

**PENGARUH UKURAN LIMBAH ORGANIK PASAR  
TERHADAP LAJU PRODUKSI BIOGAS**

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh :**

**SRI NURHANDAYANI**

**NIM: 2020C1B027**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
MATARAM, 2024**

# **PENGARUH UKURAN LIMBAH ORGANIK PASAR TERHADAP LAJU PRODUKSI BIOGAS**

**SKRIPSI**



**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknologi Pertanian Pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas  
Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram**

**Disusun Oleh :**

**SRI NURHANDAYANI**

**NIM: 2020C1B027**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
MATARAM, 2024**

## HALAMAN PERSETUJUAN

# PENGARUH UKURAN LIMBAH ORGANIK PASAR TERHADAP LAJU PRODUKSI BIOGAS

Disusun Oleh:

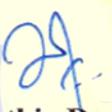
**SRI NURHANDAYANI**  
**NIM: 2020C1B027**

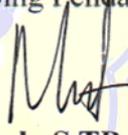
Setelah Membaca Dengan Seksama Kami Berpendapat Bahwa Skripsi Ini Telah Memenuhi Syarat Sebagai Karya Tulis Ilmiah

Telah Mendapat Persetujuan Pada Tanggal 26 Januari 2024

Pembimbing Utama,

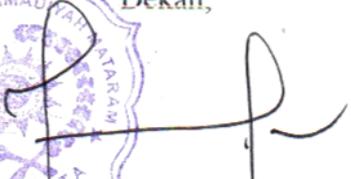
Pembimbing Pendamping,

  
**Earlyna Sinthia Dewi, ST., M.Pd**  
**NIDN : 0823037701**

  
**Muanah, S.TP., M.Si**  
**NIDN : 0831129007**

Mengetahui :

Universitas Muhammadiyah Mataram  
Fakultas Pertanian  
Dekan,

  
**Budy Wiryono, SP., M.Si**  
**NIDN: 0805018101**

## HALAMAN PENGESAHAN

# PENGARUH UKURAN LIMBAH ORGANIK PASAR TERHADAP LAJU PRODUKSI BIOGAS

Disusun Oleh:

**SRI NURHANDAYANI**

**NIM: 2020C1B027**

Pada hari kamis , 25 Januari 2024  
Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji

Tim Penguji:

1. **Earlyna Sinthia Dewi, ST.,M.Pd**  
Ketua (.....)
2. **Muanah, S.TP.,M.Si**  
Anggota (.....)
3. **Muliatiningsih, S.P.,M.P**  
Anggota (.....)

Skripsi ini telah diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk mencapai kebulatan studi program strata satu (S1) untuk mencapai tingkat sarjana pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram

Mengetahui :  
Universitas Muhammadiyah Mataram  
Fakultas Pertanian  
Dekan,

  
**Budy Wiryono, SP., M.Si**  
NIDN: 0805018101

## PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Muhammadiyah Mataram maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan tim pembimbing.
3. Skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Mataram, Februari 2024

Yang membuat pernyataan



**SRI NURHANDAYANI**

**NIM: 2020C1B027**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN  
 PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
 UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram  
 Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [perpustakaan@ummat.ac.id](mailto:perpustakaan@ummat.ac.id)

SURAT PERNYATAAN BEBAS  
 PLAGIARISME

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sri Nurhandayani  
 NIM : 2020C18027  
 Tempat/Tgl Lahir : Dompu - 14 - 06 - 2002  
 Program Studi : Teknik Pertanian  
 Fakultas : Pertanian  
 No. Hp : 082 147 317 601  
 Email : Sri.nurhandayani4@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/KTI/Tesis\* saya yang berjudul :

Pengaruh Ukuran Limbah organik Pasar terhadap  
 Laju Produksi Biogas

**Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 27%**

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis\* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milik orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dan disebutkan sumber secara lengkap dalam daftar pustaka, saya **bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum** sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mataram, 14 - Maret - 2024

Penulis

  
 Sri Nurhandayani  
 NIM. 2020C18027

Mengetahui,

Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

  
 Iskandar, S.Sos.,M.A.  
 NIDN. 0802048904

\*pilih salah satu yang sesuai



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN  
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram  
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [perpustakaan@ummat.ac.id](mailto:perpustakaan@ummat.ac.id)

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sri Nurhondayani  
NIM : 2020C1B027  
Tempat/Tgl Lahir : Dampu 14-06-2002  
Program Studi : Teknik Pertanian  
Fakultas : Pertanian  
No. Hp/Email : Sriyachandayani4@gmail.com  
Jenis Penelitian :  Skripsi  KTI  Tesis

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

Pengaruh Ukuran Limbah organik Pasar terhadap  
Laju Produksi Biogas.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.  
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Mataram, 14 - Maret - 2024  
Penulis

Mengetahui,  
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Sri Nurhondayani  
NIM. 2020C1B027



Iskandar, S.Sos., M.A.  
NIDN. 0802048904

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

“Never give up while there is still a chance, prove that we can and everyone can be successful why can't we ”

Jangan pernah menyerah selagi masih ada kesempatan, buktikan bahwa kita bisa dan semua orang bisa sukses kenapa kita nggak bisa.

### PERSEMBAHAN

- Untuk Ibu (Hartati) dan Bapak (Abdurahman) tersayang yang selalu mendukung aku dan tidak pernah mengeluh dalam membesarkanku dengan limpahan kasih sayang sehingga bisa sampai pada jenjang sekarang terimakasih banyak, walaupun apa yg sudah anakmu capai sekarang ini semua belum seberapa untuk membalas jasa jasa mu bapak dan ibu tapi kelak anak mu ini akan membalas jasa mu dengan kesuksesan dan semoga rahmat kesehatan seta panjang umur dari Allah SWT selalu disisi Bapak dan Ibu dimanapun berada.
- Untuk Adik-adik ku tercinta (Ferdiansyah dan Syafhya khirana), terimakasih untuk dukungannya serta motivasi perhatiannya walaupun dengan cara yang sedikit ekstrim.
- Keluarga besarku Hj. Abakar dan M. Yusuf yang tak bisa disebut satu persatu karena sudah banyak sekali anggotanya, terimakasih atas perhatiannya dan sekaligus membantu dalam keuangan ataupun biaya.
- Untuk Kampus Hijau dan almamater tercinta “Universitas Muhammadiyah Mataram”, semoga terus berkiprah dan mencetak generasi-generasi penerus yang handal, tanggap, cermat, bermutu, berakhlak, mulia dan profesionalisme.

## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayahnya sehingga mampu mengantarkan penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **“PENGARUH UKURAN LIMBAH ORGANIK PASAR TERHADAP LAJU PRODUKSI BIOGAS”** penulis menyadari sepenuhnya bahwa segala hal yang tertuang dalam skripsi ini tidak akan terwujud apabila tidak adanya bantuan materi, moril dan spiritual dari berbagai banyak pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Budy Wiryono, SP.,M.Si, selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Bapak Syirril Ihromi, SP, M.P, selaku Wakil Dekan I Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Matarm.
3. Bapak Adi Saputrayadi, SP., M.Si, selaku Wakil Dekan II Fakultas Pertanian Universitas Muhammdiyah Mataram.
4. Ibu Muliatiningsih,SP.,MP, selaku Ketua Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram Dan Selaku Dosen Penguji .
5. Ibu Earlyna Sinthia Dewi, ST.,M.Pd, selaku pembimbing utama.
6. Ibu Mu'anah S.TP., M.Si, selaku pembimbing pendamping.
7. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram.
8. Untuk tuan yang ku temui di tahun 2018 dengan nim 22311012 terima kasih telah berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini, yang menemani mulai dari awal masuk kuliah sampai saat ini, meluangkan waktu, tenaga, pikiran ataupun materi kepada saya dan memberikan semangat untuk terus maju tanpa kenal kata lelah, kata menyerah dalam segala hal dalam meraih apa yang menjadi impian saya. Terima kasih telah menjadi sosok rumah yang selalu ada untuk saya dan menjadi bagian dari perjalanan hidup saya.

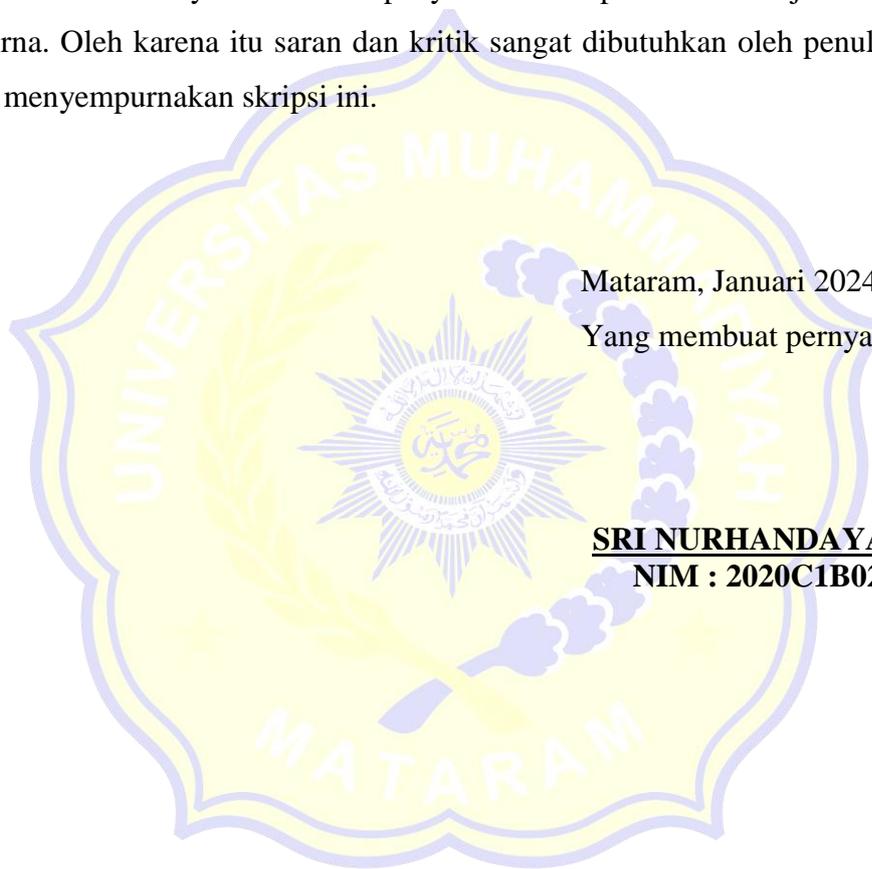
9. Teman teman seperjuangan ku terutama (A,an Nurfajatun, Zaehul Hakimin dan M. akbar) yang telah bersama sama berjuang dan selalu membantu aku, terimakasih dan semoga kita semua menjadi orang sukses.
10. Teman teman Fakultas pertanian angkatan 2020 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
11. Semua pihak terkait yang mendukung dan membantu dalam proses pembuatan karya tulis ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik sangat dibutuhkan oleh penulis untuk dalam menyempurnakan skripsi ini.

Mataram, Januari 2024

Yang membuat pernyataan

**SRI NURHANDAYANI**  
**NIM : 2020C1B027**



# PENGARUH UKURAN LIMBAH ORGANIK PASAR TERHADAP LAJU PRODUKSI BIOGAS

Sri Nurhandayani<sup>1</sup>, Earlyna Sinthia Dewi<sup>2</sup>, Muanah<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Limbah merupakan bahan sisa yang dihasilkan dari suatu kegiatan dan proses produksi, baik pada skala rumah tangga, industri, pertambangan, dan sebagainya. Berdasarkan sifatnya limbah dibedakan menjadi 2, yaitu limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik merupakan limbah yang dapat diuraikan secara sempurna melalui proses biologi baik aerob maupun anaerob. Proses pembuatan biogas berasal dari komposisi bahan organik secara anaerob (tanpa udara). Tujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran bahan limbah organik terhadap tekanan biogas dan untuk mengetahui pengaruh ukuran bahan limbah organik terhadap kandungan produksi karbon dioksida dan gas metana, dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui laju dan kandungan berbagai jenis limbah organik terhadap suhu, tekanan pada pembentukan gas metan ( $\text{CH}_4$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) pada biogas. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan variasi sumber limbah organik pasar. Data hasil pengamatan yang telah diperoleh selanjutnya dianalisa dengan menggunakan Analisis Keragaman (*Analysis Of Variance*) ANOVA pada taraf nyata 0,05 (5%). Apabila antar perlakuan terdapat perbedaan yang berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut BNJ (Uji Beda Nyata Jujur) pada taraf nyata 0,05 (5%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah dianalisa menggunakan analisis keragaman anova suhu tidak berpengaruh secara nyata atau non signifikan, sedangkan tekanan, karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan gas metana  $\text{CH}_4$  menunjukkan hasil yang signifikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kandungan dan laju biogas terbaik ditemukan pada limbah organik pasar yang dipotong dan limbah organik pasar yang dihaluskan.

Kata Kunci: biogas, karbon dioksida, gas metana.

- 
1. Mahasiswa
  2. Pembimbing Utama
  3. Pembimbing Pendamping

## **EFFECT OF MARKET ORGANIC WASTE SIZE ON BIOGAS PRODUCTION RATE**

*Sri Nurhandayani<sup>1</sup>, Earlyna Sinthia Dewi<sup>2</sup>, Muanah<sup>3</sup>*

### **ABSTRACT**

*Waste is the residual material produced from an activity and production process, both in a household, industrial, mining, and so on. Waste can be separated into two categories: organic waste and inorganic trash, depending on its type. Waste that is fully decomposable by aerobic and anaerobic biological processes is referred to as organic waste. Anaerobic (without oxygen) decomposition of organic materials is the starting point for the production of biogas. The goal of this study was to ascertain how organic waste material size affected biogas pressure as well as how it affected the generation of methane gas and carbon dioxide content. The purpose of this study was to quantify the rate and composition of different kinds of organic waste on the generation of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and methane gas (CH<sub>4</sub>) in biogas under varied temperature and pressure conditions. This study used a completely randomized design (CRD) with variations in the source of market organic waste. Observation data that have been obtained were then analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) at a real level of 0.05 (5%). If there are differences between treatments that have a real effect, then the BNJ (Honest Real Difference Test) further test is carried out at a real level of 0.05 (5%). The results showed that after being analyzed using ANOVA analysis of variance, temperature had no real or non-significant effect, while pressure, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and methane gas CH<sub>4</sub> showed significant results. So, it can be concluded that the best biogas content and rate were found in cut-market organic waste and mashed-market organic waste.*

**Keywords:** *Biogas, Carbon dioxide, Methane gas.*

1. *Student*
2. *First Consultant*
3. *Second Consultant*

MENGESAHKAN  
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA  
MATARAM

KEPALA  
UPT P3B  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM



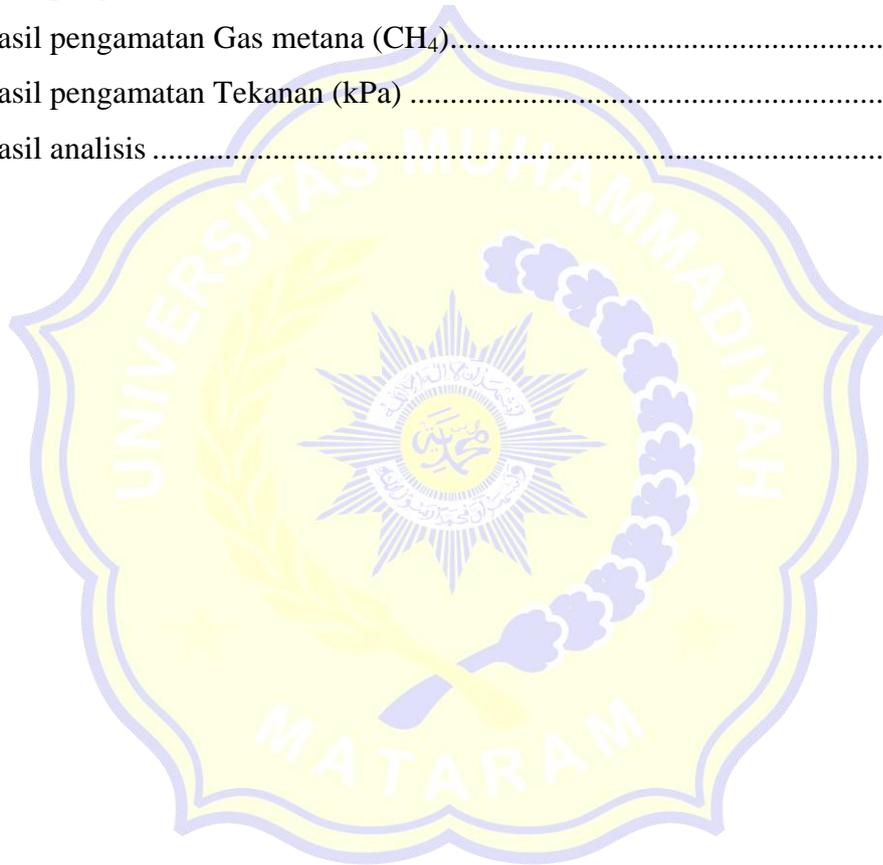
## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME .....</b>	<b>v</b>
<b>SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS ILMIAH.....</b>	<b>vi</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1. Limbah Organik .....	6
2.2. Limbah Sayuran .....	8
2.3. Proses Penguraian Limbah Organik .....	10
2.4. Bioagas .....	11
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1. Metode Penelitian.....	14
3.2. Rancangan Percobaan .....	14
3.3. Waktu dan Tempat Penelitian .....	14

3.3.1. Waktu Penelitian .....	14
3.3.2. Tempat Penelitian.....	14
3.4. Alat dan Bahan Penelitian .....	15
3.4.1. Alat Penelitian .....	15
3.4.2. Bahan Penelitian.....	15
3.5. Pelaksanaan Penelitian .....	15
3.6. Parameter dan Cara Pengukuran .....	16
3.6.1. Pengukuran Suhu .....	16
3.6.2. Pengukuran CO <sub>2</sub> .....	16
3.6.3. Pengukuran CH <sub>4</sub> .....	16
3.6.4. Pengukuran Tekanan .....	17
3.7. Digester Biogas .....	18
3.8. Diagram Alir .....	19
3.8. Analisis Data .....	20
<b>BAB VI. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>21</b>
4.1. Hasil Penelitian .....	21
4.2. Pembahasan.....	22
4.2.1. Suhu (°C) .....	22
4.2.2. Tekanan (kPa).....	23
4.2.3. Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ) .....	25
4.2.4. Gas Metana (CH <sub>4</sub> ) .....	27
<b>BAB V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>30</b>
5.1. Kesimpulan.....	30
5.2. Saran.....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>31</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>34</b>

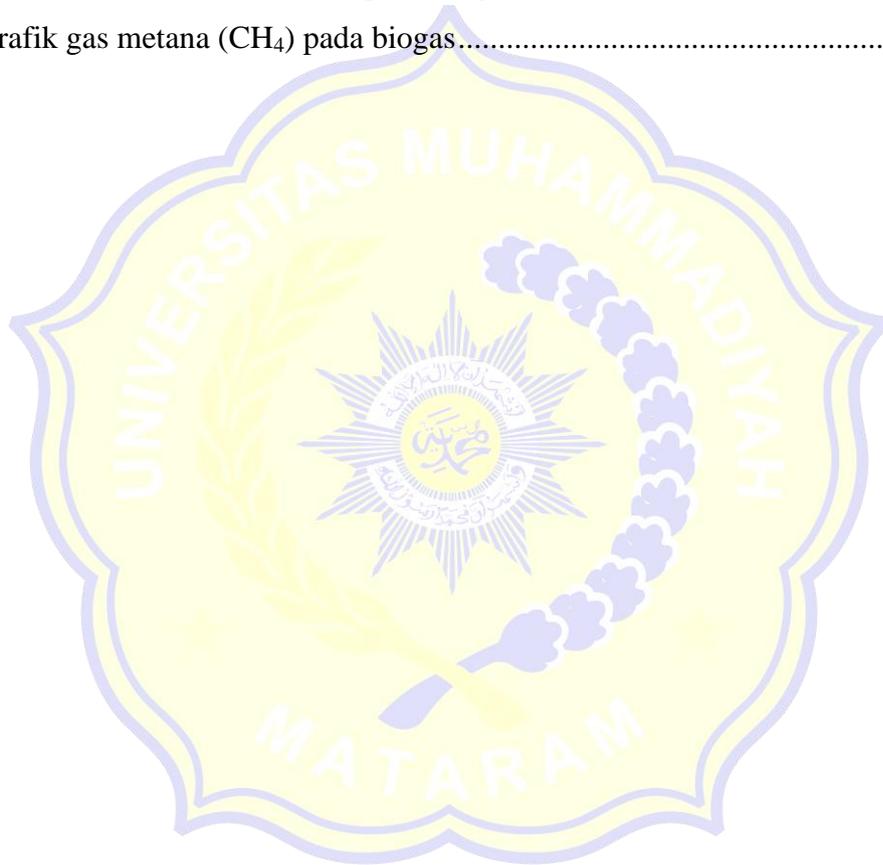
## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
1. Signifikansi variasi bahan baku terhadap suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ), Tekanan (kPa), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) .....	21
2. Uji lanjut kandungan gas metan Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5% .....	21
3. Hasil pengamatan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) .....	36
4. Hasil pengamatan Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) .....	37
5. Hasil pengamatan Gas metana ( $\text{CH}_4$ ) .....	39
6. Hasil pengamatan Tekanan (kPa) .....	38
7. Hasil analisis .....	39



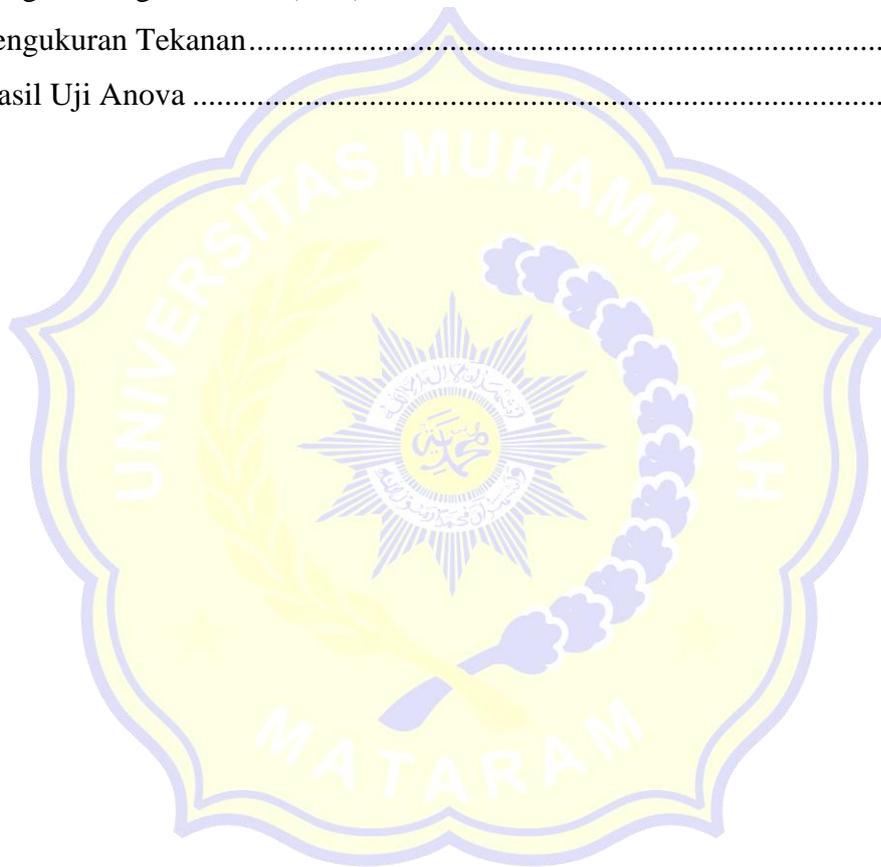
## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
1. Modifikasi digester penelitian.....	18
2. Diagram alir penelitian.....	19
3. Grafik suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) pada biogas .....	22
4. Grafik tekanan (kPa) pada biogas .....	23
5. Grafik karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) pada biogas .....	25
6. Grafik gas metana ( $\text{CH}_4$ ) pada biogas.....	27



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
1. Dokumentasi penelitian.....	34
2. Data hasil pengamatan .....	36
3. Pengukuran suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) .....	36
4. Pengukuran karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) .....	37
5. Pengukuran gas metana ( $\text{CH}_4$ ) .....	38
6. Pengukuran Tekanan.....	38
7. Hasil Uji Anova .....	39



## **BAB I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Salah satu masalah kebersihan utama yang masih belum terselesaikan adalah masalah pembuangan limbah. Menjaga kebersihan dapat dicapai dengan penerapan pengolahan sampah terpadu. Hingga saat ini, Penting untuk menerapkan tindakan penanggulangan untuk mengelola gundukan sampah secara efektif dan memastikan pengolahan sampah yang tepat. Metode yang efektif untuk mengelola sampah, khususnya sampah organik, adalah dengan mengubahnya menjadi biogas menggunakan proses yang dapat ditingkatkan skalanya untuk mengelola volume yang signifikan. (Nurjahya, 2015).

Sampah organik dapat diubah menjadi produk ramah lingkungan, seperti biogas, yang dapat digunakan di rumah dan secara efektif mengurangi jumlah sampah organik. Selain itu, hal ini dapat menciptakan sumber pendapatan tambahan bagi warga melalui penjualan produk biogas komersial. Biogas dapat dihasilkan dari berbagai sumber, antara lain limbah pertanian, kotoran hewan, kotoran manusia, dan jenis sampah organik lainnya. (Abdul Kareem, A.S. 2015).

Menurut (Anggraini, 2012), Penelitian pengembangan biogas selama ini fokus pada pemanfaatan kotoran sapi, kotoran kuda, dan jenis kotoran hewan lainnya. Namun, penelitian yang sedang berlangsung juga mengeksplorasi penggunaan limbah sayuran sebagai bahan baku potensial untuk produksi biogas.

Sumber energi terbarukan merupakan jenis sumber energi yang memiliki sifat ramah dan tidak mencemari lingkungan ataupun menyebabkan

perubahan iklim dan pemanasan global. Semakin berkembangnya teknologi dan kemajuan industri menyebabkan energi semakin berkurang sehingga bahan bakar menjadi mahal dan sulit dicari, hal ini akan berdampak terhadap kegiatan sehari-hari dimana bahan bakar yang akan digunakan oleh kendaraan bahkan saat memasak dan lain-lain dimana itu termasuk salah satu hal penting yang harus dipenuhi untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari dimasa sekarang. Maka salah satu solusi permasalahan tersebut adalah dibutuhkan energi alternatif yang dapat digunakan salah satunya adalah biogas.

Biogas merupakan suatu proses penguraian bahan organik secara anaerob (tanpa udara) sehingga menghasilkan gas yang sebagian besar berupa gas  $\text{CH}_4$  dan gas  $\text{CO}_2$  (Wahyuni, 2013). Biogas juga adalah gas yang dihasilkan dari suatu rangkaian proses fermentasi tinja (*feces*) kotoran. Kotoran yang dimaksud adalah terdiri dari daun tanaman dan karbohidrat (yang oleh orang awam disebut dengan istilah pati), Karbohidrat merupakan senyawa kimia dengan unsur utama adalah C (karbon), H (hidrogen), O (oksigen). Senyawa tersebut terdapat pada buah-buahan maupun pada daun, Gas  $\text{CH}_4$  mudah terbakar dan memiliki nilai kalor yang cukup tinggi. Tingginya nilai kalor dari gas  $\text{CH}_4$  tersebut membuat biogas dapat dimanfaatkan untuk penerangan, memasak, menggerakkan mesin dan sebagainya (Alkuma 2016).

Kasdin (2015) mengemukakan bahwa pemanfaatan biogas dapat mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan LPG. Energi biogas merupakan salah satu bentuk energi terbarukan yang dapat diperoleh dari

beberapa limbah seperti limbah kotoran hewan, limbah organik dari pasar dan limbah lainnya.

Pembangkitan biogas memfasilitasi pertanian berkelanjutan melalui penggunaan teknik proses terbarukan dan ramah lingkungan. Biogas biasanya mengandung sekitar 55-80% gas metana yang berasal dari kotoran hewan. Limbah ini memiliki kandungan energi sebesar 4.800-6.700 Kkal/m<sup>3</sup>, sedangkan gas metana murni memiliki kandungan energi sebesar 8.900 Kkal/m<sup>3</sup>. Sistem produksi biogas menawarkan berbagai manfaat, termasuk (a) mengurangi dampak gas rumah kaca, (b) meminimalkan polusi bau tidak sedap, (c) berfungsi sebagai pupuk, dan (d) menghasilkan listrik dan panas. Kotoran sapi memiliki konsentrasi bahan organik yang cukup besar. Proses pembuatan biogas dari limbah pasar merupakan teknik yang sudah dikenal luas di masyarakat.

Apapun jenis dan karakteristiknya, sampah mengandung zat-zat kimia yang penting bagi manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Namun, aspek krusialnya terletak pada kemampuan kita untuk memanfaatkan dan mengeksplorasi limbah ini secara efektif. Pemanfaatan sampah mencakup berbagai bidang, seperti pemanfaatannya sebagai pupuk organik yaitu kompos yang sangat bermanfaat bagi petani. Selain itu, sampah berfungsi sebagai sumber humus yang berharga. Keunggulan lain dari sampah adalah potensinya sebagai sumber bahan pembuatan biogas. Pemanfaatan sampah sebagai sumber energi sudah menjadi upaya yang sudah lama dilakukan, seperti pemanfaatannya sebagai bahan bakar untuk mengoperasikan mesin

pembangkit listrik. Limbah dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam proses fermentasi non-alkohol untuk produksi biogas (Yamtinah, 2016).

Salah satu potensi penerapan energi terbarukan adalah memanfaatkan limbah pertanian dan peternakan, seperti kotoran sapi, untuk menghasilkan biogas. Biodigester secara anaerob menguraikan senyawa organik yang ditemukan dalam kotoran sapi dan zat organik lainnya melalui aksi bakteri asetonik dan metanogenik.

Limah pertanian terutama limbah pertanian pasar dimana kota mataram juga merupakan salah satu kota dengan populasi tersebar di NTB sehingga pasar yang terdapat di kota mataram juga banyak. Beberapa pasar menyediakan tukang bersih atau pedagang sendiri yang membersihkan limbah hasil jualan mereka, namun masih sedikit yang memanfaatkan menjadi kompos ataupun biogas.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penting dilakukan penelitian dengan judul “pengaruh ukuran limbah organik pasar terhadap laju produksi biogas”. Dengan menggunakan variasi bahan baku yang berbeda, apakah kandungan biogas yang dihasilkan juga akan berbeda khususnya kandungan gas metan.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, adapun rumusan masalah yang akan diteliti sebagai berikut:

- a. Apakah ukuran bahan limbah organik selama pembuatan biogas memiliki pengaruh terhadap tekanan, karbon dioksida dan gas metana?

### **1.3.Tujuan Penelitian**

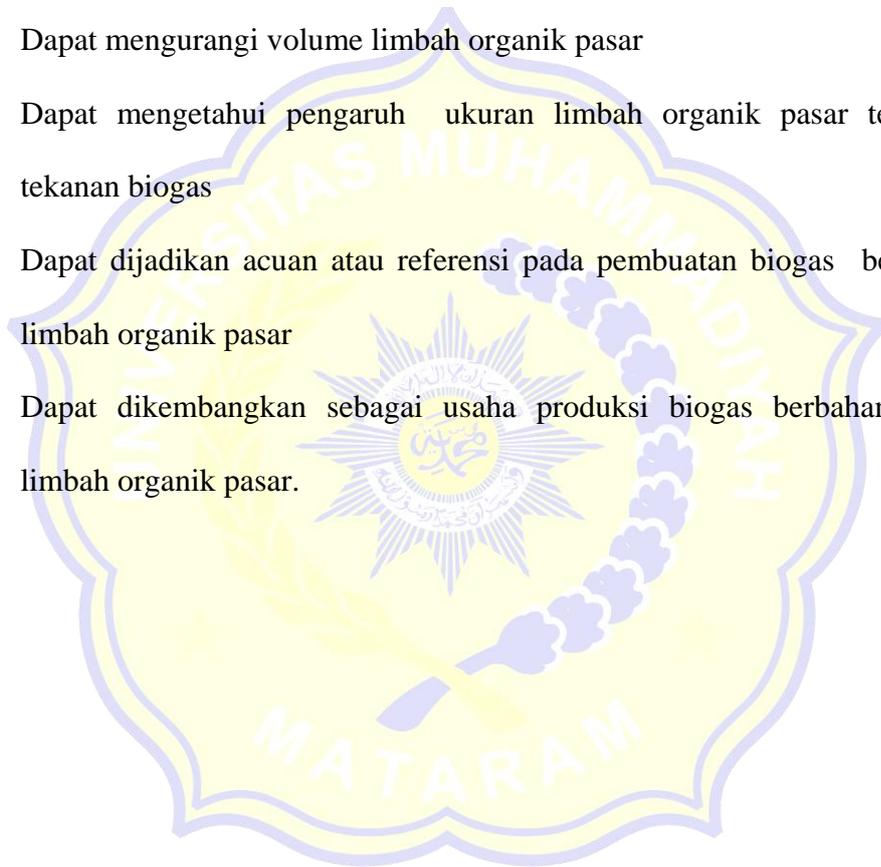
Adapun tujuan dilakukan penelitian ini sebagai berikut:

- a. Mengetahui pengaruh ukuran bahan limbah organik terhadap tekanan, karbon dioksida dan gas metana.

### **1.4.Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini diharapkan pada penelitian sebagai berikut:

- a. Dapat mengurangi volume limbah organik pasar
- b. Dapat mengetahui pengaruh ukuran limbah organik pasar terhadap tekanan biogas
- c. Dapat dijadikan acuan atau referensi pada pembuatan biogas berbahan limbah organik pasar
- d. Dapat dikembangkan sebagai usaha produksi biogas berbahan dasar limbah organik pasar.



## **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Limbah Organik**

Sampah mengacu pada bahan sisa yang tersisa setelah suatu kegiatan atau proses produksi, baik yang terjadi pada skala rumah tangga, industri, pertambangan, atau lainnya. Sampah dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sampah organik dan sampah anorganik berdasarkan karakteristiknya. Sampah organik mengacu pada sampah yang dapat terurai sepenuhnya melalui proses biologis, termasuk proses aerobik dan anaerobik. Sampah organik yang bersifat biodegradable, seperti sisa makanan, sayuran, potongan kayu, daun kering, dan lain-lain, dapat dengan mudah terurai melalui proses biologis. Sampah organik mengalami pelapukan yang menyebabkan degradasi dan pembentukan senyawa kecil berbau busuk (Latifah, 2011).

Komposisi sampah kota sebagian besar terdiri dari sampah organik, yaitu sekitar 70% dari total sampah yang dihasilkan. Hal ini merupakan akibat langsung dari aktivitas dan kebutuhan penduduk perkotaan. Sampah organik perkotaan terutama terdiri dari sampah pasar, kotoran hewan, sampah restoran, dan sampah pemukiman, seperti yang ditunjukkan oleh Mustadzy (2019). Bahan organik yang dapat dibuat kompos dapat berasal dari sumber pertanian dan non-pertanian, termasuk sampah kota dan industri. Produk limbah pertanian meliputi limbah tanaman seperti jerami dan brangkas, serta sisa produk pertanian (Setyorini, 2013). Berbagai senyawa organik yang cocok untuk produksi biogas antara lain:

Gas metana adalah produk sampingan utama dari proses penguraian limbah biologis secara anaerobik. Gas metana dicirikan oleh tidak berwarna, tidak berbau, dan nilai pembakaran hidrokarbon yang tinggi. Dalam air limbah yang tidak diolah, keberadaan gas biasanya tidak ada karena efek toksik dari rendahnya kadar oksigen pada organisme yang terlibat dalam produksi gas metana. Untuk memanfaatkan gas metana secara efektif untuk pembakaran, harus melalui proses pemurnian atau pemurnian terlebih dahulu. Pemurnian diperlukan untuk mencegah akumulasi hidrokarbon cair di saluran gas.

Menurut (Ridhuan, 2012) proses penyusunan komponen biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- a. Suhu yang tinggi memberikan hasil biogas yang baik. Namun, suhu tersebut tidak boleh melebihi suhu dalam ruangan. Suhu dalam ruangan berkisar antara 20 °C – 40 °C.
- b. Jenis bahan organik yang digunakan (campuran substrat) dapat mempengaruhi lama waktu fermentasi yang dilakukan oleh bakteri.
- c. Bakteri anaerob membutuhkan nutrisi seperti nitrogen, fosfor, magnesium, sodium, mangan, kalsium dan kobalt sebagai sumber energi.
- d. Nilai pH (keasaman) memainkan fungsi yang sangat penting dalam proses anaerobik. Kisaran pH yang cocok adalah antara 6,2 hingga 7,6.
- e. Cairan starter diperlukan untuk mempercepat proses konversi bahan organik menjadi biogas. Starter ini harus memiliki kandungan metanogen.

Dalam penelitian Anggraini (2012) menyebutkan bahwa ada tiga bakteri yang berperan dalam pembentukan biogas antara lain:

- a. Bakteri-bakteri fermentative, terdiri dari bakteri *Streptococcus*, *Bacteriodes* dan beberapa jenis *Enterobacteriaceae*.
- b. Bakteri asetogenik yaitu *Desulfovibrio*.
- c. Bakteri-bakteri penghasil gas metan yang meliputi *Methanobacterium*, *Methanobacillus*, *Methanosarcina*, dan *Methanococcus*.

## 2.2. limbah sayuran

Limbah sayuran pasar mengacu pada bahan yang dibuang selama proses meningkatkan daya tarik visual sayuran yang dimaksudkan untuk dijual (Muwakhid, 2015). Selama ini pembuangan limbah sayuran di pasar masih menjadi tantangan dalam mencapai kebersihan dan kesehatan masyarakat. Selain degradasi lingkungan, limbah sayuran pasar yang mudah terurai juga berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan melalui emisi bau busuk.

Kotoran manusia mengandung sejumlah besar bahan organik yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber biogas di biodigester tertentu, yang kemudian dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga. Pemanfaatan teknologi pengolahan sampah domestik sebagai sumber energi di bidang sanitasi merupakan metode inovatif untuk memanfaatkan kembali kegiatan-kegiatan yang sebelumnya dianggap tidak ada nilainya. Metode Sanitasi Ekologis (EcoSan) bertujuan untuk sepenuhnya menghilangkan segala pencemaran lingkungan dengan menutup semua siklus nutrisi. Teknologi

biogas berfungsi sebagai solusi terhadap krisis energi dan permasalahan yang berkaitan dengan limbah rumah tangga dan kesehatan lingkungan masyarakat.

Biogas dihasilkan melalui proses fermentasi anaerobik yang dilakukan oleh bakteri metanogenik dalam bahan organik seperti kayu, tumbuhan, buah-buahan, kotoran hewan dan manusia. Gas ini terutama terdiri dari gas metana (60-70%), bersama dengan karbon dioksida dan banyak gas lainnya. Penelitian ini mengeksplorasi dari sampah organik yang dihasilkan oleh restoran dan supermarket, antara lain sampah sayur, buah, nasi, dan daging/ikan.

Tingkat bahan organik yang lebih tinggi dalam teknologi biogas menyebabkan peningkatan produksi biogas dalam lingkungan yang mendukung. Hal ini memerlukan penggunaan kombinasi bahan organik untuk meningkatkan produksi biogas. Pemilihan bahan organik menjadi faktor penentu yang krusial (Wahyuni, 2013).

Penelitian ini memanfaatkan limbah pasar biogas berukuran besar sebagai bahan baku utama yang dicampur secara keseluruhan. Selain itu, tangki produk biogas mini digunakan untuk setiap bahan. Gambar 1 menggambarkan bahwa limbah sayuran atau sampah pasar mengalami tingkat tekanan yang berbeda-beda, sehingga menghasilkan biogas yang lebih tinggi. dan terus meningkat setiap harinya dengan variasi pengukuran tekanan biogas yang minimal.

### 2.3. Proses Penguraian Limbah Organik

Biasanya, proses pengubahan sampah organik menjadi biogas dimulai dengan fermentasi/pencernaan anaerobik, yang melibatkan penguraian sampah organik. Pencernaan bergantung pada kondisi reaksi dan interaksi bakteri metanogen, bakteri non-metanogen, dan sampah organik yang dimasukkan sebagai masukan atau bahan baku ke dalam pencernaan. Proses pencernaan, yang dikenal sebagai metanisasi, dapat dibagi menjadi tiga tahap: hidrolisis (pencairan), pengasaman (pembentukan asam), dan metanogenesis (produksi biogas).

Metana adalah hidrokarbon paling basa, dengan rumus molekul CH<sub>4</sub>. Metana dalam bentuknya yang murni tidak berbau, namun sejumlah kecil bau belerang biasanya ditambahkan saat digunakan untuk aplikasi komersial guna memudahkan pendeteksian kebocoran. Metana, unsur utama gas alam, berfungsi sebagai sumber bahan bakar utama. Pembakaran satu molekul metana dengan oksigen akan melepaskan satu molekul CO<sub>2</sub> dan dua molekul H<sub>2</sub>O (air) :  $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ .

Pengukuran produksi gas metana dapat ditentukan dengan persamaan hubungan  $G = 5,62 (eF - 1.42A)$

Dimana :

G = Produksi CH<sub>4</sub>, ft<sup>3</sup>/hari

e = Penyisihan efisiensi BOD, (1,32)

F = kenaikan BOD, lb/hari

A = Total Suspended Solid (TSS), lb/hari

Gas metana dihasilkan dari penguraian bahan organik dengan bantuan bakteri tertentu. Biogas mempunyai kemampuan menghasilkan panas, energi, dan bahan bakar. (Avicioglu, 2012).

#### **2.4. Biogas**

Saat ini, banyak pilihan energi berkelanjutan yang memanfaatkan biogas. Biogas adalah gas yang mudah terbakar yang dihasilkan oleh proses fermentasi anaerobik bahan organik oleh bakteri yang tumbuh subur di lingkungan yang kekurangan oksigen. Bahan organik mengacu pada zat yang memiliki kemampuan terurai di dalam tanah, seperti produk limbah dan kotoran berbagai hewan seperti sapi, kambing, babi, dan ayam. Proses fermentasi terjadi secara spontan, meskipun dengan durasi yang lama (Pertiwinigrum 2015).

Biogas adalah gas yang dikeluarkan ketika bahan organik mengalami fermentasi atau metanisasi. Unsur organik tersebut antara lain kotoran ternak, kotoran manusia, jerami, sekam, serta sampah pasar seperti buah-buahan dan sayur-sayuran atau daun-daun yang telah disortir. Biogas adalah gas yang mudah terbakar yang dihasilkan melalui fermentasi anaerobik atau methanisasi zat organik oleh bakteri tertentu yang dapat bertahan hidup di lingkungan tertutup atau vakum (Hambali 2018). Menurut Al Mamun (2014), biogas merupakan sumber energi alternatif yang sangat efisien dan efektif.

Pembangkitan biogas melibatkan proses fermentasi dan methanisasi di atmosfer tanpa oksigen. Proses ini terdiri dari empat fase yang dikenal sebagai hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis (Viktor et

al., 2014). Langkah awal melibatkan hidrolisis polimer, memecahnya menjadi molekul yang lebih kecil dan sederhana. Molekul tersebut akan berfungsi sebagai substrat bagi mikroorganisme pada tahap kedua, dimana molekul tersebut akan diubah menjadi asam organik oleh bakteri pembentuk asam (Sagagi 2019). Selama proses asidogenesis, bakteri asidogenik mengubah produk hidrolisis menjadi substrat bagi bakteri metanogenik melalui fermentasi. Asam organik, khususnya asam asetat, berfungsi sebagai substrat pada fase berikutnya, mengalami konversi menjadi gas metana dan karbon dioksida oleh bakteri metanogenik. Istilah ilmiah untuk proses ini adalah metanogenesis. Produk antara yang dihasilkan dari proses asidogenesis yang tidak dapat segera diubah menjadi metana selama proses metanogenesis akan diubah menjadi substrat bagi bakteri metanogenik pada proses asetogenesis. (Sagagi *et al.*, 2019; Viktor *et al.*, 2014).

Salah satu energi alternatif yang mulai diperhatikan dan berkembang sebagai energi masa depan yang bersifat ramah lingkungan salah satunya adalah biogas, (Widhyanuriawan 2017). Biogas selain sebagai sumber energi alternatif yang murah juga efisien dan ramah lingkungan sehingga masuk memberikan solusi didalam pemenuhan kebutuhan terutama untuk digunakan pada kendaraan (Ramaj Arifin Z,2012).

Rangkaian reaksi-reaksi biokimia yang melibatkan beberapa jenis bakteri tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

$n (C_6 H_{10}O_5) + n H_2O \rightarrow n (C_6H_{12}O_{16})$  Bakteri pembentuk asam memanfaatkan proses hidrolisis glukosa, yang terjadi ketika polisakarida

dihidrolisis, sebagai substrat. Reaksi ini mengubah glukosa menjadi asam organik, biasanya asam asetat. Reaksinya sebagai berikut :

$n \text{ (CH}_6\text{10O}_5\text{)}$  bakteri pembentuk asam  $3n\text{CH}_4\text{COOH}$ ,

Untuk meningkatkan efisiensi biogas sebagai bahan bakar pengganti, sangat penting untuk menghilangkan gas-gas tersebut. Karbon dioksida dapat dihilangkan dengan memasukkan gas ke dalam air kapur [ $\text{C}_a(\text{OH})_2$ ] untuk menghasilkan kalsium karbonat ( $\text{C}_a\text{CO}_3$ ), yang akan memadat dan terpisah dari metana. Gas hidrogen sulfida dihilangkan dengan melewati gas tersebut melalui larutan timbal asetat, sehingga menghasilkan pembentukan timbal sulfida dan pengendapan asam asetat (Sagagi 2019). Asam asetat dapat dimanfaatkan sebagai zat utama dalam berbagai fase proses metanogenesis.

Bila sampah-sampah organik tersebut membusuk, akan dihasilkan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Tapi, hanya  $\text{CH}_4$ .

Biogas dicirikan sebagai gas sehingga selama proses fermentasi harus tetap stabil. Proses pembuatan biogas terjadi secara anaerobik atau tanpa melibatkan oksigen sehingga ruangan harus kedap udara atau tertutup rapat, hal ini juga untuk menjaga agar bau yang keluar dari proses fermentasi biogas yang sedang terjadi tidak keluar ataupun menyebar ke seluruh ruangan.

## **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1. Metode penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental.

### **3.2. Rancangan Percobaan**

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan ukuran limbah organik pasar yang digunakan. Adapun perlakuan yang dimaksud sebagai berikut:

P1 = Limbah organik pasar utuh

P2 = Limbah organik pasar yang potong

P3 = Limbah organik pasar yang dihaluskan

P4 = Limbah organik yang diambil sari patinya

Masing masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan sehingga didapatkan 12 unit percobaan.

### **3.3. Waktu Dan Tempat Penelitian**

#### **3.3.1. Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2023.

#### **3.3.2. Tempat Penelitian**

Penelitian ini bertempat di Laboratorium Teknik Sumberdaya Lahan dan Air, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Mataram.

### **3.4. Alat dan Bahan Penelitian**

#### 3.4.1. Alat Penelitian

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah 12 set biodigester, CO<sub>2</sub> Meter, CH<sub>4</sub> Meter, pressure gauge dan thermometer. Sedangkan untuk alat terdiri dari ember, jerigen, gallon, selang plastik, corong besar, lem plastik kaca dan pipa, keran kuningan, alat tulis, pisau, timbangan, gelas ukur, dan ember pencampur dan alat pengaduk.

#### 3.4.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah organik pasar dan air.

### **3.5. Pelaksanaan Penelitian**

Pelaksanaan penelitian yang di lakukan sebagai berikut:

- a. Mengumpulkan baham limbah organik pasar kemudian diberi perlakuan dengan empat cara yaitu. limbah organik utuh, limbah organik yang di potong, limbah organik pasar yang dihaluskan, limbah organik yang diambil sari patinya.
- b. Menimbang dan mengukur bahan-bahan yang akan digunakan dengan perbandingan 1 : 1 dengan total bahan (4 kg limbah organik utuh : 4 liter air, 4 kg limbah organik yang dicacah : 4 liter air, 4 kg limbah organik yang dihaluskan : 4 liter air, 4 kg sari pati limbah organik pasar yang diperas.
- c. Mencampur semua bahan untuk masing-masing perlakuan dalam bak pencampur.

- d. Memasukan setiap bahan yang sudah dicampurkan sesuai dengan perlakuan ke dalam tabung digester menggunakan corong besar kemudian ditutup rapat sampai tidak bisa masuk udara.
- e. Dilakukan proses fermentasi selama 1 bulan dan melakukan empat kali pengukuran setiap minggu.
- f. Data yang sudah diperoleh kemudian dikaji dan dianalisa.

### **3.6. Parameter Dan Cara pengukuran**

#### **a. Pengukuran Suhu**

Suhu yang diukur pada penelitian ini adalah suhu bahan dalam digester. Adapun pengukuran menggunakan thermometer dengan cara alat ditancapkan pada dinding digester sampai menyentuh bahan. Suhu diukur setiap satu minggu sekali

#### **b. Pengukuran CO<sub>2</sub>**

Kandungan CO<sub>2</sub> pada biogas diukur dengan menggunakan alat ukur CO<sub>2</sub> meter. Adapun pengukuran dilakukan dengan cara memasukkan sensor CO<sub>2</sub> meter kedalam tempat penampungan biogas, Karbon dioksida diukur setiap satu minggu sekali.

#### **c. Pengukuran CH<sub>4</sub>**

Kandungan CH<sub>4</sub> pada biogas diukur dengan menggunakan alat ukur CH<sub>4</sub> meter. Adapun pengukuran dilakukan dengan cara memasukkan sensor CH<sub>4</sub> meter kedalam tempat penampungan biogas, gas metana diukur setiap satu minggu sekali.

#### d. Pengukuran Tekanan

Untuk mengetahui kinerja dan monitoring tekanan pada bahan, alat yang digunakan dalam pengukuran tekanan yaitu menggunakan alat pengukuran tekanan.

### 3.7. Digester Biogas

Digester biogas yang digunakan terbuat dari jerigen plastik ukuran jerigen 15 liter, kemudian dimodifikasi antara lain:

- a. Tutup jerigen dilubangi menggunakan solder sesuai dengan diameter keran yang digunakan kemudian akan ditutup dan dieratkan menggunakan lem sampai tidak ada udara yang akan masuk maupun keluar.
- b. Bagian samping keran yang berada ditutup jerigen dilubangi lagi untuk dimasukkan termometer sebagai alat pengukur suhu dan di lem kembali sampai rapat.
- c. Untuk alat pengukur  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$  dibuatkan tempat penampung gas dari pipa 4 inchi dengan ukuran    cm. Pipa kemudian ditutup bagian bawahnya dengan penutup DOP pipa 4 inchi sampai rapat dan penutup sisi lain dari pipa dilubang dengan solder sebagai tempat untuk menempelkan sensor dari alat ukur  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$  meter. Pada bagian bawah pipa dilubangi menggunakan solder sebagai tempat keran yang akan dimasukkan selang untuk mengalirkan gas dari digester ke penampung yang sudah di modifikas.



(a)



(b)



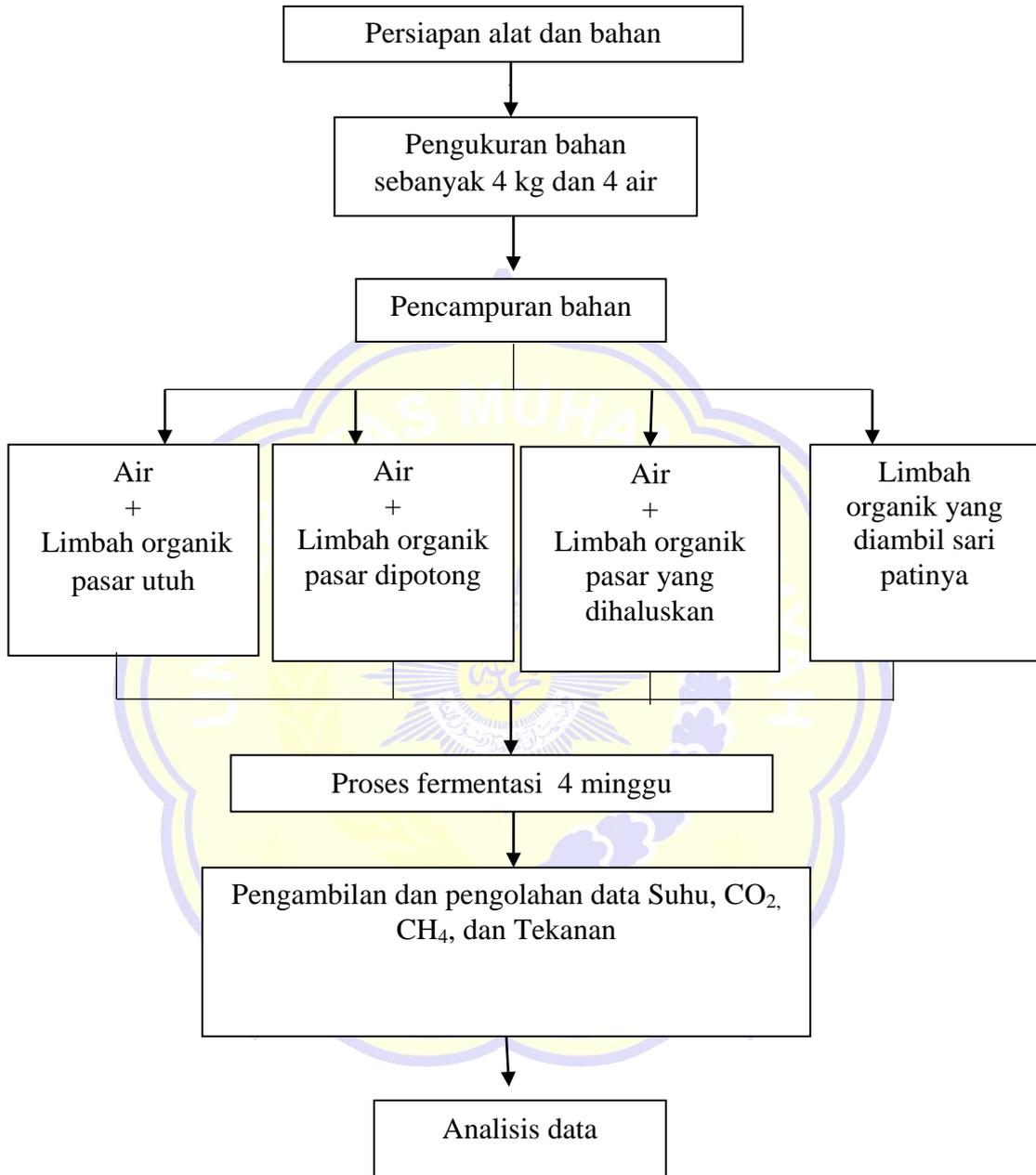
(c)



(d)

Gambar 1. Modifikasi digester penelitian. (a) modifikasi digester, (b) penampung gas, (c) Tutup penampung gas yang sudah dimodifikasi (d) alat pengukur tekanan (Dokumentasi pribadi, 2023).

### 3.8. Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 3.9. Analisis Data

Data yang didapat dianalisis dengan statistika sederhana dengan bantuan microsoft excel.

