

**SKRIPSI**

**PRODUKSI BIOGAS PADA VARIASI CAMPURAN SERBUK  
GERGAJI DAN KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN METODE  
*INTERMITTEN MIXING***

**OLEH :**

**ICHLASUL AQSA**

**D021 17 1323**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2022**

**SKRIPSI**

**PRODUKSI BIOGAS PADA VARIASI CAMPURAN SERBUK  
GERGAJI DAN KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN METODE  
*INTERMITTEN MIXING***

**Oleh:  
ICHLASUL AQSA  
D021 17 1323**

Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada  
Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan Mengikuti Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin pada Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

**JUDUL:**

**PRODUKSI BIOGAS PADA VARIASI CAMPURAN SERBUK GERGAJI  
DAN KOTOAN SAPI MENGGUNAKAN METODE *INTERMITTEN  
MIXING***

**ICHLASUL AQSA**


**D021171323**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

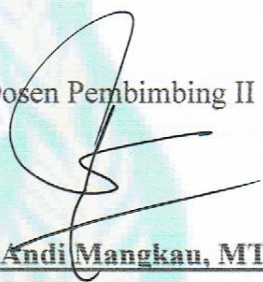
Gowa, 2 \ Juli 2022

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
**Dr. Eng. Andi Amijoyo Mochtar, ST., M.Eng**

**NIP. 19760216 201012 1 002**

  
**Ir. Andi Mangkau, MT.**

**NIP. 19611231 199002 1 003**

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin



**Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT**

**NIP. 19720825 200003 1 001**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ichlasul Aqsa  
NIM : D021171323  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenjang : S-1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya berjudul

### **PRODUKSI BIOGAS PADA VARIASI CAMPURAN SERBUK GERGAJI DAN KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN METODE *INTERMITTEN MIXING***

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan bukan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 23 Juli 2022

Yang membuat pernyataan,



Ichlasul Aqsa

## ABSTRAK

**Ichlasul Aqsa.** Produksi Biogas pada Variasi Campuran Serbuk Gergaji dan Kotoran Sapi Menggunakan Metode *Intermittent Mixing* (dibimbing oleh Dr. Eng. Andi Amijoyo Mochtar. ST., M.Eng. dan Ir. Andi Mangkau, MT).

Kotoran sapi merupakan limbah peternakan yang sangat bermanfaat untuk sumber energi terbarukan. Percepatan laju gas dalam fermentasi biogas kotoran sapi dapat dipercepat dengan penambahan bahan sekunder, serbuk gergaji merupakan salah satu bahan organik yang dapat mempercepat laju produksi gas pada pembentukan biogas kotoran sapi.

Penelitian ini menggunakan komposisi campuran : (B1) 675 g kotoran sapi dan 0 g serbuk gergaji, (B2) 472.5 g kotoran sapi dan 202.5 serbuk gergaji, (B3) 450 g kotoran sapi dan 225 g serbuk gergaji, dan (B4) 427.5 g kotoran sapi dan 247.5 g serbuk gergaji dengan fermentasi selama 20 hari. Pada proses penelitian dilakukan pengukuran pH di awal dan di akhir penelitian, tekanan gas, volume gas, temperatur biodigester, laju produksi, kadungan gas metana, serta pengujian uji nyala api.

Pada penelitian ini didapatkan nilai pH berkisar antara 7-7.5 dan temperatur biodigester 27.5-31°C. Hasil penelitian ini menunjukkan campuran organik dengan campuran serbuk gergaji dapat mempercepat produksi lebih cepat dibandingkan tanpa bahan organik serbuk gergaji. Hasil yang optimal terdapat pada variasi campuran organik serbuk gergaji dengan variasi campuran 450 g kotoran sapi dan 250 g serbuk gergaji memiliki laju produksi tertinggi yaitu 281.72 ml/hari.

**Kata kunci :** kotoran sapi, biogas, serbuk gergaji, *intermittent mixing*, pH.

## ABSTRACT

**ICHLASUL AQSA.** Biogas Production in Mixed Variations of Sawdust and Cow Manure Using Intermittent Mixing Method (supervised by Dr. Eng. Andi Amijoyo Mochtar. ST., M.Eng. and Ir. Andi Mangkau, MT).

Cow dung is livestock waste which is very useful for renewable energy sources. The acceleration of the gas rate in cow dung biogas fermentation can be accelerated by the addition of a secondary material, sawdust is one of the organic materials that can accelerate the rate of gas production in the formation of cow dung biogas.

This study used a mixture composition: (B1) 675 g cow dung and 0 g sawdust, (B2) 472.5 g cow dung and 202.5 sawdust, (B3) 450 g cow dung and 225 g sawdust, and (B4) 427.5 g cow dung and 247.5 g of sawdust by fermentation for 20 days. In the research process, measurements of pH at the beginning and at the end of the study, gas pressure, gas volume, biodigester temperature, production rate, methane gas content, and flame test were carried out.

In this study, the pH values ranged from 7-7.5 and the biodigester temperature was 27.5-31°C. The results of this study indicate that an organic mixture with a mixture of sawdust can accelerate production faster than without organic sawdust. Optimal results are found in the variation of the organic mixture of sawdust with a mixture of 450 g cow dung and 250 g sawdust having the highest production rate of 281.72 ml/day.

**Keywords:** cow dung, biogas, sawdust, intermittent mixing, pH.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Produksi Biogas pada Variasi Campuran Serbuk Gergaji dan Kotoran Sapi Menggunakan Metode *Intermitten Mixing*”**. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam rangka penyusunan skripsi ini, berbagai pihak telah banyak memberikan dorongan, bantuan serta masukan sehingga dalam kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan terima kasih kepada orang tua ayahanda **H. Ir. Kamal Tengku** dan ibunda **Hj. Sitti Aisyah** dan juga kepada saudara penulis yaitu **Annisa Almagfirah, Afida Nurul Amalia**, dan **Qonita Isman Taqiyyah**.

Penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk, terutama kepada:

1. **Dr.Eng Andi Amijoyo Mochtar, ST., M.Eng** dan **Ir. Andi Mangkau, MT** selaku pembimbing atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mulai dari penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian sampai dengan penyusunan skripsi ini.
2. **Dr. Eng. Jalaluddin., ST., MT.,** selaku Ketua Tim Penguji sekaligus Ketua Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin dan **Asriadi Sakka, ST., M.Eng** selaku anggota tim penguji atas waktu dan segala masukan yang bermanfaat dalam penyusunan skripsi ini.
3. Seluruh dosen dan staf pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Hasanuddin atas segala ilmu dan masukan selama penulis kuliah.
4. Saudara-saudara seperjuangan **ZYNCROMEZH 2017** dan **TEKNIK 2017** yang setia menemani, membantu, dan mendukung penulis dari awal kuliah dan seterusnya. Semoga kesuksesan selalu menyertai kita semua.

5. Organisasi kemahasiswaan **HMM FT-UH**, **OKFT-UH** dan **ART09 SMFT-UH** sebagai wadah pembentukan karakter penulis hingga saat ini.
6. Teman-teman dan kakak-kakak seperjuangan **Laboratorium Energi Terbarukan** yang telah bersedia menemani dan membantu selama masa penelitian dan penyusunan tugas akhir
7. Teman-teman seangkatan yang berada di kost disya dan di CV DDSF, yang selalu menemani bercerita dikala suka ataupun duka.
8. Last but not least, I wanna thank me for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, I wanna thank me for just being me at all times.
9. Serta semua pihak yang tidak bisa disebut satu persatu dalam membantu penulis.

Penulis menyadari bahwa naskah skripsi ini masih banyak kekurangan oleh karena itu segala kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan demi perbaikan dalam skripsi ini. Akhirnya semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan energi terbarukan.

Gowa, 2 April 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
NOMENKLATUR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Energi Terbarukan .....	4
2.2. Biogas .....	6
2.2.1. Bahan Penghasil Biogas.....	7
2.3 Penguraian Anaerobik ( <i>Anaerobic Digestion</i> ) .....	9
2.3.1. Tahap Hidrolisis.....	10
2.3.2. Tahap Pengasaman (Asidifikasi) .....	10
2.3.3. Tahap Pembentukan Gas Metan (Metanogenesis).....	11
2.4. Digester .....	11
2.4.1 Batch Process Reactor .....	11
2.4.2 Continuous Process Reactor .....	12
2.5. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Biogas .....	13
2.5.1. Jenis Substrat .....	13
2.5.2. Temperatur.....	13
2.5.3. pH.....	14

2.5.4. Rasio C-N .....	15
2.5.5. Total Solid (TS) dan Votalite Solid (VS) .....	15
2.6 Pengadukan .....	16
2.7 Substrat .....	18
2.7.1. Kotoran sapi .....	18
2.7.2. Serbuk Gergaji .....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1. Waktu dan tempat penelitian .....	21
3.2. Alat dan bahan .....	22
3.2.1. Alat .....	22
3.2.2 Bahan .....	23
3.3 Metode Penelitian .....	23
3.3.1 Pengukuran Tekanan .....	23
3.3.2 Pengukuran volume biogas .....	23
3.3.3 Pengukuran konsentrasi gas metan (CH <sub>4</sub> ) .....	24
3.3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	25
3.5. Diagram Alir .....	27
3.6. Analisis Penelitian .....	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1 Tekanan Biodigester .....	30
4.1.1 B1 (Kotoran Sapi 675 g dan Serbuk Gergaji 0 g) .....	32
4.1.2 B2 (Kotoran Sapi 472.5 g dan Serbuk Gergaji 202.5 g) .....	33
4.1.3 B3 (Kotoran Sapi 450 g dan Serbuk Gergaji 225 g) .....	35
4.1.4 B4 (Kotoran Sapi 427.5 g dan Serbuk Gergaji 247.5 g) .....	36
4.2 Volume Biogas Harian .....	38
4.2.1 B1 (Kotoran Sapi 675 g dan Serbuk Gergaji 0 g) .....	39
4.2.2 B2 (Kotoran Sapi 472.5 g dan Serbuk Gergaji 202.5 g) .....	40
4.2.3 B3 (Kotoran Sapi 450 g dan Serbuk Gergaji 225 g) .....	42
4.2.4 B4 (Kotoran Sapi 427.5 g dan Serbuk Gergaji 247.5 g) .....	43
4.3 Produksi Biogas Kumulatif .....	45
4.3 Derajat Keasaman (pH) .....	46

4.4 Laju Produksi .....	47
4.5 Kandungan Gas Metana .....	48
4.6 Uji Nyala Api .....	50
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>55</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> SBR tunggal (kiri), SBR banyak (kanan) .....	12
<b>Gambar 2.2</b> Komposisi gas metana berdasarkan jenis pengadukan (Johan, 2013) .....	17
<b>Gambar 2.3</b> Komposisi gas metana berdasarkan jenis pengadukan (Johan, 2013) .....	17
<b>Gambar 2.4</b> Kotoran sapi (Edi dan Adi Susanto,2018) .....	19
<b>Gambar 3.1</b> Skema height type of liquid replacement gasometer .....	24
<b>Gambar 3.1</b> Skema height type of liquid replacement gasometer .....	24
<b>Gambar 3.2</b> Absorpsi CO <sub>2</sub> .....	25
<b>Gambar 3.2</b> Absorpsi CO <sub>2</sub> .....	25
<b>Gambar 3. 3</b> Skema penelitian 2 dimensi .....	26
<b>Gambar 4.1</b> Tekanan Biodigester .....	30
<b>Gambar 4.2</b> Tekanan Biodigester B1 (Kotoran Sapi 675 g dan Serbuk Gergaji 0 g) .....	32
<b>Gambar 4.3</b> Tekanan Biodigester B2 (Kotoran Sapi 472.5 g dan Serbuk Gergaji 202.5 g) .....	33
<b>Gambar 4.4</b> Tekanan Biodigester B3 (Kotoran Sapi 450 g dan Serbuk Gergaji 225 g) .....	35
<b>Gambar 4.5</b> Tekanan Biodigester B4 (Kotoran Sapi 427.5 g dan Serbuk Gergaji 247.5 g) .....	37
<b>Gambar 4.6</b> Volume Biodigester .....	38

<b>Gambar 4.7</b> Volume Biogas Biodigester B1 (Kotoran Sapi 675 g dan Serbuk Gergaji 0 g) .....	40
<b>Gambar 4.8</b> Volume Biogas Biodigester B2 (Kotoran Sapi 472.5 g dan Serbuk Gergaji 202.5 g) .....	41
<b>Gambar 4.9</b> Volume Biogas Biodigester B3 (Kotoran Sapi 450 g dan Serbuk Gergaji 225 g) .....	42
<b>Gambar 4.10</b> Volume Biogas Biodigester B4 (Kotoran Sapi 427.5 g dan Serbuk Gergaji 247.5 g) .....	44
<b>Gambar 4.11</b> Volume Biogas Kumulatif .....	46
<b>Gambar 4.12</b> pH Biodigester B1, B2, B3, dan B4 .....	47
<b>Gambar 4.13</b> Laju Produksi Biodigester B1, B2, B3, dan B4 .....	48
<b>Gambar 4.14</b> Kandungan Gas Metana B1, B2, B3, dan B4 .....	49
<b>Gambar 4.15</b> Uji Nyala Api a) B1, b) B2, c) B3, dan d) B4 .....	51

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Rasio C/N pada kotoran mahluk hidup (Werner et al., 1989).....	8
<b>Tabel 2.2</b> Kandungan gas dalam biogas .....	9
<b>Tabel 3.1</b> Jadwal kerja penelitian biogas.....	21
<b>Tabel 3.2</b> Komposisi setiap perlakuan .....	25
<b>Tabel 4.1</b> Laju Produksi Biodigester B1, B2, B3, dan B4.....	47
<b>Tabel 4.2</b> Kandungan Gas Metana B1, B2, B3, dan B4.....	49

## NOMENKLATUR

<b>Notasi</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Satuan</b>
$V_{rata-rata}$	Laju Produksi Biogas	ml/hari
$V_{total}$	Volume Total Biogas	ml
$T$	Lama Waktu Fermentasi	hari
$Q$	Kalor yang diperlukan	kJ
$M$	Massa Air	Kg
$C_p$	Kalor Jenis Air	Kj/kg . °C
$\Delta T$	Suhu Total ( $T_1-T_2$ )	°C

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Konsumsi energi listrik di Indonesia semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk yang menggunakan energi listrik. Energi listrik yang selama ini digunakan sehari-hari didapatkan dari pembangkit listrik yang sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang proses terbentuknya memerlukan waktu jutaan tahun, sehingga energi fosil tidak dapat diperbarui. Ketergantungan manusia terhadap energi listrik menjadikan energi listrik sangat penting bagi kehidupan manusia. Tetapi, harga energi fosil yang semakin mahal mempengaruhi harga energi listrik. Di Indonesia masih banyak terdapat daerah yang belum dapat memperoleh akses ke jaringan distribusi listrik PLN. Beberapa faktor yang mempengaruhi adalah kurangnya pembangunan daerah yang jauh dari pusat perekonomian, dan kurangnya ketersediaan energi listrik. Solusi untuk mengurangi krisis energi listrik adalah adanya sumber energi alternatif. Energi alternatif merupakan energi yang ketersediaannya melimpah dan dapat diperbaharui, yang diharapkan bisa menjadi bahan bakar yang ramah lingkungan, efektif, efisien, dan dapat diakses oleh masyarakat luas.

Biogas merupakan salah satu energi alternatif yang baik untuk dikembangkan. Teknologi biogas merupakan teknologi yang mudah diaplikasikan dan bahan baku yang dipakai untuk memproduksi gas banyak tersedia di berbagai daerah seperti limbah peternakan, limbah pertanian, limbah industri dan sejenisnya yang memiliki kandungan organik (Amirullah, 2019).

Biogas merupakan campuran beberapa gas dengan komponen utama metana ( $\text{CH}_4$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dengan sejumlah kecil uap air. Komposisi biogas tergantung dari bahan baku yang digunakan. Apabila menggunakan bahan baku kotoran manusia, kotoran hewan, atau limbah cair



tempat pemotongan hewan, gas metan yang diproduksi dapat mencapai 70%. Bahan baku dari tumbuh tumbuhan seperti batang padi, jerami, atau eceng gondok menghasilkan gas metana sekitar 55% (Sukmana dkk,2011).

Kotoran sapi merupakan substrat yang cocok untuk pemanfaatan biogas, karena di dalam substrat kotoran sapi mengandung bakteri penghasil gas metan. Biogas dihasilkan melalui proses anaerobic, dimana bahan-bahan organik diubah menjadi biogas yang memiliki kandungan utama metan (CH<sub>4</sub>) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>).

Limbah serbuk gergaji dari kayu yang digergaji yang melimpah perlu ditangani karena akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu cara dengan mengubah serbuk gergaji menjadi bioetanol. Selain itu pada penelitian ini juga menggunakan metode *intermitten mixing* dimana biodigester akan diaduk setiap hari menggunakan *agitator* yang terhubung ke motor. Adapun kecepatan putar motor sebesar 50 rpm selama 40 menit setiap hari dilihat dari jurnal-jurnal penelitian yang telah ada. Berdasarkan latar belakang diatas peneliti tertarik melakukan penelitian **“PRODUKSI BIOGAS PADA VARIASI CAMPURAN SERBUK GERGAJI DAN KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN METODE *INTERMITTEN MIXING*”**.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas, maka diperoleh beberapa rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana cara memproduksi biogas yang optimal dari variasi campuran serbuk gergaji dan kotoran sapi menggunakan metode *intermiten mixing*?
2. Bagaimana cara menentukan variasi campuran serbuk gergaji dan kotoran sapi menggunakan metode *intermiten mixing*?
3. Bagaimana laju produksi, volume gas, tekanan, temperatur, pH, nilai kalor, dan nyala api pada variasi campuran serbuk gergaji dan kotoran sapi menggunakan metode *intermiten mixing*?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengukur produksi biogas dari variasi campuran serbuk gergaji dan kotoran sapi menggunakan metode *intermittent mixing*.
2. Menentukan variasi campuran optimal serbuk gergaji dan kotoran sapi dengan menggunakan metode *intermittent mixing*.
3. Menentukan nilai terbaik dari laju produksi, volume gas, tekanan, temperatur, pH, nilai kalor, dan nyala api pada variasi campuran serbuk gergaji dan kotoran sapi menggunakan metode *intermittent mixing*.

#### **1.4. Batasan Masalah**

Dalam pelaksanaan penelitian ini penulis membatasi masalah pada hal-hal sebagai berikut:

1. Bahan baku yang digunakan berasal dari limbah kotoran sapi dan limbah serbuk gergaji.
2. Rasio substrat antara kotoran sapi dan serbuk gergaji (KS/SG) masing-masing 6:0, 4.2:1.8, 4:2, dan 3.8:2.2
3. Reaktor biogas terbuat dari ember cat kapasitas 20 liter.
4. Waktu fermentasi selama 20 hari.

#### **1.5. Manfaat penelitian**

##### **1. Penulis**

Untuk menambah pengalaman dan pengetahuan yang lebih luas tentang pemanfaatan variasi campuran dari serbuk gergaji dan kotoran sapi menggunakan metode *intermittent mixing* sebagai sumber biogas.

##### **2. Pembaca**

Memberi pengetahuan terhadap pembaca tentang pemanfaatan variasi campuran dari serbuk gergaji dan kotoran sapi menggunakan metode *intermittent mixing* untuk menghasilkan energi terbarukan berupa biogas.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Energi Terbarukan**

Sumber energi digolongkan menjadi dua kelompok besar antara lain energi konvensional yaitu energi yang diambil dari sumber yang ketersediaannya sangat terbatas di bumi yang tidak dapat digenerasi, misal bahan bakar fosil. Selain itu terdapat juga energi terbarukan yaitu energi yang dihasilkan dari sumber alami yang ketersediaannya akan terus melimpah dan dapat dipulihkan setelah digunakan, misal matahari, air dan angin serta biomassa (Contained Energy Indonesia, 2013).

Sebenarnya terdapat banyak alasan untuk memilih energi terbarukan dibandingkan bahan bakar fosil, tetapi perlu dipahami bahwa energi terbarukan masih belum cukup siap untuk sepenuhnya menggantikan bahan bakar fosil. Hal ini terutama dikarenakan energi terbarukan masih menjadi pilihan energi yang dimungkinkan secara signifikan lebih mahal dibandingkan dengan bahan bakar fosil, dan dengan demikian banyak negara, terutama negara berkembang, tetap menggunakan bahan bakar fosil yang lebih murah seperti batubara (Contained Energy Indonesia, 2013).

Energi terbarukan merupakan kebutuhan yang sangat penting dan tidak bisa ditunda lagi. Kita tidak bisa lagi terus-menerus bergantung pada energi fosil. Ketersediaan sumber energi fosil selain tidak dapat diperbarui juga semakin menipis baik di Indonesia maupun di dunia. Menurut beberapa ahli, dengan pola konsumsi seperti sekarang, dalam waktu hanya belasan hingga puluhan tahun cadangan minyak dan gas Indonesia akan habis. Ini antara lain bisa dilihat dari naiknya harga minyak dalam negeri dan tidak stabilnya harga minyak di pasar internasional. Oleh karena itu, demi keberlangsungan kehidupan umat manusia dan mengantisipasi kelangkaan energi, upaya-upaya

menuju pengolahan energi terbarukan merupakan alternatif terbaik untuk dilakukan (Ghazali et al., 2017).

Tenaga Surya, Tenaga Angin, Biomassa dan Tenaga Air adalah teknologi yang paling sesuai untuk menyediakan energi di daerah – daerah terpencil dan perdesaan. Energi terbarukan lainnya termasuk Panas Bumi dan Energi Pasang Surut adalah teknologi yang tidak bisa dilakukan di semua tempat. Indonesia memiliki sumber panas bumi yang melimpah, yakni sekitar 40% dari sumber total dunia. Akan tetapi, sumber-sumber ini berada di tempat - tempat yang spesifik dan tidak tersebar luas. Teknologi energi terbarukan lainnya adalah tenaga ombak, yang masih dalam tahap pengembangan (Contained Energy Indonesia, 2013).

a. Manfaat energi terbarukan (Contained Energy Indonesia, 2013)

- Tersedia secara melimpah.
- Lestari tidak akan habis.
- Ramah lingkungan (rendah atau tidak ada limbah dan polusi).
- Sumber energi bisa dimanfaatkan secara cuma-cuma dengan investasi teknologi yang sesuai.
- Tidak memerlukan perawatan yang banyak dibandingkan dengan sumber-sumber energi konvensional dan mengurangi biaya operasi.
- Membantu mendorong perekonomian dan menciptakan peluang kerja.
- Mandiri: energi tidak perlu mengimpor bahan bakar fosil dari negara ketiga.
- Lebih murah dibandingkan energi konvensional dalam jangka panjang.
- Bebas dari fluktuasi harga pasar terbuka bahan bakar fosil.
- Beberapa teknologi mudah digunakan di tempat-tempat terpencil.
- Distribusi :Energi bisa diproduksi di berbagai tempat, tidak tersentralisir.

b. Kerugian Energi Terbarukan (Contained Energy Indonesia, 2013)

- Biaya awal besar.
- Keandalan pasokan :Sebagian besar energi terbarukan tergantung kepada kondisi cuaca.

- Saat ini, energi konvensional menghasilkan lebih banyak volume yang bisa digunakan dibandingkan dengan energi terbarukan.
- Energi tambahan yang dihasilkan energi terbarukan harus disimpan, karena infrastruktur belum lengkap agar bisa dengan segera menggunakan energi yang belum terpakai, dijadikan cadangan di negara-negara lain dalam bentuk akses terhadap jaringan listrik.
- Kurangnya tradisi / pengalaman :Energi terbarukan merupakan teknologi yang masih berkembang.
- Masing – masing energi terbarukan memiliki kekurangan teknis dan sosialnya sendiri.

## **2.2. Biogas**

Biogas adalah campuran beberapa gas seperti karbondioksida, metan, nitrogen, hidrogen, hidrogen sulfida dan lain-lain yang merupakan hasil fermentasi dari bahan organik oleh bakteri pada kondisi anaerob. Biogas merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak menimbulkan asap hitam serta mudah terbakar dengan nyala berwarna biru sehingga amat ideal sebagai sumber energi baru ( Haryati, 2006).

Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh bakteri apabila bahan organik mengalami proses fermentasi dalam reaktor (biodigester) dalam kondisi anaerob (tanpa udara). Reaktor yang digunakan untuk menghasilkan biogas umumnya disebut digester atau biodigester, karena di tempat inilah bakteri tumbuh dengan mencerna bahan-bahan organik. Untuk menghasilkan biogas dalam jumlah dan kualitas tertentu, maka digester perlu diatur suhu, kelembaban, dan tingkat keasaman supaya bakteri dapat berkembang dengan baik. Biogas sendiri merupakan gabungan dari gas metana ( $\text{CH}_4$ ), gas  $\text{CO}_2$  dan gas lainnya (Suyitno, Nizam, & Darmanto, 2010).

Di Indonesia, pemanfaatan biogas masih terbatas pada bahan bakar kompor untuk memasak. Pemanfaatan biogas untuk kebutuhan rumah tangga ini, beberapa penduduk di Indonesia sudah mampu membuat reaktor biogas sendiri dengan skala kecil. Reaktor biogas (biodigester) untuk skala kecil umumnya dibuat dari plastik maupun dari drum. Bahan baku biogas diperoleh

dari kotoran sapi dengan jumlah sapi bervariasi dari 3-5 ekor untuk skala kecil (Suyitno et al., 2010).

Ketertarikan akan sumber energi biogas akhir-akhir ini meningkat. Hal ini didasarkan pada fakta bahwa cadangan sumber energi fosil semakin berkurang. Salah satu buktinya adalah adanya kebijakan Pemerintah dalam konversi minyak tanah ke gas (LPG). Dengan fakta ini sebenarnya beberapa anggota masyarakat yang mempunyai potensi mengolah bahan organik menjadi biogas dapat berperan serta lebih aktif. Manfaatnya adalah masyarakat dapat memperoleh energi yang relatif lebih murah dan lingkungannya juga lebih bersih. Memang, karena biogas dihasilkan dari kotoran sehingga beberapa masyarakat masih canggung untuk menggunakan biogas khususnya untuk memasak (Suyitno et al., 2010).

Biogas sangat potensial sebagai sumber energi terbarukan karena kandungan methane ( $\text{CH}_4$ ) yang tinggi dan nilai kalornya yang cukup tinggi.  $\text{CH}_4$  sendiri mempunyai nilai kalor 50 MJ/kg. Methane ( $\text{CH}_4$ ) yang memiliki satu karbon dalam setiap rantainya, dapat menghasilkan pembakaran yang lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar berantai karbon panjang. Hal ini disebabkan karena jumlah  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan selama pembakaran bahan bakar berantai karbon pendek adalah lebih sedikit (Suyitno et al., 2010).

Biogas dapat dimanfaatkan juga sebagai bahan bakar untuk penerangan, untuk proses pengeringan, untuk penghasil panas, untuk pembangkit listrik, atau bahkan untuk kendaraan bermotor. Pada saat biogas dimanfaatkan untuk pembangkit listrik dan kendaraan bermotor, maka biogas perlu diolah (treatment) (Suyitno et al., 2010).

### **2.2.1. Bahan Penghasil Biogas**

Biogas dapat diproduksi dari bahan organik dengan bantuan bakteri untuk proses fermentasi anaerobnya. Pada umumnya hampir semua jenis bahan organik dapat diolah menjadi biogas. Untuk biogas sederhana, bahan organik yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah dari kotoran dan urine hewan. Beberapa bahan lain yang

digunakan adalah dari kotoran manusia, sampah bio (organik), dan sisa proses pembuatan tahu (Suyitno et al., 2010).

Jenis-jenis bahan organik yang diproses termasuk beberapa contoh di atas sangat mempengaruhi kualitas biogas yang dihasilkan. Pemilihan bahan biogas dapat ditentukan dari perbandingan kadar C (karbon) dan N (nitrogen) dalam bahan tersebut. Bahan organik yang umumnya mampu menghasilkan kualitas biogas yang tinggi mempunyai rasio C/N sekitar 20-30. Perbandingan C dan N dalam bahan biogas merupakan faktor penting untuk berkembangnya bakteri yang akan menguraikan bahan organik tersebut. Pada perbandingan C/N kurang dari 8, dapat menghalangi aktivitas bakteri akibat kadar amonia yang berlebihan (Werner, Stöhr, & Hees, 1989). Pada perbandingan C/N lebih dari 43 mengakibatkan kerja bakteri juga terhambat. Walaupun demikian, parameter ini bukan jaminan satu-satunya untuk kualitas biogas yang tinggi karena masih terdapat beberapa parameter lain yang harus diperhatikan khususnya pada reaktor biogas (biodigester) (Suyitno et al., 2010).

Untuk mendapatkan produksi biogas yang tinggi, maka penambahan bahan yang mengandung karbon (C) seperti jerami, atau N (misalnya: urea) perlu dilakukan untuk mencapai rasio C/N = 20–30. **Tabel 2.1.** adalah harga rasio C/N pada beberapa jenis kotoran hewan (Werner et al., 1989).

**Tabel 2.1** Rasio C/N pada kotoran makhluk hidup (Werner et al., 1989).

<b>Jeni Kotoran</b>	<b>Rasio C/N</b>
Urine	0,8
Kotoran sapi	10 - 20
Kotoran babi	9 - 13

Kotoran ayam	5 - 8
Kotoran kambing	30
Kotoran manusia	8
Jerami padi	80 - 140
Jerami jagung	30 - 65
Rumput hijau	12
Sisa sayuran	35

**Tabel 2.2** Kandungan gas dalam biogas

Gas	%
Metana (CH <sub>4</sub> )	55 – 70
Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	30 – 45
Hydrogen sulfida (H <sub>2</sub> S)	1 – 2
Hydrogen (H <sub>3</sub> )	1 – 2
Amonia (NH <sub>3</sub> )	1 – 2
Karbonmonoksida (CO)	Sangat rendah
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	Sangat rendah
Oksigen (O <sub>2</sub> )	Sangat rendah

### 2.3 Penguraian Anaerobik (*Anaerobic Digestion*)

Pembentukan biogas terjadi pada proses anaerob yaitu kedap udara. Kandungan metan sangat mempengaruhi energi yang terkandung dalam



biogas. Semakin tinggi kandungan metan dalam biogas maka semakin tinggi pula kandungan energi atau kalornya begitupula sebaliknya.

Fermentasi anaerob yang dilakukan oleh mikroorganisme terhadap bahan organik yang menghasilkan gas yang dapat dibakar merupakan prinsip terbentuknya biogas. Biogas merupakan salah satu jenis yang dapat dibuat dari banyak jenis bahan buangan dan bahan sisa, jerami, kotoran ternak, eceng gondok, sampah serta banyak bahan-bahan lainnya. Proses terbentuknya biogas terdapat 3 tahapan yaitu hidrolisis, pengasaman (asidifikasi), dan metanogenesis.

### **2.3.1. Tahap Hidrolisis**

Hidrolisis merupakan tahap awal dari proses fermentasi. Tahap ini merupakan penguraian bahan organik dengan senyawa kompleks yang memiliki sifat mudah larut seperti lemak, protein, dan karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana. Pada tahap ini terjadi perubahan struktur dari bentuk polimer menjadi bentuk monomer. Senyawa yang dihasilkan dari proses hidrolisis diantaranya senyawa asam organik, glukosa, etanol, CO<sub>2</sub>, dan senyawa hidrokarbon lainnya. Senyawa ini akan dimanfaatkan mikroorganisme sebagai sumber energi untuk melakukan aktivitas fermentasi. Bakteri yang berperan dalam tahapan hidrolisis tersebut umumnya adalah clostridium yang dapat mendegradasi limbah yang mengandung selulosa (Yani dan Darwis, 1990).

### **2.3.2. Tahap Pengasaman (Asidifikasi)**

Senyawa-senyawa yang terbentuk pada tahap hidrolisis akan dijadikan sumber energi bagi mikroorganisme untuk tahap selanjutnya, yaitu pengasaman yang terdiri dari asidogenesis dan asitogenesis. Pada tahap ini, bakteri akan menghasilkan senyawa-senyawa asam organik seperti asam propinat, asam butirrat dan asam laktat beserta produk sampingan berupa alkohol, CO<sub>2</sub>, hidrogen, dan zat amonia. Pembentukan asam-asam organik tersebut pada umumnya terjadi

dengan bantuan bakteri *Pseudomonas*, *Eschericia*, *Flavobacterium*, dan *Alcaligenes* (Yani dan Darwis, 1990).

### **2.3.3. Tahap Pembentukan Gas Metan (Metanogenesis)**

Tahap metanogenesis merupakan tahap pembentukan gas metan oleh bakteri metanogenik seperti *Methanosarcina*, *Methanococcus*, *Methanobacterium*, dan *Methanobacillus*. Ada dua kelompok utama bakteri yang bertanggung jawab dalam pembentukan metan, yaitu bakteri metanaogen asetoklastik dan bakteri metanaogen pengguna hidrogen. Metanaogen asetoklastik melakukan konversi asam asetat menjadi metana sedangkan metanaogen pengguna hidrogen melakukan penyisihan hidrogen untuk menghasilkan metana (Yani dan Darwis, 1990).

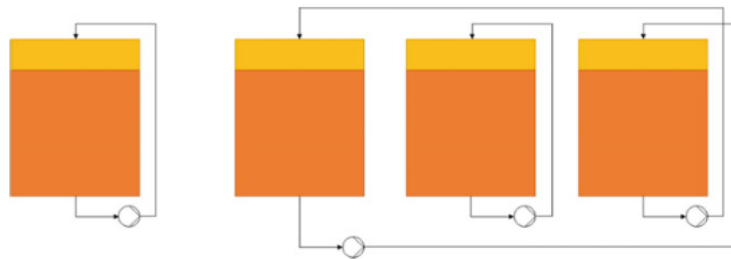
Pembentukan gas metana  $CH_4$  sebagian besar didasarkan pada asam asetat, hidrogen dan karbondioksida dan sebagian lainnya terbentuk dari asam organik dan alkohol. Asam organik dan alkohol akan terlebih dahulu diubah menjadi asam asetat sebelum mengalami tahap metanogenesis (Gerardi, 2003).

## **2.4. Digester**

Reactor atau digester merupakan tempat dimana bahan organik terdekomposisi dalam lingkungan bebas oksigen, sehingga dihasilkan biogas. Berikut klasifikasi reaktor yang digunakan dalam proses AD seperti yang disimpulkan (Meisam & Hossein, n.d.)

### **2.4.1 Batch Process Reactor**

Reaktor jenis ini juga dikenal dengan *sequencing batch reactor* (SBR). Dalam penggunaannya, reaktor diisi sekali dan endapan (digestate) yang terbentuk kembali disirkulasikan sampai diakhir siklus. Produksi biogas yang dihasilkan tidak konstan dikarenakan perbedaan laju reaksi selama fermentasi, dimana produksi gas tertinggi berada pada  $\pm 50\%$  dari waktu fermentasi (Meisam & Hossein, n.d.).



**Gambar 2.1** SBR tunggal (kiri), SBR banyak (kanan)

#### 2.4.2 Continuous Process Reactor

Pada reaktor jenis ini, proses pemasukan bahan organik terjadi secara konstan (kontinu dengan waktu interval tertentu). Hal ini membuat produksi biogas hampir stabil (Meisam & Hossein, n.d.). Reaktor dapat dibuat secara vertikal, horizontal, baik dalam satu atau multi tahap, atau berdasarkan jenis pengadukannya. Berikut diantaranya:

##### A. *Plug Flow Reactor* (PFR)

Dibandingkan dengan reaktor anaerobik lainnya, PFR biasanya lebih sederhana untuk dioperasikan karena tak ada bagian bergerak pada sistemnya, yang membuatnya lebih murah dan mudah untuk dibuat (Dong et al., 2019)

##### B. *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR)

Reaktor ini banyak digunakan secara luas pada pengolahan limbah dengan kadar endapan tinggi seperti limbah ternak, limbah industri. Dalam penerapannya, CSTR dilengkapi dengan sistem pengaduk untuk membantu bahan tercampur rata sehingga lebih efisien dalam produksi biogas. Untuk meningkatkan efisiensi AD, digunakan CSTR dengan sistem 2 tahap, dimana produksi biogas meningkat pada reaktor kedua (Mao et al., 2015).

##### C. *High load reactor*

Reaktor jenis ini memiliki kelebihan yakni mampu menerima *organic loading rate* (OLR) yang lebih tinggi (8-20 kg vs/m<sup>3</sup> d). akan tetapi reaktor ini kurang cocok digunakan pada bahan organik

dengan *total suspended solid* (TSS), dimana akan terjadi endapan pada dasar reaktor (Meisam & Hossein, n.d.).

High load reactor dapat diklasifikasikan lagi menjadi :

- Fixed or moving bed reactor
- Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)
- Membrane Reactor (MBR)

#### *D. Covered Lagoon*

Reaktor ini didesain dengan penutup (cover) yang dapat merenggang untuk menampung gas. *Lagoon* sendiri merupakan sistem penampungan limbah cair pada pengolahan limbah. Biasanya terdiri dari satu sel tertutup (proses AD berlangsung) dan sel lainnya dibiarkan terbuka. *Lagoon* digester bekerja dengan baik pada limbah ternak dengan kandungan total solid <2%, sangat murah dan efektif dalam menghilangkan bau. Akan tetapi produksi biogas yang rendah, perawatan yang sulit menjadi kendala dalam penerapannya (Mutungwazi et al., 2018)

## **2.5. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Biogas**

### **2.5.1. Jenis Substrat**

Jenis substrat yang digunakan sebagai bahan baku merupakan faktor yang sangat penting. Hal ini sangat berpengaruh terhadap lamanya waktu dekomposisi bahan sampai terbentuknya gas metan. Bahan organik yang mengandung selulosa dan lignin lebih lama terdekomposisi dibandingkan dengan limbah kotoran ternak, sehingga untuk menghasilkan proses yang optimal sebaiknya menggunakan bahan campuran limbah pertanian dan kotoran ternak (Haryanto, 2004)

### **2.5.2. Temperatur**

Selama proses fermentasi untuk menghasilkan biogas dalam digester anaerob diperlukan pengendalian suhu atau temperatur yang tepat, karena temperatur berperan penting dalam mengatur jalannya reaksi metabolisme bagi bakteri khususnya bakteri metanogenik. Kisaran suhu yang baik untuk perkembangan bakteri metanogenik yaitu

pada kisaran mesofilik, antara 25-30°C (Haryanto, 2014). Sedangkan menurut Tuti (2006), kondisi termofilik pembentukan biogas ideal pada kisaran 50-55°C. Temperatur yang melebihi batas akan menyebabkan rusaknya protein dan komponen sel esensial lainnya sehingga sel akan mati. Demikian pula bila temperatur dibawah batas akan menyebabkan transportasi nutrisi akan terhambat dan proses kehidupan sel akan terhenti, dengan demikian temperatur berpengaruh terhadap proses perombakan bahan organik dan produksi gas. Kondisi temperatur pada digester tidak hanya berpengaruh terhadap tingginya produksi biogas namun berpengaruh juga terhadap kecepatan waktu untuk menghasilkan produksi pada nilai optimum (Sanjaya *et al.*, 2015).

Maka dari itu untuk menjaga suhu dalam biodigester bisa tetap stabil, kami menggunakan alat *waterbath*. Water bath adalah sebuah alat yang berbentuk seperti oven dan sering digunakan di laboratorium untuk berbagai keperluan. Salah satunya adalah untuk pemanas dalam suhu konstan dalam inkubasi mikrobiologi. Cara kerjanya adalah dengan menggunakan heater kering. Heater ini nantinya akan dikontrol oleh sebuah thermostat. Saat dihidupkan maka arus listrik akan memberikan tenaga untuk menghasilkan panas dan membuat suhunya semakin tinggi. Bagian sensor thermostat akan menjadi panas sehingga cairan yang ada akan memuai. Temperatur yang digunakan pada *waterbath* ini ialah berkisar pada suhu 35-37°C, karena pada temperature inilah perkembangan bakteri sangat baik sehingga menyebabkan proses fermentasi lebih cepat (Haryanto, 2014).

### **2.5.3. pH**

Derajat keasaman (pH) menunjukkan sifat asam atau basa pada suatu bahan. Faktor pH sangat berperan pada dekomposisi anaerob karena apabila pH tidak sesuai, mikroba tidak dapat tumbuh dengan maksimum dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Pada akhirnya kondisi ini dapat menghambat perolehan gas metana. Derajat keasaman yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme adalah 6,8—7,8

(Sugiarto *et al*, 2006). Menurut Haryanto (2004), bakteri metanogenik dalam pertumbuhannya menghendaki pH netral yaitu berkisaran 6,6–7.

#### **2.5.4. Rasio C-N**

Menurut Jorgnesen, perbandingan C/N rasio dari bahan organik sangat menentukan aktivitas mikroba dan produksi biogas. Kebutuhan unsur karbon dapat dipenuhi dari karbohidrat, lemak, dan asam-asam organik, sedangkan kebutuhan nitrogen dipenuhi dari protein, amoniak dan nitrat. Perbandingan C/N untuk masing-masing bahan organik akan mempengaruhi komposisi biogas yang dihasilkan. Perbandingan C/N rasio yang terlalu rendah akan menghasilkan biogas dengan kandungan CH<sub>4</sub> rendah, CO<sub>2</sub> tinggi, H<sub>2</sub> rendah dan N<sub>2</sub> tinggi. Perbandingan C/N yang terlalu tinggi akan menghasilkan biogas dengan kandungan CH<sub>4</sub> rendah, CO<sub>2</sub> tinggi, H<sub>2</sub> tinggi dan N<sub>2</sub> rendah. Perbandingan C/N yang seimbang akan menghasilkan biogas dengan CH<sub>4</sub> tinggi, CO<sub>2</sub> sedang, H<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub> rendah.

#### **2.5.5. Total Solid (TS) dan Volatile Solid (VS)**

Menurut Sulisty (2010), total solid (TS) adalah jumlah materi padatan yang terdapat dalam limbah bahan organik selama proses pencernaan terjadi dan ini mengindikasikan laju penghancuran atau pembusukan material padatan limbah organik. Total Solid merupakan salah satu faktor yang dapat menunjukkan telah terjadinya proses pendegradasian karena padatan ini akan dirombak pada saat terjadinya pendekomposisian bahan. Jumlah TS biasanya direpresentasikan dalam % bahan baku. Pengertian volatile solid (VS) merupakan bagian padatan (total solid-TS) yang berubah menjadi fase gas pada tahapan asidifikasi dan metanogenesis sebagaimana dalam proses fermentasi limbah organik. Volatile Solid merupakan jumlah indikasi awal pembentukan gas metane, jumlah VS biasanya direpresentasikan dalam % total solid (TS) atau mg/l leachate MLVSS (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids).

## 2.6 Pengadukan

Pengadukan dan pembuatan biogas perlu dilakukan, hal ini bertujuan untuk menghomogenkan bahan baku agar mempercepat kontak substrat dengan mikroorganisme pada pembuatan biogas, seperti kotoran ternak, limbah pertanian, dan bahan-bahan lainnya. Karena pada saat pencampuran dilakukan, bahan-bahan tersebut tidak tercampur dengan baik dan merata (Haryanto, 2014).

Perlakuan pengadukan dilakukan untuk mendapatkan komposisi substrat dan starter yang homogen didalam reaktor. Pengadukan juga dilakukan untuk mencegah terjadinya benda-benda mengapung pada permukaan cairan dan untuk mendapatkan temperatur yang seragam pada reaktor (Yahya dkk, 2019).

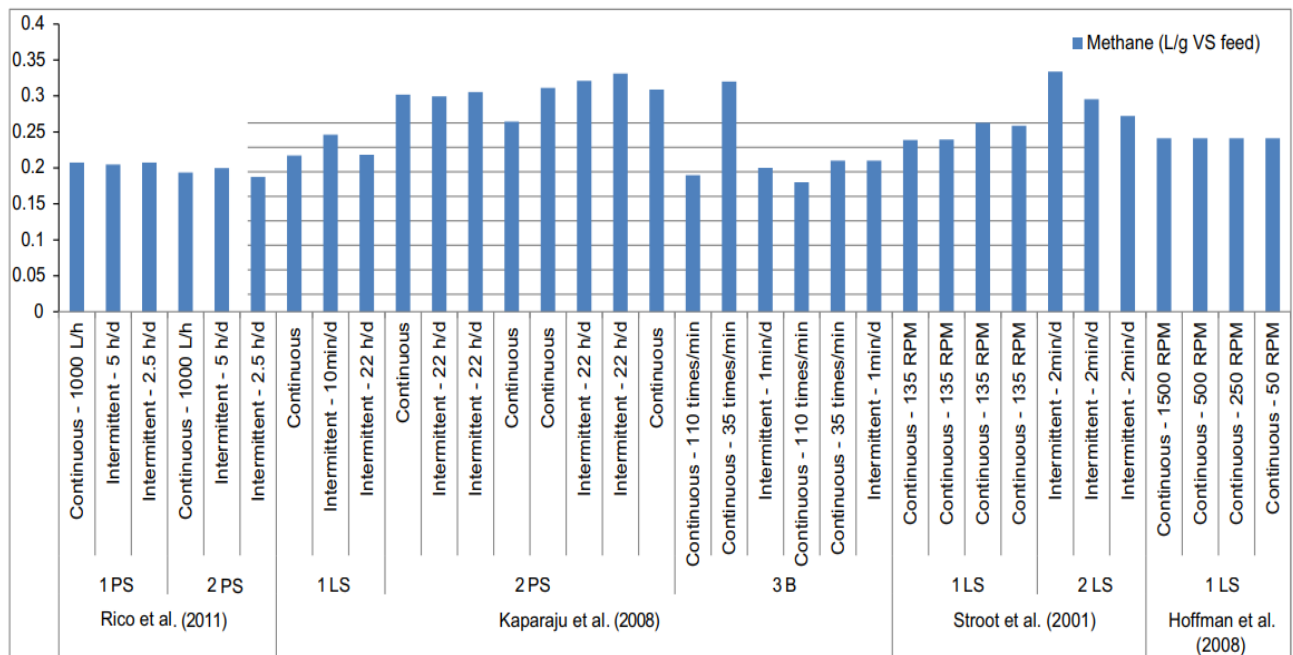
Pada dasarnya jenis dari pengadukan yang dilakukan pada penelitian biogas terdapat dua yang sering digunakan oleh beberapa peneliti. Yaitu *continuously mixing* dan *intermiten mixing*. Adapun penjelasan dari kedua jenis pengadukan ini ialah:

- *Continuously mixing*

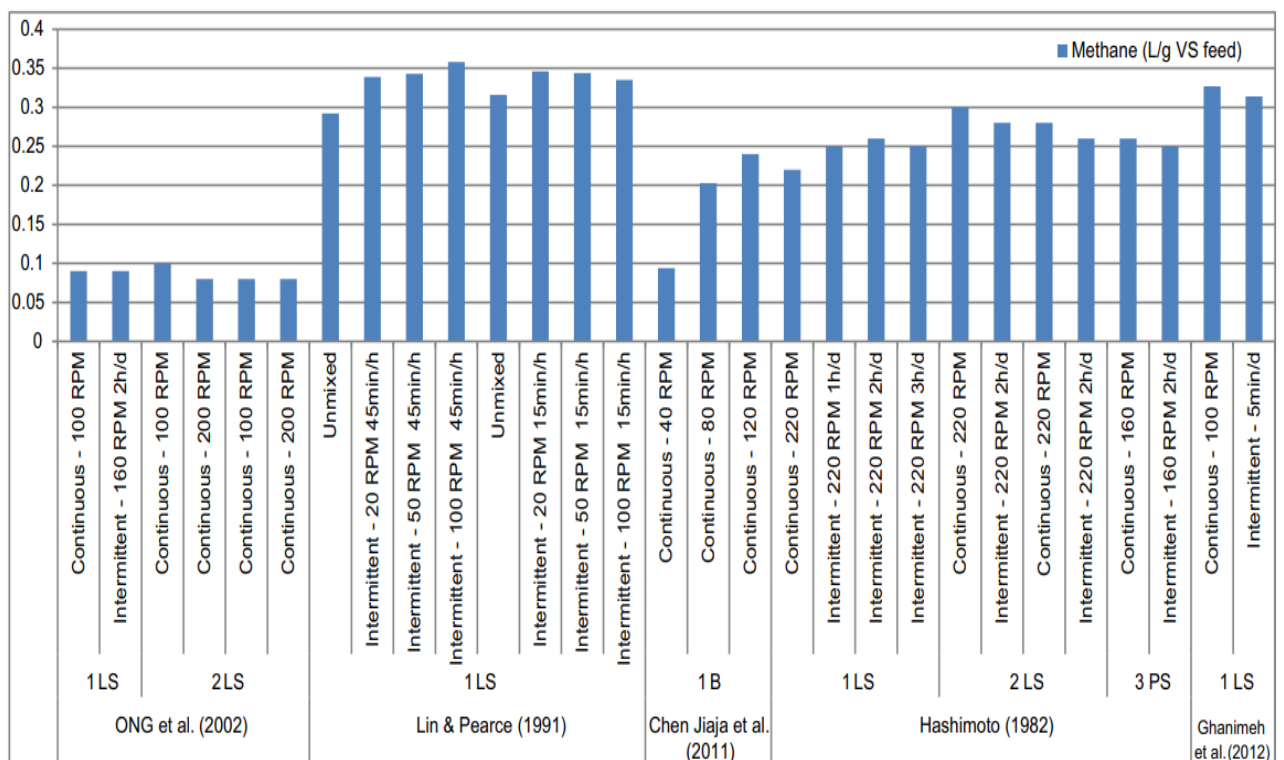
*Continuously mixing* ialah metode pengadukan yang terus-menerus selama proses fermentasi di biodigester berlangsung.

- *Intermiten mixing*

*Intermiten mixing* ialah metode pengadukan yang dilakukan tidak terus menerus namun dilakukan dalam interval waktu yang ditentukan. Pengadukan jenis bisa dilakukan selama 1, 2, 3, bahkan 5 jam setiap hari selama masa fermentasi yang telah ditentukan.



Gambar 2.2 Komposisi gas metana berdasarkan jenis pengadukan (Johan, 2013)



Gambar 2.3 Komposisi gas metana berdasarkan jenis pengadukan (Johan, 2013)



Dari berbagai tinjauan literatur yang telah didapatkan, dapat disimpulkan bahwa, meskipun pentingnya metode pengadukan untuk meningkatkan kinerja dalam *anaerobic digestion* yang telah dicatat oleh banyak peneliti. Metode pengadukan yang optimal masih tidak ada. Ketidakpastian dan perbedaan pada hasil penelitian yang berbeda adalah karena evaluasi pendekatan yang diadopsi oleh para peneliti. Optimalisasi pengadukan dalam anaerobic digestion memerlukan pendekatan multidisiplin yang harus mencakup mekanika fluida dan mikrobiologi (Singh, 2020).

## **2.7 Substrat**

### **2.7.1. Kotoran sapi**

Para peternak dalam beternak sapi pada umumnya bertujuan untuk memperoleh daging sapi dan juga susu sapi. Namun, selain menghasilkan daging dan susu beternak sapi juga menghasilkan kotoran.

Kotoran sapi adalah limbah dari usaha peternakan sapi yang bersifat padat dan dalam proses pembuangannya sering bercampur dengan urin dan gas, seperti metana dan amoniak. Kandungan unsur hara dalam kotoran sapi bervariasi tergantung pada keadaan tingkat produksinya, jenis, jumlah konsumsi pakan, serta individu ternak sendiri (Wahyuni, 2005).

Kotoran hewan lebih sering dipilih sebagai bahan pembuat biogas karena ketersediaannya sangat besar. Bahan ini memiliki keseimbangan nutrisi, mudah diencerkan dan relatif dapat diproses secara biologi (Wahyuni, 2005).

Bila tidak dimanfaatkan dan ditangani dengan baik kotoran sapi dapat menimbulkan masalah karena selain mengotori lingkungan juga dapat menimbulkan penyakit terhadap masyarakat disekitarnya. Hal ini tentu tidak akan di biarkan begitu saja. Seekor sapi dapat menghasilkan kotoran 8 hingga 10 kg. Kotoran sapi mempunyai C/N rasio yang rendah yaitu 1 : 11 hal ini berarti dalam kotoran sapi banyak

mengandung nitrogen (N). Kotoran sapi dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut:



**Gambar 2.4** Kotoran sapi (Edi dan Adi Susanto,2018)

Kotoran sapi merupakan limbah hasil pencernaan sapi dan hewan dari subfamili Bovinae. Kotoran sapi memiliki warna yang bervariasi dari kehijauan hingga kehitaman, tergantung makanan yang dimakannya. Kotoran sapi cenderung menjadi lebih gelap apabila terpapar sinar matahari.

### **2.7.2. Serbuk Gergaji**

Serbuk gergaji merupakan limbah dari penggergajian kayu. Serbuk gergaji dapat mempercepat proses fermentasi biogas, sehingga serbuk gergaji yang telah terurai lebih mudah diproses oleh bakteri metanogenesis (Dewi and Dewi 2014). Dalam berbagai penelitian ditemukan bahwa serbuk gergaji dapat menaikkan dan menghasilkan presentasi gas metan, dengan komposisi kimia serbuk gergaji adalah Karbon (C) 50%, Hidrogen (H) 6%, Nitrogen (N) 0.04 – 0.10% dan Abu 0.20 – 0.50 % (Harfian, 2020).

Pada penelitian “**PRODUKSI BIOGAS PADA VARIASI CAMPURAN SERBUK GERGAJI DAN KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN METODE *INTERMITTEN MIXING***”, ini membandingkan hasil dari penelitian “**PENGARUH SERBUK GERGAJI TERHADAP PRODUKTIVITAS BIOGAS KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN MEDIA ARANG AKTIF SEBAGAI FILTER**” yang dilakukan oleh Harfian Maulana Muhammad pada tahun 2020. Pada penelitian penulis kali ini menggunakan metode yang berbeda yaitu metode *intermiten mixing* dimana tujuannya agar bakteri yang membantu proses fermentasi bisa tersebar merata agar produksi gas metana lebih tinggi.