

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fatty Acid.....	7
Tabel 2.2 Nutrisi Mikro.....	9
Tabel 2.3 <i>C/N Ratio</i> Dari Bahan Baku.....	10
Tabel 2.4 Produksi Methana	11
Table 2.5 Komposisi EM4.....	11
Tabel 2.6 Unsur-Unsur Biogas	12
Tabel 2.7 Komposisi Sampah Rumah Tangga	12
Tabel 2.8 Kelebihan Dan Kekurangan Wet & Dry Digester	13
Tabel 2.9 Perbandingan Konfigurasi Reaktor	13
Table 2.10 Faktor Koreksi.....	14
Tabel 3.1 Komposisi Campuran Substrat <i>Dry Digester</i>	19
Tabel 3.2 Komposisi Campuran Substrat <i>Wet Digester</i>	19

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi anaerob. Komposisi biogas sebagian besar terdiri dari metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2) dan sejumlah kecil hidrogen (H_2), nitrogen (N_2), hidrogen sulfida (H_2S) dan oksigen (O_2). Tetapi hanya metana (CH_4) yang dimanfaatkan untuk bahan bakar. Bahan-bahan organik yang dapat digunakan untuk produksi biogas dapat berupa limbah sayur, limbah buah, limbah rumah tangga dan kotoran ternak.

Dengan menumpuknya limbah rumah tangga dan minimnya pemanfaatan maka dilakukan pengolahan, salah satunya dengan memanfaatkan limbah rumah tangga sebagai penghasil energi terbarukan. Ketersediaan limbah rumah tangga di Indonesia yang melimpah merupakan salah satu potensi sumber daya yang dapat digunakan untuk memproduksi biogas, yang jika dimanfaatkan secara maksimal akan berdampak besar dalam mengurangi pencemaran lingkungan [1].

Konstruksi sistem biogas yang pada umumnya permanen menjadi salah satu kendala yang besar dalam penggunaan biogas skala rumah tangga, baik dari sisi biaya, instalasi, operasi dan *maintenance*. Konstruksi biogas *mobile* menjadi salah satu solusi dalam penggunaan biogas skala rumah tangga yang murah dan mudah pengoperasiannya serta dapat digerakkan dengan bebas dan mudah.

Proses fermentasi menjadi parameter penting dalam produksi gas yang dihasilkan pada digester. Proses fermentasi yang terjadi dalam proses biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya temperatur. Fermentasi bakteri anaerobik sangat dipengaruhi oleh perubahan suhu. Digester anaerob dapat bekerja pada temperatur *psychrophilic* (20°C) tetapi umumnya digester anaerob dioperasikan pada temperatur *mesophilic* (35°C) dan temperatur *thermophilic* (50°C sampai 60°C). Bakteri *mesophilic* aktif dalam rentang temperatur yang lebih luas

dibandingkan dengan bakteri *thermophilic* dan dapat mentoleransi perubahan yang besar didalam lingkungan [2].

Proses pembuatan biogas terbagi menjadi 2 jenis, yaitu *wet digester* dan *dry digester*. Dalam proses *wet digestion* total solid yang digunakan kurang dari 10%, sedangkan pada proses *dry digestion* total solid yang digunakan lebih dari 25%.

Pada saat periode awal, sistem yang menggunakan proses *dry digestion*, performance yang lebih baik dapat dicapai saat temperatur *thermophilic* [2]. Sedangkan pada sistem yang menggunakan proses *wet digester*, temperatur optimalnya adalah 35°C [1].

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat adakah perbandingan *wet digester* dan *dry digester* terhadap produksi biogas rumah tangga mobile. Hasil dari penelitian ini merupakan bagian dari topik Biogas Rumah Tangga Mobile dan diharapkan dapat memberi masukan dalam menentukan sistem yang tepat untuk Biogas Rumah Tangga Mobile agar dapat optimal dan efisien.

1.2. Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang, maka rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah bagaimana perbandingan *dry digester* dan *wet digester* berbahan sampah rumah tangga terhadap produksi biogas yang dihasilkan.

1.3. Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan baku biogas yang digunakan adalah limbah rumah tangga dan inokulum EM4 (*Effective Microorganisme*).
2. Jenis reaktor yang digunakan adalah *dry digester* dan *wet digester* dengan kapasitas 50 liter.
3. Tidak dilakukan pengkondisian pH.
4. Tidak dilakukan pengkondisian temperatur.
5. Tidak dilakukan *pre-treatment* pada substrat.

6. Waktu pengujian pendahuluan selama 4 minggu dengan variasi tanpa/dengan insulator.
7. Waktu penelitian selama 4 minggu.

1.4. Tujuan

Berdasarkan pokok permasalahan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perbandingan *wet* dan *dry digester* terhadap produksi biogas dan gas methana dengan menggunakan substrat sampah rumah tangga.
2. Untuk mengetahui pengaruh EM4 terhadap produksi biogas dan gas methana dengan menggunakan substrat sampah rumah tangga.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis, penulis dapat menerapkan ilmu dan teori yang didapatkan dari perkuliahan dan literatur untuk memecahkan masalah terjadi di masyarakat.
2. Bagi masyarakat, masyarakat dapat mengatasi masalah limbah rumah tangga sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan. Meningkatkan nilai ekonomis limbah rumah tangga dengan memberikan suatu kemudahan dengan cara mengoptimalkan serta memaksimalkan kemampuan digester untuk memproduksi biogas.
3. Bagi lingkungan, dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat mengurangi pencemaran pada lingkungan, yaitu pencemaran udara, tanah dan air yang disebabkan oleh limbah rumah tangga.

1.6. Metodologi Penelitian

Metodologi yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur

Studi literatur dipelukan untuk memahami, menentukan dan memperdalam metode yang akan dilakukan. Sumber literatur didapatkan dari Jurnal Ilmiah, Thesis, *E-Book* dan Buku Cetak.

2. Analisa objek

Menganalisa objek yang akan diteliti untuk memperkuat pengetahuan yang didapat dari studi literatur serta menambah informasi yang diperlukan untuk melakukan langkah selanjutnya.

3. Eksperimen dan pengambilan data

Melakukan eksperimen dengan parameter dan batasan masalah yang telah ditentukan untuk mengambil data yang diperlukan serta mendokumentasikan data yang didapat dari eksperimen.

4. Analisa dan kesimpulan

Data yang telah didapatkan diolah dan dianalisis agar dapat ditarik kesimpulannya.

5. Pembuatan laporan

Seluruh data dan analisis yang telah dilakukan ditulis dalam sebuah laporan akhir.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan bertujuan untuk menggambarkan secara umum kerangka penulisan dari penelitian yang akan dilakukan. Dalam penulisan tugas akhir ini, terdiri dari lima bab, antara lain:

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang latar belakang pengambilan judul, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dari penelitian dan manfaat dari penelitian yang dilakukan.

BAB II DASAR TEORI

Berisi teori-teori yang digunakan dalam penelitian berdasarkan topik yang diambil.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan alur penelitian yang akan dilakukan dan alat/bahan yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS DATA

Berisi data-data yang didapat dari eksperimen yang dilakukan serta analisis dari data-data tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

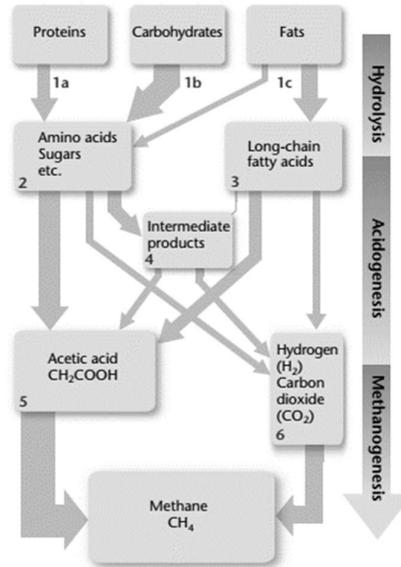
Berisi kesimpulan yang didapat dari analisis data yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Prinsip Dasar Produksi Biogas

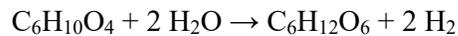
Proses pembentukan biogas terbagi menjadi tiga tahap: hydrolysis, acidogenesis dan methanogenesis, dimana pada setiap tahap, bakteri yang berkerja berbeda dengan bagian lainnya.



Gambar 2.1 Dekomposisi Anaerobic [3]

1. Hydrolysis

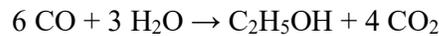
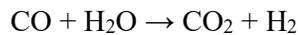
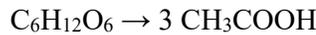
Selama proses hydrolysis, protein, karbohidrat dan lemak dipecah menjadi *monomers/molekul kecil*. Bakteri *hydrolytic* memproduksi enzim tertentu yang menyebabkan terjadinya dekomposisi. Pada tahap ini karbohidrat, lemak dan protein diubah menjadi glukosa, *long-chain fatty acids*, *amino acid*. Perkiraan rumus kimia untuk bahan organik dari limbah padat perkotaan adalah $C_6H_{10}O_4$ [4].



2. Acidogenesis dan Acetogenesis

Pada tahap acidogenesis, fermentasi substrat diubah menjadi *volatile fatty acids* (VFA) seperti *butyric acid*, *propionic acid*, *acetic acid*, *valeric acid* dan

pada tahap ini juga terjadi penurunan pH. Sekitar 50% *monomers* (glukosa, *amino acid*) dan *long-chain fatty acids* (LCFA) dipecah menjadi *acetic acid* (CH₃COOH), 20% diubah menjadi karbon dioksida (CO₂) dan hidrogen (H₂), dan 30% dipecah menjadi *short-chain volatile fatty acids* (VFA). Jika terjadi ketidakseimbangan pada tahap ini, level relatif dari VFA akan meningkat yang berakibat bakteri menjadi lambat berkembang biak dikarenakan tingkat keasaman yang tinggi.



Pada tahap acetogenesis, produk pada tahap acidogenesis diolah lebih lanjut menjadi *acetic acid*, hidrogen, dan karbondioksida. Kondisi lingkungan berperan terhadap produk yang dihasilkan.



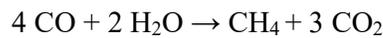
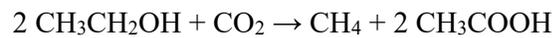
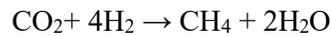
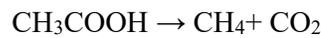
Tabel 2.1 Fatty Acid [3]

<i>Short-Chain Fatty Acid (VFA)</i>	<i>Chemical Formula</i>
<i>Formic Acid</i>	HCOOH
<i>Acetic Acid</i>	CH ₃ COOH
<i>Propionic Acid</i>	C ₂ H ₅ COOH
<i>Butyric Acid</i>	C ₃ H ₇ COOH
<i>Long-Chain Fatty Acid (LCFA)</i>	<i>Chemical Formula</i>
<i>Lauric Acid</i>	C ₁₁ H ₂₃ COOH
<i>Palmitic Acid</i>	C ₁₅ H ₃₁ COOH
<i>Stearic Acid</i>	C ₁₇ H ₃₅ COOH
<i>Oleic Acid</i>	C ₁₇ H ₃₃ COOH
<i>Linoleic Acid</i>	C ₁₇ H ₃₁ COOH
<i>Linoleic Acid</i>	C ₁₇ H ₂₉ COOH

3. Methanogenesis

Dua bakteri yang berbeda bertanggung jawab dalam produksi gas metana. Bakteri *acetotrophic methanogens* memecah acetic acid menjadi gas metana

dan bakteri *hydrogenotrophic methanogens* memproduksi gas metana dari karbon dioksida dan hydrogen. Dalam kondisi stabil, sekitar 70% dari gas metana berasal dari acetic acid dan 30% berasal dari karbon dioksida dan hydrogen. Beberapa bakteri *hydrogentropic methanogens* dapat menggunakan gas karbon monoksida untuk memproduksi gas methana [2].



2.2. Faktor Yang Menentukan Produksi Biogas

Agar proses biogas dapat efektif dan produktif, ada beberapa parameter yang dapat mempengaruhi produksi biogas, antara lain:

1. Kondisi *Anaerobic*

Dalam tahap methanogenesis, kondisi digester harus bebas dari oksigen (*anaerobic*) maka itu digester harus kedap udara. Adanya oksigen akan menghambat/menggagalkan proses *anaerobic digestion*.

2. Temperatur

Temperatur memiliki peran penting dalam proses *anaerobic digestion*. Perubahan temperatur, meskipun hanya beberapa derajat, dapat mempengaruhi hampir semua aktivitas biologis, seperti proses acidogenesis dan methanogenesis. Secara umum ada tiga jenis bakteri *anaerobic* yang bekerja pada temperatur tertentu, yaitu:

- a. *Psychrophilic* 0 – 20°C
- b. *Mesophilic* 15 – 45°C
- c. *Thermophilic* 40 – 65°C

Secara umum bakteri *anaerobic* sangat sensitif terhadap perubahan temperatur. Sensitifitas dari bakteri meningkat sesuai dengan temperaturnya. Seperti bakteri *mesophilic* yang bekerja pada suhu sekitar 37°C, memiliki toleransi perubahan suhu $\pm 2^\circ\text{C}$ dan bakteri *thermophilic* yang bekerja pada suhu sekitar

52°C, memiliki toleransi perubahan suhu $\pm 0,5^\circ\text{C}$ [3]. Perubahan temperatur harus berlangsung secara perlahan agar bakteri dapat beradaptasi dengan baik.

3. Keasaman (pH)

Bakteri *anaerobic* dapat bekerja dalam rentang pH sekitar 6,5 sampai 7,5, tetapi pH optimal berada dalam rentang 6,8 sampai 7,2. Kegagalan dalam proses anaerobic muncul ketika pH kurang dari 6,1 atau lebih dari 8,3 [2]. Substrat yang berbahan dasar tanaman seringkali memiliki pH yang tinggi (8 – 8,3) dikarenakan memiliki kadar *ammonium* yang tinggi [3]. pH optimum untuk *mesophilic digestion* adalah sekitar 7 dan pH optimum untuk *thermophilic digestion* sekitar 7,5 [5].

4. Rasio Karbon (C)/Nitrogen (N)

Bakteri methanogenesis membutuhkan nutrisi makro dan nutrisi mikro untuk berkembang. Nutrisi makro yang dibutuhkan adalah nitrogen (N), phosphorus (P) dan potassium (K) [3]. Nitrogen dibutuhkan bakteri untuk pembentukan sel dan karbon diperlukan untuk pembentukan gas metana. Rasio C/N optimum adalah sekitar 20 – 30.

Tabel 2.2 Nutrisi Mikro [3]

<i>Essential Micronutrients</i>	<i>Optimum Concentration (g/m³)</i>
<i>Barium (Ba)</i>	0,05
<i>Iron (Fe)</i>	0,2
<i>Calcium (Ca)</i>	0,03
<i>Cobalt (Co)</i>	0,005
<i>Magnesium (Mg)</i>	0,02
<i>Moldybdenum (Mo)</i>	0,005
<i>Nickel (Ni)</i>	0,01

Namun jika C/N ratio tinggi, artinya sampah rumah tangga yang digunakan memiliki kandungan nitrogen yang rendah atau kandungan carbon yang

tinggi, yang akan menyebabkan nitrogen akan cepat habis dikonsumsi oleh bakteri methanogen, yang menyebabkan tidak adanya produksi biogas dikarenakan rendahnya kadar nitrogen.

Jika C/N ratio rendah, artinya sampah rumah tangga yang digunakan memiliki kandungan nitrogen yang tinggi. Nitrogen akan terakumulasi didalam digester yang akan berakibat naiknya pH dan akan menjadi racun untuk methanogen. Dalam *dry digester* yang menggunakan *thermophilic temperature*, rasio C/N yang optimal adalah sekitar 27 – 32 [5].

Tabel 2.3 C/N Ratio Dari Bahan Baku [5]

<i>Raw Material</i>	<i>C/N Ratio</i>
<i>Human excreta</i>	8,0
<i>Duck Dung</i>	8,0
<i>Chicken Dung</i>	10,0
<i>Goat Dung</i>	12,0
<i>Sheep Dung</i>	19,0
<i>Food Waste</i>	15,0
<i>Cow Dung</i>	24,0
<i>Fruit and Vegetable Waste</i>	34,0
<i>Municipal Solid Waste</i>	40,0
<i>Rice Straw</i>	70,0
<i>Maize Straw</i>	60,0
<i>Saw Dust</i>	>200,0
<i>Waste Paper</i>	>400,0

5. Bahan Baku

Jumlah karbohidrat, protein dan lemak berpengaruh terhadap produksi biogas yang dihasilkan. Berikut adalah tabel produksi gas methana berdasarkan komposisi dari bahan baku yang digunakan.