakukan pengecekan setiap minggu dalam 4 kali ulangan untuk melihat kualitas nyala api yang terbaik.



Gambar 3. Bio digester portabel

1 Secara keseluruhan pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini:



Gambar 4. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

### 3.6 Parameter Penelitian

#### 1. Tekanan

Tekanan nyala tangki biogas portable diukur dengan angka ataupun nilai yang ditunjukkan oleh pengukuran tekanan terukur, waktu pengukuran, dan juga tangki reaksi biogas digester diukur satu kali. Besar kecil nilai tekanan dan juga keluaran gas metana yang dihasilkan oleh bio digester.

#### 2. Kualitas Nyala api

Nyala api yang dihasilkan dihitung dengan melihat lama waktu yang dimanfaatkan pada kompor, semakin lama api menyala maka akan semakin banyak sampah organik rumah tangga yang dibutuhkan bio digester.

### 3.7 Analisis Data

Proses analisis data yang akan dilakukan dalam penelitian ini menggunakan analisis statistik yaitu Analisis data dengan menggunakan Rancang Acak Lengkap (RAL). Analisis data menggunakan *analysis of varians* (ANOVA) dan uji lanjut dengan metode (BNJ) pada taraf  $\alpha$  5% dengan menggunakan program Microsoft Excel.

## 4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Data hasil non signifikan dan signifikansi disajikan pada tabel dibawah ini sebagai berikut:

Tabel. 6 Data tekanan yang non signifikan dan signifikansi

| No. | Parameter | F hitung | F tabel 5% | Signifikansi |
|-----|-----------|----------|------------|--------------|
| 1.  | Tekanan   | 0,73     | 4,26       | NS           |

Keterangan: S: Signifikansi

NS: Non signifikansi

Berdasarkan tabel 6 menunjukkan bahwa pemberian perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan metan yang terdapat pada tekanan dengan hasil Non signifikan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa F hitung lebih kecil dari pada F tabel. Dimana  $F_H (0,73) < F \text{ tabel } (4,26)$ , artinya sekumpulan variabel bebas tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat sehingga penambahan campuran sampah organik (nasi basi dan sayuran) limbah biogas dengan limbah abu sekam padi terhadap pemurnian biogas tidak berpengaruh dalam menghasilkan gas metan. Sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut BNJ, maka kesimpulan hipotesis ditolak. Dari hasil analisis yang telah diperoleh maka hasil data pemurnian biogas menunjukkan tidak adanya beda nyata antara perlakuan terhadap pemurnian biogas.

4.1.2 Data nilai rata-rata analisis hasil tekanan biogas

Data hasil penelitian yang dilakukan pada perubahan nilai tekanan disetiap perlakuan P1, P2 dan P3 menggunakan sampah organik rumah tangga dan abu sekam padi menunjukkan nilai tekanan yang tidak berbeda nyata. Hasil nilai rata-rata ditunjukkan pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Nilai rata-rata hasil analisis tekanan biogas sampah organik rumah tangga dan abu sekam padi

| Perlakuan | Nilai rata-rata Tekanan (N/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|---|
| P1        | 3,79  |
| P2        | 4,58  |
| P3        | 4,79  |

Keterangan :

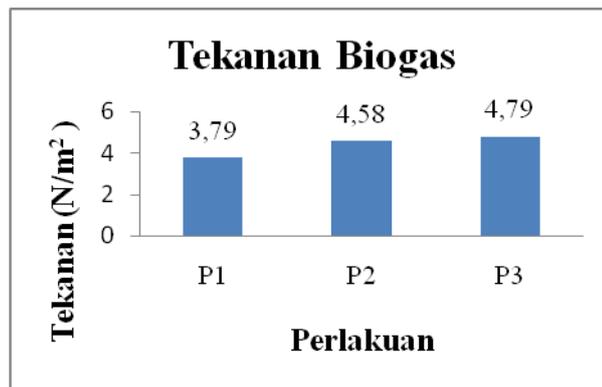
- P1= Sampah organik rumah tangga 5 kg dan abu sekam padi 5 kg
- P2= Sampah organik rumah tangga 10 kg dan abu sekam padi 10 kg
- P3= Sampah organik rumah tangga 15 kg dan abu sekam padi 15 kg

Pada tabel 7 dapat diketahui bahwa tekanan yang terjadi pada biogas yaitu tidak berbeda nyata antara P1, P2 dan P3.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Grafik nilai rata-rata Hasil Analisis Tekanan

Grafik nilai rata-rata hasil analisis tekanan biogas dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Grafik rata-rata tekanan biogas

Keterangan:

- P1= Sampah organik rumah tangga 5 kg dan abu sekam padi 5 kg
- P2= Sampah organik rumah tangga 10 kg dan abu sekam padi 10 kg
- P3= sampah organik rumah tangga 15 kg dan abu sekam padi 15 kg

Pada gambar 5 tekanan pada biogas menunjukkan bahwa P1 tidak signifikan<sup>51</sup> tidak berbeda nyata antara P2 dan P3. Pada grafik ini dapat dilihat bahwa nilai tekanan yang paling terendah pada perlakuan P1. Dari hasil analisis biogas yang terkandung gas metan dengan menginput bahan sampah organik rumah tangga dan abu sekam padi tidak terlalu berpengaruh, disetiap perlakuan Tekanan gas pada kotoran sapi sebagai stater dalam pengujian fermentasi biogas mempercepat hasilnya gas metan dan CO<sub>2</sub>. Bahan baku<sup>59</sup> sampah organik rumah tangga seperti nasi basi dan sayuran sisa atau kangkung kemudian difermentasi secara bersamaan dengan abu sekam padi dengan lama waktu gas yang dihasilkan sekitar 7 hari pada perlakuan P1 dan angka tertinggi pada perlakuan ke 3 sekitar nilai rata-rata 4,79 N/m<sup>2</sup>. Naik turun pada tekanan terjadi di setiap pengulangan di karenakan belum tercampur sepenuhnya gas metan dengan CO<sub>2</sub> sehingga terjadi naik turunnya tekanan pada tiap perlakuan dengan nilai rerata P1=3,79 N/m<sup>2</sup>, P2= 4,58 N/m<sup>2</sup> dan P3=4,79 N/m<sup>2</sup>.

Berdasarkan grafik hasil pengujian kadar karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada biogas mengalami kenaikan yang tidak signifikan dengan tiap perlakuan, kandungan unsur<sup>62</sup> yang dihasilkan dari abu sekam padi yaitu silika (SiO<sub>2</sub>) yang dimana sifat dari silika tersebut dapat menyerap uap air (Yayang, 2014). Penyerapan terjadi akibat adanya kontak fisik antara biogas dengan abu sekam padi pada saat proses pemurnian sehingga presentase kadar uap air (H<sub>2</sub>O) akan berkurang akibat dari

berkurangnya kadar uap air pada biogas atau terjadinya pengosongan komposisi biogas yang menyebabkan kadar karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) bertambah dengan tidak signifikan (meynel dalam iriani, 2014).

Apabila campuran biogas memiliki sifat terlalu kental atau padat maka jumlah gas yang terproduksi semakin rendah, lama waktu pembentukan gas akan semakin lama. Hal ini bisa saja terjadi apabila konsentrasi campuran bahan yang terlalu kental dan jumlah bahan yang terlalu tinggi dan air yang terlalu sedikit menyebabkan kefakuman pada campuran biogas sehingga nilai tekanan dapat berpengaruh. Nilai tekanan akan meningkat dikarenakan adanya gas yang terbentuk.

Bahan yang sudah tercampur dan menghasilkan tekanan dalam penampung biodigester menandakan molekul gas metan sudah terbentuk dan semakin banyak gas yang terbentuk maka akan semakin bagus hasil yang di dapat dari nyala api pada gas tersebut, tekanan dan kualitas nyala api dipengaruhi oleh banyak atau sedikitnya bahan yang dimasukkan pada bio digester tersebut. Semakin tinggi molekul gas metan terbentuk maka akan semakin tinggi tekanan yang dihasilkan.

#### 4.2.2 Kualitas nyala api

1. Uji Kualitas Nyala Api Minggu Ke-1 ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Kualitas nyala berwarna biru kemerahan

Hasil dari pengujian minggu pertama pada kualitas nyala api dapat dilihat dari segi warna yang ditimbulkan pada kompor biogas yaitu biru kemerahan. Warna biru kemerahan disebabkan oleh fermentasi biogas yang belum sempurna atau belum tercampurnya gas metan dengan CO<sub>2</sub> sehingga kualitas nyala api belum maksimal. Tujuan dari pengujian kualitas nyala api yang dihasilkan dari pemurnian biogas sampah organik rumah tangga dan abu sekam padi ini yaitu untuk menentukan hasil kualitas nyala api setelah dilakukannya pemurnian dan hasil positif yang ditandai dengan warna api biru kemerahan.

2. Uji Kualitas Nyala Api Minggu Ke-2 ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Kualitas nyala api berwarna biru sedang

Uji coba yang dilakukan pada minggu ke-2 terjadi perubahan pada warna api yaitu biru sedang, perubahan warna yang terjadi pada nyala api disebabkan oleh waktu bahan yang difermentasi dengan waktu yang cukup lama atau berselang 1 minggu. Kualitas nyala api ataupun warna nyala api ditentukan oleh banyak atau sedikitnya bahan yang dimasukkan kedalam input bio digester, sehingga warna yang dihasilkan pada minggu ke dua masih dapat digunakan dalam skala rumah tangga seperti memasak air ataupun memasak bahan makanan lainnya. Meskipun warna nyala api biru sedang namun gas

yang tertampung pada digester tidak begitu banyak dan hanya dapat digunakan sekitar 1 jam/hari saja dalam kebutuhan memasak.

3. Uji Kualitas Nyala Api Minggu Ke-3 ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Kualitas nyala api berwarna kebiruan  
Pengujian warna api pada minggu ke-3 telah berwarna kebiruan sehingga warna dan nyala api sudah terlihat. Kualitas nyala api pada minggu ke-3 dapat setara dengan kandungan gas methan yang ada pada gas LPG dengan perbandingan warna yang hampir setara. Pada uji bio digester yang dilakukan dalam memastikan kualitas nyala api yang baik yaitu pada tekanan, semakin tinggi terjadinya tekanan maka akan semakin banyak gas methan yang dihasilkan dari tercampurnya bahan pada sampah organik rumah tangga dengan abu sekam padi tersebut. Penggunaan biogas ini hanya bertahan 3 jam/hari dalam skala tinggi nyala api.

4. Uji Kualitas Nyala Api Minggu Ke-4 ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Kualitas nyala api biru (tinggi)

Pengujian kualitas nyala api pada minggu ke-4 berwarna biru putih (tinggi) menghasilkan nyala yang sempurna dan dapat digunakan dalam skala rumah tangga, adanya nyala api yang dihasilkan begitu bagus pada minggu ke-4 dikarenakan kandungan metan pada minggu pertama hingga minggu ke-3 masih tersisa sehingga pada minggu ke-4 gas yang dihasilkan begitu banyak dan tekanan yang dihasilkan semakin tinggi. Pada pengujian kualitas nyala api dapat dilihat dari bahan yang di input pada digester semakin besar nilai tekanan dikarenakan pengaruh bahan yang digunakan dan semakin banyak gas metan yang dihasilkan pada bio digester maka akan semakin bagus warna yang dihasilkan begitu sempurna, masa penggunaan pada kompor gas sekitar 4-5 jam/hari.

## **BAB 2. SIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, pengamatan, pengolahan analisis data dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tekanan gas yang dihasilkan pada perlakuan P1, P2 dan P3 tidak berbeda nyata, dan tekanan dihasilkan pada P1 sebesar 3,79 N/m<sup>2</sup>, P2 sebesar 4,58 N/m<sup>2</sup> dan pada P3 sebesar =4,79 N/m<sup>2</sup>.
2. Kualitas nyala api terbaik yaitu berwarna biru (tinggi) yang dihasilkan pada minggu ke- 4 .

### **5.2 Saran**

1. Diharapkan adanya penelitian lanjut ini mengenai metode pemurnian biogas sampah organik rumah tangga menggunakan adsorben abu sekam padi ini dapat di analisis dengan lebih baik lagi.
2. Bagi masyarakat pengguna energy terbarukan seperti biogas dapat memanfaatkan sisa sayuran atau sampah rumah tangga lainnya dalam menghasilkan biogas pada skala rumah tangga, agar sampah organik yang ada dirumah tidak terbuang cuma-cuma.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggit, R., Tri, P. A., Danu. A. 2020. Pengaruh Tekanan Dan Tahap Kompresi Dalam Pemurnian Biogas Menjadi Biometana Dengan Adsorpsi CO<sub>2</sub> Menggunakan Air Bertekanan. *Indonesian Journal Of Chemical Research*.
- Anonim. 2012. Informasi Teknologi Tepat Guna Untuk Pedesaan Biogas. Bandung.
- Atmodjo, M.C. Tri. Dkk. (2014). Perancangan Tangki Biogas Portabel Sebagai Sarana Produksi Energi Alternatif Di Pedesaan. *Widyariset*, Volume 17, Nomor 3, Desember 2014, Halaman 409-416.
- Bambang, S., Dewi, S. R., Djoyowasito, G., Simanjuntak, N. 2017. *Rancang Bangun Sistem Pemurnian Biogas Menggunakan Metode Biofiksasi-Adsorpsi oleh Mikroalga Chlorella Vulgaris Dan Karbon Aktif*.
- Cahyaningtyas, W. P., & Sumantri, I. (2012). Pengaruh penambahan biochar limbah pertanian dan pestisida pada inkubasi tanah inceptisol untuk menekan emisi gas metana (CH<sub>4</sub>) sebagai gas rumah kaca. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 1(1), 521-527.
- Diana, P., Nugroho. S., Swita. B. 2020. *Kajian Multivariate Analysis Of Variance (Manova) Pada Rancangan Acak Lengkap (RAL)*. Mu Rho e-Jurnal statistika
- F. Riyanti, 2015 “ Pembuatan Instalasi Untuk Biogas ( *Eichhornia Crassipes* ) yang efisien untuk rumah tangga,” *Jurnal Pengabdian Sriwijaya*,”.
- Fathanah, U. (2011). Kualitas Papan Komposit dari Sekam Padi dan Plastik HDPE Daur Ulang Menggunakan Maleic Anhydride (MAH) sebagai Compatibilizer. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 8(2), 53-59.
- Hardoyo., Tri Atmodjo., Dadang Rosadi., M. Sigit Cahyono. 2014. *Panduan Praktis Membuat Biogas Portabel Skala Rumah Tangga & Industri*, Yogyakarta.
- Herringshaw, Brian. 2009. *A Study of Biogas Utilization Efficiency Highlighting Internal Combustion Electrical Generator Units*. Ohio: The Ohio State University.
- I Kadek, D. S., Ramdhan, M. K., & Asep, S., 2021. Pengaruh Penambahan EM4 pada Substrat Nasi Basi Terhadap Potensi Produksi Gas Metana Pada Reaktor Biogas Sederhana. e- proceeding of engineering: vol.8, No.1
- Iriani, P., & Heryadi, A. (2014). Pemurnian Biogas Melalui Kolom Beradsorben Karbon Aktif. *Sigma-Mu*, 6(2), 36-42.
- Jatmiko, S. 2015. Karakteristik Thermal Biogas yang Dipurifikasi Larutan KOH 4 (Empat) Molaritas Dibandingkan Dengan Biogas Tanpa Purifikasi.
- Joko, S. 2010. Pembuatan Biogas Dari Bahan Sampah Sayuran (Kubis, Kangkung Dan Bayam). *Jurnal Teknik*
- Karina., P. R., 2021. ANALISIS KEMAMPUAN REMEDIASI KARBON AKTIF BIJI Tamarindus indica L. PADA LIMBAH CAIR TAHU DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Malang).

- Maulana, P. A., Damanik, M. M. B., & Sitorus, B. 2014. Pemberian Bahan Organik Kompos Jerami Padi Dan Abu Sekam Padi Dalam Memperbaiki Sifat Kimian Tanah Ultisol Serta Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*,2(4), 101546.
- Mayasari, H. D. 2010. Pembuatan biodigester dengan uji coba kotoran sapi sebagai bahan baku. [digilib.uns.ac.id](http://digilib.uns.ac.id)
- Muhammad, M., Maharani, A., & Leni, M. 2019. Optimasi Pengendalian Flow Control DEA Absorber Menggunakan Proportional Integral Derivative (PID) Control Dengan Metode Respon Surface Methodology (RSM). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(2), 152-162.
- Pebrianto, R., Asof, M., & Waristian, H. 2019. IMPLEMENTASI PEMANFAATAN KOTORAN SAPI SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF PADA PETERNAKAN SAPI. *Prosiding Applicable Innovation of Engineering and Science Research*, 1280-1282.
- Pikoli, M. R., Zadfa, F. M., & Sugoro, I. 2017. Bakteri Denitrifikasi Inaktif Sebagai Suplemen Untuk Mengurangi Gas Metana dari Cairan Rumen Sapi. *Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri*.
- Qistina, I., Sukandar, D., & Trilaksono, T. 2016. Kajian Kualitas Briket Biomassa dari Sekam Padi dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Kimia Valensi*, 2(2), 136-142.
- Ramaraj, R., Dussadee, N., 2015. *Biological Purification for Biogas Using Algae Cultures: A Review. International Journal of Sustainable and Green Energy. Special Issue: Renewable Energy Applications in the Agricultural Field and Natural Resource Technology*. Vol. 4:20-32.
- Riswan, R.M., Sunoko, H. R., & Hadiyanto, A. 2011. Pengelolaan sampah rumah tangga di kecamatan daha selatan. *Jurnal ilmu lingkungan*,9 (1),31-38
- Rizky B. Holle. 2020. Kinetika Adsorpsi Gas Benzene Pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa. *Jurnal Mipa Unsrat Online* 2 (2) 100-104.
- Sarwani, S., Sunardi, N., AM, E. N., Marjohan, M., & Hamsinah, H. 2020. Penerapan Ilmu Manajemen dalam Pengembangan Agroindustri Biogas dari Limbah Kotoran Sapi yang Berdampak pada Kesejahteraan Masyarakat Desa Sindanglaya Kec. Tanjungsiang, Kab. Subang. *Jurnal Abdi Masyarakat Humanis*, 1(2).
- Sasongko, W. 2010. Produksi Biogas dari Biomassa Kotoran Sapi dalam Biodigester Fix Dome dengan Pengenceran dan Penambahan Agitasi. (Doctoral dissertation, UNS (Sebelas Maret University)).
- Soeswanto, B.,& Lintang, N. 2011. Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Menjadi Natrium Silikat. *Jurnal fluida*, 7(1), 18-22.
- Sridiyanti, 2014 “Pengaruh Berat Tinja Ternak Dan Waktu Terhadap Hasil Biogas.” Laporan Penelitian, Jakarta.
- Suprianti, Yanti . 2016. *Pemurnian Biogas Untuk Meningkatkan Nilai Kalor Melalui Adsorpsi Dua Tahap Susunan Seri Dengan Media Karbon Aktif. Jurnal Elkomika*. Vol.4 No. 2
- Surono, Budi. U., Machmud, syahril. 2010. Peningkatan Kualitas Biogas Dengan Metode Adsorbs Dan Pemakaiannya Sebagai Bahan Bakar Mesin Generator Set (Genset).

- Trivana, L., Sugiarti, S., & Rohaeti, E. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Natrium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dari sekam padi. *Jurnal sains & Teknologi Lingkungan*, 7(2), 66-75.
- Tunas, I. G., Asrafil, A., & Parwati, N. M. S. 2021. PKM Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Alternatif Campuran Material Dinding Ringan Untuk Mendukung Hunian Tahan Gempa di Kota Palu. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(3).
- Ulfia, S. M. M. (2014). Sintesis Karbon Aktif dari Kulit Durian Untuk Pemurnian Air Gambut. *Jurnal fisika unand*, 3(4), 255-261.
- Wahyuni, S., & MP, S. 2013. Biogas: Energi Alternatif Pengganti BBM, Gas dan Listrik. AgroMedia.

● **34% Overall Similarity**

Top sources found in the following databases:

- 31% Internet database
- 10% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 20% Submitted Works database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

|   |   |     |
|---|---|-----|
| 1 | <b>repository.ummat.ac.id</b><br>Internet   | 11% |
| 2 | <b>123dok.com</b><br>Internet   | 3%  |
| 3 | <b>openjournal.unpam.ac.id</b><br>Internet  | 2%  |
| 4 | <b>ojs3.unpatti.ac.id</b><br>Internet   | 1%  |
| 5 | <b>docplayer.info</b><br>Internet   | 1%  |
| 6 | <b>eprints.umm.ac.id</b><br>Internet  | 1%  |
| 7 | <b>journal.ummat.ac.id</b><br>Internet  | <1% |
| 8 | <b>John Bako Baon, Sugiyanto Sugiyanto. "Soil chemical properties as aff...</b><br>Crossref | <1% |

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 9  | <b>Politeknik Negeri Bandung on 2019-02-22</b>                   | <1% |
|    | Submitted works  |     |
| 10 | <b>dokumen.tips</b>  | <1% |
|    | Internet   |     |
| 11 | <b>adoc.tips</b>   | <1% |
|    | Internet   |     |
| 12 | <b>vbook.pub</b>   | <1% |
|    | Internet   |     |
| 13 | <b>scribd.com</b>  | <1% |
|    | Internet   |     |
| 14 | <b>Badan PPSDM Kesehatan Kementerian Kesehatan on 2021-07-20</b> | <1% |
|    | Submitted works  |     |
| 15 | <b>id.123dok.com</b>   | <1% |
|    | Internet   |     |
| 16 | <b>jos.unsoed.ac.id</b>  | <1% |
|    | Internet   |     |
| 17 | <b>ejurnal.itenas.ac.id</b>                                      | <1% |
|    | Internet   |     |
| 18 | <b>Universitas Jember on 2018-10-25</b>                          | <1% |
|    | Submitted works  |     |
| 19 | <b>core.ac.uk</b>  | <1% |
|    | Internet   |     |
| 20 | <b>eprints.unm.ac.id</b>   | <1% |
|    | Internet   |     |

|    |  |                 |     |
|----|--|-----------------|-----|
| 21 | jurnal.polban.ac.id  | Internet        | <1% |
| 22 | Sriwijaya University on 2021-01-05                                     | Submitted works | <1% |
| 23 | files1.simpkb.id   | Internet        | <1% |
| 24 | repository.ub.ac.id  | Internet        | <1% |
| 25 | Eka Siti Windia, Sumadi Sumadi, Anne Nuraini. "Pengaruh Pemberian A... | Crossref        | <1% |
| 26 | eprints.undip.ac.id  | Internet        | <1% |
| 27 | jppipa.unram.ac.id   | Internet        | <1% |
| 28 | pdfcoffee.com  | Internet        | <1% |
| 29 | Herman Nawir, Muhammad Ruswandi Djalal, Apollo Apollo. "Pemanfaa...    | Crossref        | <1% |
| 30 | Politeknik Negeri Jember on 2018-10-01                                 | Submitted works | <1% |
| 31 | dinamika.unram.ac.id   | Internet        | <1% |
| 32 | kopertis11.net   | Internet        | <1% |

|    |   |                 |     |
|----|---|-----------------|-----|
| 33 | <b>nanopdf.com</b>                        | Internet        | <1% |
| 34 | <b>coursehero.com</b>                     | Internet        | <1% |
| 35 | <b>researchgate.net</b>                   | Internet        | <1% |
| 36 | <b>Sriwijaya University on 2020-06-16</b> | Submitted works | <1% |
| 37 | <b>jkptb.ub.ac.id</b>                     | Internet        | <1% |
| 38 | <b>text-id.123dok.com</b>                 | Internet        | <1% |
| 39 | <b>adalah.top</b>                         | Internet        | <1% |
| 40 | <b>id.thpanorama.com</b>                  | Internet        | <1% |
| 41 | <b>ojs.unud.ac.id</b>                     | Internet        | <1% |
| 42 | <b>unandkampus2.blogspot.com</b>          | Internet        | <1% |
| 43 | <b>journal.umg.ac.id</b>                  | Internet        | <1% |
| 44 | <b>majalahpendidikan.com</b>              | Internet        | <1% |

|    |   |                 |     |
|----|---|-----------------|-----|
| 45 | <b>covic-19.com</b>                                 | Internet        | <1% |
| 46 | <b>labmutu.com</b>                                  | Internet        | <1% |
| 47 | <b>Christ Lutheran School-Phoenix on 2019-03-25</b> | Submitted works | <1% |
| 48 | <b>UIN Raden Intan Lampung on 2020-11-05</b>        | Submitted works | <1% |
| 49 | <b>Universitas Bina Darma on 2022-05-18</b>         | Submitted works | <1% |
| 50 | <b>Universitas Brawijaya on 2016-12-23</b>          | Submitted works | <1% |
| 51 | <b>Universitas Brawijaya on 2018-09-04</b>          | Submitted works | <1% |
| 52 | <b>Universitas Jenderal Soedirman on 2018-04-05</b> | Submitted works | <1% |
| 53 | <b>docobook.com</b>                                 | Internet        | <1% |
| 54 | <b>etheses.uin-malang.ac.id</b>                     | Internet        | <1% |
| 55 | <b>jurnal.unprimdn.ac.id</b>                        | Internet        | <1% |
| 56 | <b>pkmpenelitian.blogspot.com</b>                   | Internet        | <1% |

|    |  |                 |     |
|----|--|-----------------|-----|
| 57 | <b>repositori.uin-alauddin.ac.id</b>                     | Internet        | <1% |
| 58 | <b>saydiee.wordpress.com</b>                             | Internet        | <1% |
| 59 | <b>slideshare.net</b>                                    | Internet        | <1% |
| 60 | <b>id.scribd.com</b>                                     | Internet        | <1% |
| 61 | <b>nithaahok.wordpress.com</b>                           | Internet        | <1% |
| 62 | <b>Universitas Islam Indonesia on 2018-01-15</b>         | Submitted works | <1% |
| 63 | <b>Universitas Jember on 2019-01-23</b>                  | Submitted works | <1% |
| 64 | <b>Universitas PGRI Palembang on 2020-01-08</b>          | Submitted works | <1% |
| 65 | <b>University Tun Hussein Onn Malaysia on 2016-05-21</b> | Submitted works | <1% |
| 66 | <b>iGroup on 2014-11-26</b>                              | Submitted works | <1% |
| 67 | <b>idoc.pub</b>  | Internet        | <1% |