

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Hasil Penelitian Terdahulu

1. Penelitian dengan judul “**Analisis Kandungan Metana Pada Biogas Dari Limbah Buah Jeruk (*Citrus sinensis osbeck*) Sebagai Sumber Energi Terbarukan**” yang disusun oleh Ony Tauriza

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan gas metana yang diproduksi dari limbah buah jeruk selaku tenaga alternatif terbarukan.

Dari hasil penelitian, dua komponen dasar limbah buah jeruk yang dibuang serta limbah buah jeruk yang busuk berpotensi guna menciptakan suatu energi terbarukan, apabila dilihat dari nilai persentase totalnya nyaris sama, yakni  $11,32 \pm$  daging. 0, 45%,  $10,79 \pm 0,49\%$  dari kulit serta  $12,05 \pm 0,51\%$  dari campuran. Sebaliknya untuk limbah buah jeruk yang sudah busuk ialah  $11,48 \pm 0,53\%$  bagian daging,  $10,85 \pm 0 35\%$  bagian kulit serta  $12,83 \pm 0, 41\%$  jenis kombinasi. Dari hasil analisis statistik pengukuran antara kandungan metana pada limbah buah jeruk buangan serta limbah buah jeruk busuk, dipecah jadi 3 bagian dengan hasil yang bervariasi dimana pada pengukuran total volume metana serta total volume metana serta total kalor mempunyai hasil analisis  $H_0$  ditolak serta  $H_1$  diterima yang perihal ini berarti tidak ada banyak perbandingan nilai total limbah buah jeruk buangan serta limbah buah jeruk busuk. Namun buat total kalor pada bahan kulit membuktikan  $H_0$  diterima serta  $H_1$  ditolak yang maksudnya ada persamaan kadar jumlah kalor pada limbah buah jeruk buangan dengan limbah buah jeruk busuk. Secara universal perbandingan nilai isi metana pada limbah buah buangan serta limbah buah busuk relatif besar.

2. Penelitian dengan judul **“Pengaruh Starter Ragi dalam Proses Pembentukan Biogas Limbah Buah”** yang disusun oleh Delvis Agusman, Rifky, Ario Kilat Buono

Penelitian ini bertujuan untuk mengenali bagaimana pengaruh starter ragi terhadap pembuatan biogas dari limbah buah.

Kesimpulan dari penelitian tersebut ialah tekanan biogas yang tidak memakai ragi lebih besar 62% dari pada tekanan biogas yang menggunakan ragi, akibat penciptaan  $\text{CO}_2$  yang bertambah serta kecepatan debit gas yang memakai ragi  $1,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  serta kecepatan debit gas yang tidak memakai ragi  $2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  hingga kecepatan debit gas yang tidak memakai ragi lebih besar dibanding yang memakai ragi serta pula hasil dari proses fermentasi biogas sepanjang 21 hari yang memakai starter jumlah gas metan ( $\text{CH}_4$ ) 7,2% serta karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) 65,7% sebaliknya yang tidak memakai starter jumlah gas metan ( $\text{CH}_4$ ) 9,9% serta karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) 76,3% sehingga gas yang dihasilkan menyebabkan tidak bisa terbakar.

3. Penelitian dengan judul **“Pembuatan Biogas Dari Campuran Kulit Pisang Dan Kotoran Sapi Dengan Menggunakan Bioreaktor Anaerobik”** oleh Catur Wulandari dan Qithrin Labiba

Tujuan dari penelitian ini merupakan untuk mengenali pengaruh perubahan kombinasi kulit pisang serta kotoran sapi terhadap pembuatan biogas.

Kesimpulan dari penelitian ini merupakan penciptaan biogas terbanyak ada pada campuran kotoran sapi serta kulit pisang. Tidak hanya itu, penumpukan serta penciptaan biogas yang baik ada pada alterasi HRT (*Hydraulic Retention Time*) 85 hari dari kotoran sapi sebanyak 1,7 L, dari kulit pisang serta campuran kotoran sapi sebanyak 1,5 L dan kulit pisang 2,7 L.

**Tabel II.1 Hasil Penelitian Terdahulu**

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Tahun	Hasil
1.	Ony Tauriza	“Analisis Kandungan Metana Pada Biogas Dari Limbah Buah Jeruk ( <i>Citrus sinensis osbeck</i> ) Sebagai Sumber Energi Terbarukan”	Program Studi Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember	2015	Limbah buah jeruk buangan dan limbah buah jeruk busuk mempunyai kemampuan sebagai bahan limbah alternatif terbarukan yang nyaris sama apabila dilihat dari nilai total persentase ialah $11,32 \pm 0,45\%$ bagian daging, $10,79 \pm 0,49\%$ bagian kulit serta $12,05 \pm 0,51\%$ bagian campuran. Sebaliknya untuk limbah buah jeruk busuk ialah $11,48 \pm 0,53\%$ bagian daging, $10,85 \pm 0,35\%$ bagian kulit serta $12,83 \pm 0,41\%$ jenis campuran. Dari hasil analisis pengukuran antara kandungan metana pada limbah buah jeruk buangan serta limbah buah jeruk busuk, dipecah jadi 3 bagian hasilnya bermacam-macam dimana pada pengukuran total volume metana serta total volume metana serta total kalor mempunyai hasil analisis Ho ditolak serta $H_1$ diterima yang maksudnya ada perbandingan yang tidak terlalu berbeda antara nilai total limbah buah jeruk buangan dengan limbah buah jeruk busuk.
Pembeda					
1.	Wisnu Dewi Wuryan	“Pengaruh Waktu Fermentasi Biogas Bahan Baku Limbah Buah Pisang ( <i>Musa paradisiaca</i> ), Pepaya ( <i>Carica papaya</i> ) Dan Nanas ( <i>Ananas comosus</i> ) Terhadap Terbentuknya Volume Biogas”	Program Studi Sanitasi Program Studi D-III Kampus Magetan	2021	Bahan baku yang peneliti di atas gunakan adalah hanya buah jeruk saja, dan yang menjadi pembeda adalah peneliti disini menggunakan bahan baku limbah buah pisang, pepaya dan nanas.

No	Nama Peneliti	Jenis Peneliti	Lokasi Penelitian	Tahun	Hasil
2.	Delvis Agusman, Rifky, Ario Kilat Buono	<b>“Pengaruh Starter Ragi dalam Proses Pembentukan Biogas Limbah Buah”</b>	Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Jakarta	2017	Tekanan biogas yang tidak memakai ragi lebih besar 62% dari pada tekanan biogas dengan ragi, akibat penciptaan CO <sub>2</sub> yang bertambah serta kecepatan debit gas yang memakai ragi $1,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ serta kecepatan debit gas yang tidak memakai ragi $2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ hingga kecepatan debit gas yang tidak memakai ragi lebih besar dibanding yang memakai ragi serta pula hasil dari proses fermentasi biogas sepanjang 21 hari yang memakai starter jumlah gas metan (CH <sub>4</sub> ) 7,2% serta karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ) 65, 7% sebaliknya yang tidak memakai starter jumlah gas metan (CH <sub>4</sub> ) 9,9% serta karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ) 76,3% sehingga gas yang dihasilkan menyebabkan tidak bisa terbakar.
Pembeda					
2	Wisnu Dewi Wuryan	<b>“Pengaruh Waktu Fermentasi Biogas Bahan Baku Limbah Buah Pisang (<i>Musa paradisiaca</i>), Pepaya (<i>Carica papaya</i>) Dan Nanas (<i>Ananas comosus</i>) Terhadap Terbentuknya Volume Biogas”</b>	Program Studi Sanitasi Program Studi D-III Kampus Magetan	2021	Penelitian di atas dalam melakukan eksperimennya menggunakan starter yaitu ragi untuk mempercepat terjadinya fermentasi, dan untuk peneliti ini pembedanya yaitu tidak menggunakan starter agar hasil dari limbah buah tersebut dapat diketahui gas murni yang dihasilkan.

No	Nama Peneliti	Jenis Peneliti	Lokasi Penelitian	Tahun	Hasil
3.	Catur Wulandari dan Qithrin Labiba	<b>“Pembuatan Biogas Dari Campuran Kulit Pisang Dan Kotoran Sapi Dengan Menggunakan Bioreaktor Anaerobik”</b>	Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya	2017	Produksi biogas yang terbanyak adalah terdapat pada campuran kotoran sapi dan juga kulit pisang. Dan juga produksi pengumpulan biogas yang baik ada pada alterasi HRT (Hydraulic Retention Time) 85 hari dari kotoran sapi 1,7 liter, kulit pisang serta campuran kotoran sapi 1,5 liter dan juga kulit pisang 2,7 liter.
Pembeda					
3.	Wisnu Dewi Wuryan	<b>“Pengaruh Waktu Fermentasi Biogas Bahan Baku Limbah Buah Pisang (<i>Musa paradisiaca</i>), Pepaya (<i>Carica papaya</i>) Dan Nanas (<i>Ananas comosus</i>) Terhadap Terbentuknya Volume Biogas”</b>	Program Studi Sanitasi Program Studi D-III Kampus Magetan	2021	Penelitian di atas dalam melakukan eksperimennya menggunakan campuran kulit pisang dengan kotoran sapi untuk mengetahui variasi dari campuran tersebut fermentasi, dan untuk penelitian ini pembedanya yaitu tidak menggunakan campuran kotoran namun dengan menggunakan variasi batasan waktu

## B. Telaah Pustaka Lain Yang Sesuai

### 1. Limbah Buah - buahan

#### a. Buah Pisang

##### 1) Klasifikasi Buah Pisang Kepok

Indonesia merupakan negara dengan produksi tanaman pisang yang besar serta mempunyai kecenderungan bertambah dari tahun ke tahun. Limbah yang dihasilkan dari buah pisang juga pasti akan meningkat dengan pertumbuhan yang cenderung melonjak.



Gambar 2.1 *Musa paradisiaca* (Pisang Kepok)

Berikut klasifikasi yang dimiliki oleh buah pisang :

Kingdom : *Plantae*  
Filum : *Magnoliophyta*  
Class : *Liliopsida*  
Ordo : *Zingiberales*  
Famili : *Musaceae*  
Genus : *Musa*  
Spesies : *Musa paradisiaca*

##### 2) Morfologi Pisang Kepok

Pisang kepok adalah tumbuhan monokarpik atau tanaman yang mempunyai sistem hanya berbuah sekali atau disebut juga (*monocarpic*), dan kemudian mati (Yuliasih, 2016). Pisang kepok mempunyai beberapa bagian terdiri dari buah, daun dan juga batang. Akar yang terdapat pada pohon pisang berbentuk rimpang dan berpangkal pada umbi batang, serta pertumbuhan yang mencapai 4-5 meter akan terjadi pada akar pisang kepok (Satuhu &

Supriyadi, 2000). Mahkota akan terbentuk ketika daun yang sudah tua terdesak keluar dan sebaliknya daun muda akan timbul dari bagian di antara batang (Rozyandra, 2004). Punggung daunnya berwarna hijau kekuningan dan permukaan daun tampak mengkilap dengan akar daun yang membentuk bundaran pada kedua sisinya (Ambarita & Bayu, 2015).

### 3) Manfaat Pisang Kepok

Pisang kepok ialah tumbuhan yang serbaguna serta memiliki banyak khasiat, sama seperti jenis pisang lainnya. Mulai dari pangkal sampai buahnya bisa dimanfaatkan untuk kehidupan keseharian. Pada daun pisang muda bisa digunakan sebagai obat penawar yang berkhasiat untuk mengobati radang selaput lendir pada mata serta luka bakar (Atun, 2007). Untuk daun pisang yang telah tua kerap dimanfaatkan oleh warga pedesaan untuk pakan ternak ataupun bisa dijadikan kompos begitupun juga untuk batang pisang.

### 4) Kandungan Pisang Kepok

Pada buah pisang kepok mempunyai kandungan energi yang lebih tinggi daripada buah-buahan yang ada lainnya (Forster dkk, 2003).

Tabel II.2 Kandungan Gizi Buah Pisang (tiap 100 gram sampel)

Kandungan	Jumlah	Kandungan	Jumlah
Glukosa	12,2 g	Lemak	0,50 g
Kalsium	10 mg	Zat besi	0,50 mg
Air	75 %	Vitamin B3	0,10 mg
Protein	0,80 g	Vitamin B1	0,10 mg
Karbohidrat	26,30 g	Vitamin C	9 mg

## b. Buah Pepaya

### 1) Klasifikasi Tanaman Buah Pepaya

Buah Pepaya adalah tumbuhan yang banyak tersebar di bagian daerah Indonesia. Menurut data BPS (2015), produksi buah pepaya Indonesia berfluktuasi mulai tahun 2012 sampai tahun 2014. Pada tahun 2012, produksi pepaya mencapai 906.312 ton, dan pada tahun 2013 mencapai 909.827 ton.



Gambar 2.2 *Carica papaya* (Pepaya)

Buah Pepaya memiliki klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*  
Filum : *Spermatophyta*  
Class : *Dicotyledoneae*  
Ordo : *Cistales*  
Famili : *Caricaceae*  
Genus : *Carica*  
Spesies : *Carica papaya*

### 2) Morfologi Tanaman Pepaya

Batang ialah bagian yang bernilai bagi berkembangnya ranting buah. Permukaan batang tumbuhan pepaya sedikit licin, batanya berongga, biasanya tidak bercabang ataupun bercabang sedikit. Arah berkembang batang ialah tegak lurus ke atas, besar tumbuhan pepaya mencapai 5-10 meter. (Agustina, 2017). Daun pepaya bersusun dalam bentuk spiral, menyelubungi ujung batang. Daunnya juga tunggal, membulat, ujungnya melancip, pangkalnya

terpotong pun tepinya bergerigi. Diameter daun berkisar antara 20-75 cm. Daun pepaya mempunyai urat jari, yang cocok dengan bentuk telapak tangan (Hanzah, 2014). Akar (*radix*) papaya adalah akar dengan bentuk akar tunggang (*radix primaria*) karena akar badan terus berkembang menjadi akar tunggang kemudian bercabang menjadi akar yang lebih kecil.

### 3) Manfaat Buah Pepaya

Kharisma (2017), Tanaman pepaya memiliki senyawa nutritif dan non nutritif yang mempunyai segudang khasiat bagi kesehatan tubuh. Tidak hanya buah pepaya matang yang bisa dimakan setiap hari. Buah pepaya muda, biji, daun serta akarnya juga dapat digunakan sebagai obat penawar tradisional antara lain, menyembuhkan kekurangan darah (anemia).

### 4) Kandungan Buah Pepaya

Buah pepaya adalah salah satu dari sekian jenis buah yang kaya akan nutrisi, dengan rincian sebagai berikut:

Tabel II.3 Kandungan gizi buah pepaya (tiap 100 gram sampel)

Kandungan	Jumlah	Kandungan	Jumlah
Glukosa	7,82 g	Protein	1 g
Kalsium	20 mg	Vitamin B1	0,04 mg
Air	86,7 %	Vitamin B2	0,04 mg
Karbohidrat	12,40 g	Vitamin C	78 mg
Lemak	0,30 g	Kalori	43 kal

### c. Buah Nanas

#### 1) Klasifikasi Buah Nanas

Buah Nanas tersebar di daerah Indonesia, dimana tumbuhan ini gampang berkembang di berbagai tipe tanah serta hawa dan di wilayah dengan curah hujan menyeluruh sepanjang tahun. Luas panen nanas di Indonesia mencapai 165. 690 hektar maupun 25. 24% dari target panen buah- buahan nasional (Ashari, 1995).



Gambar 2.3 *Ananas comosus* (Nanas)

Kingdom : Plantae  
Filum : *Spermatophyta*  
Class : *Liliopsida*  
Ordo : *Bromeliales*  
Famili : *Bromiliaceae*  
Genus : *Ananas*  
Spesies : *Ananas comosus*

#### 2) Morfologi Tanaman Nanas

Buah nanas ialah kalangan tumbuhan tahunan. Struktur morfologi tumbuhan nanas terdiri dari beberapa akar, batang, daun, bunga dan juga buah. Batang pada buah nanas ialah tempat menyatunya akar, daun, bunga, tunas beserta buahnya. Batang tumbuhan nanas lumayan jenjang yaitu mencapai 20-25 sentimeter, dengan tebal diameter 2,0–3,5 sentimeter, dengan lebar 3-5 sentimeter, daunnya berduri tajam walaupun juga terdapat yang tidak berduri serta tidak

mempunyai tulang daun. Jumlah daun masing- masing batang bermacam- macam yaitu 70–80 helai. Masa perkembangan pada bagian atas memerlukan waktu hingga 10–20 hari. Waktu yang dimulai dari penanaman hingga terbentuknya bunga antara 6–16 bulan (Suprianto, 2016)

### 3) Manfaat Nanas

Nanas memiliki serat yang bermanfaat untuk menolong proses pencernaan, mengurangi efek diabet serta merendahkan kolesterol dalam darah serta pula mengurangi penyakit jantung. (Winastia, 2011). Daun Nanas pula bisa digunakan sebagai pakan ternak serta mampu menaikkan berat tubuh pada ternak kambing. Isi dalam nanas pula mempunyai kandungan enzim bromelin yakni semacam enzim protease yang bisa memecah protein jadi beberapa bagian.

### 4) Kandungan Buah Nanas

Nanas mempunyai komposisi kandungan gizi yang dibutuhkan oleh tubuh. Menurut direktorat Gizi Departemen Kesehatan komposisi kandungan gizi pada nanas dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel II.4 Kandungan gizi buah nanas (tiap 100 gram sampel)

Kandungan	Jumlah	Kandungan	Jumlah
Glukosa	1,7 g	Lemak	0,20 g
Fruktosa	1,9 g	Vitamin A	100 mg
Air	85,3 %	Vitamin B1	0,08 mg
Karbohidrat	9,90 g	Vitamin C	24 mg
Protein	0,4 g	Kalori	52 Kal

## 2. Fermentasi

### a. Pengertian Fermentasi

Istilah fermentasi bermula dari Bahasa latin ialah “fevere” yang artinya mendidihkan. Ebby (1989) menerangkan jika fermentasi bisa berhubungan dengan keadaan cairan yang bergelembung ataupun mendidih, hal ini disebabkan terdapatnya aktivitas kuman pada ekstrak buah ataupun biji-bijian. Gelembung karbondioksida tersebut diproduksi dari proses katabolisme anaerobik terhadap kandungan sukrosa yang terdapat pada bahan fermentasi. Fermentasi juga ialah proses pemecahan karbohidrat serta asam amino secara anaerobik, yakni dengan tidak memanfaatkan oksigen. Senyawa yang bisa dipecah dalam proses fermentasi paling utama adalah karbohidrat, sebaliknya asam amino hanya bisa difermentasikan oleh bermacam tipe kuman tertentu. (Ferdiaz (2016). Terdapat 2 jenis kuman yang nampak dalam proses fermentasi adalah kuman fakultatif yang mengkonversi selulosa untuk menjadi glukosa sepanjang proses dekomposisi awal serta kuman yang bereaksi dalam proses dekomposisi akhir serta dari bahan organik yang menciptakan bahan sangat bermanfaat serta alternatif di pedesaan. Fermentasi juga ialah proses dimana komponen kimiawi dihasilkan selaku akibat terdapatnya perkembangan ataupun metabolisme mikroba.

### b. Jenis -jenis fermentasi

Fermentasi dibedakan jadi 2 yakni fermentasi padat (*solid substrate fermentation*) serta fermentasi cair maupun bawah permukaan (*submerged fermentation*). Fermentasi padat (*solid substrate fermentation*) merupakan salah satu tata cara untuk meningkatkan organisme mikroskopik dalam keadaan dimana kandungan airnya terbatas serta tanpa mempunyai aliran air yang mengalir leluasa. Di negara Tiongkok, Jepang serta Korea mengaplikasikan fermentasi *solid state* untuk memproduksi bahan- bahan soya semacam tempe, saos, soya serta lain- lain. Sebaliknya fermentasi cair ataupun dasar

permukaan (*submerged fermentation*) merupakan proses fermentasi yang mikroorganismenya terletak jadi satu dalam “submerged state” dalam media cair dengan jumlah yang besar (Riadi, 2007). Dalam proses fermentasi, organisme mikroskopik wajib memiliki karakteristik penting antara lain adalah:

- 1) Organisme mikroskopik harus sanggup berkembang dengan cepat dalam substrat serta area yang sesuai untuk memperbanyak diri
- 2) Organisme mikroskopik harus mempunyai keahlian buat mengendalikan ketahanan fisiologi
- 3) Keadaan area yang dibutuhkan buat proses perkembangan organisme mikroskopik harus cocok supaya menciptakan produk yang optimal (Srikandi, 1988) Menurut sumber organisme mikroskopik pada proses fermentasi dibedakan jadi 2 yakni:

- a) Fermentasi Spontan

Fermentasi langsung adalah fermentasi di mana organisme mikroskopik yang tidak ditambahkan dalam wujud starter atau ragi selama proses pembuatan, tetapi organisme mikroskopik yang berperan aktif dalam proses fermentasi tumbuh dengan baik dan langsung karena tempat tinggalnya diatur sesuai dengan perkembangannya.

- b) Fermentasi tidak spontan

Fermentasi tidak langsung adalah jenis fermentasi di mana mikroorganisme ditambahkan dalam bentuk starter atau ragi selama proses pembuatan. Jasad renik ini akan aktif tumbuh dan berkembang biak, dan merubah bahan fermentasi menjadi produk yang diharapkan (Suprihatin, 2010).

### **c. Sistem Fermentasi**

Fermentasi adalah reaksi dengan memanfaatkan biokatalis untuk mengganti bahan baku menjadi produk dengan menggunakan bantuan mikroba, Biokatalis yang digunakan berupa bakteri, *yeast* ataupun jamur (fungi). Proses fermentasi dicoba dalam suatu wadah ataupun bejana yang disebut dengan bioreaktor ataupun fermentor untuk menjamin proses fermentasi berlangsung secara maksimal (Waites et al, 2001). Fermentasi tidak akan terjadi bila tidak ada substrat, substrat merupakan umpan yang dimasukkan ke dalam fermentor selaku tempat berkembang serta sumber nutrisi untuk mikroba. Substrat utama merupakan sumber karbon yang digunakan oleh mikroorganisme buat membagikan tenaga dalam proses perkembangan serta penciptaan hasil akhir.

## **3. Biogas**

### **a. Sejarah biogas**

Sejarah biogas dimulai pada budaya Mesir kuno, Cina dan Romawi, mereka menggunakan biogas alami yang ditemukan di alam untuk membakar untuk memproduksi panas. Meski begitu, manusia pertama yang mengaitkan gas ini dengan tahapan dekomposisi sayuran adalah Alexander Walter pada abad ke-18, sekitar tahun 1776. Volta mengamati bahwa bahan organik yang sudah membusuk dapat menghasilkan gas yang mudah terbakar, disebut gas metana. Pada kurun waktu akhir abad ke-19, Jerman dan Prancis melakukan sejumlah eksperimen tentang generator biogas menggunakan limbah hasil buangan dari pertanian. Selama Perang Dunia II di Inggris dan benua Eropa, banyak petani membangun digester biogas kecil untuk memproduksi biogas guna pengoperasian traktor. (Karno dkk 2013). Pada masa saat sebelum terdapat listrik, di London, biogas didapatkan dari saluran pembuangan dasar tanah serta dipakai selaku bahan bakar penerangan jalur, biasanya banyak terdapat di jalanan yang populer

disebut dengan *gaslight*. Pada saat ini, biogas mampu mencukupi energi yang diperlukan dalam wujud udara panas, air panas atau uap panas. Kemudian setelah disaring, biogas akan digunakan untuk menyediakan bahan bakar untuk generator, yang ingin mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Karena biogas yang diteliti menghasilkan dampak yang luar biasa bagi kehidupan, beberapa negara akhirnya juga memulai mengembangkan proyek biogas dalam skala besar, misalnya Tanzania telah mengembangkan model terpadu pembangkit listrik dan pupuk berdasarkan pemulihan bahan baku dari limbah perkotaan dan industri. Produksi biogas skala kecil umum terjadi di daerah pedesaan, terutama di Cina dan India. Pada akhir tahun 1993, kurang lebih seperlima dari satu juta petani memiliki alat digester biogas, yang diperkirakan menghasilkan 1,2 miliar meter kubik metana setiap tahun. Sebagian program sudah dijalankan oleh pemerintah Indonesia untuk menaikkan pemakaian teknologi terbarukan biogas, semacam demonstrasi instalasi serta pelatihan dalam mengendalikan alat digester teruntuk warga. Di tahun 1984, jumlah digester yang sudah dibentuk di Indonesia hanya 100 unit, 9 tahun setelah itu bertambah hingga 350 unit. Kenaikan jumlah digester yang tidak signifikan ini diakibatkan besarnya anggaran yang wajib dibayarkan guna mendirikan instalasi alat digester sebagai salah satu sumber energi terbarukan (Haryati, 2006).

#### **b. Pengertian Biogas**

Bagi Astuti (2016) biogas dapat dicirikan sebagai akibat dari gas buangan berupa pembentukan kotoran dan produk buangan tanah yang saat ini tidak dapat digunakan kembali melalui proses fermentasi. Saat ini, biogas mulai banyak diteliti oleh penduduk biasa begitupun juga dengan para peneliti, karena biogas merupakan salah satu energi berkelanjutan yang tidak berbahaya bagi ekosistem. Biogas menghasilkan lebih sedikit metana dan karbon daripada batu bara.

Namun, banyak negara berkembang yang memperluas produksi biogas untuk keluarga untuk membatasi perolehan bahan bakar keluarga. Secara keseluruhan, tingkat berat kreasi yang terkandung dalam biogas adalah sebagai berikut:

Tabel II.5 Komposisi Kandungan Gas Secara Umum

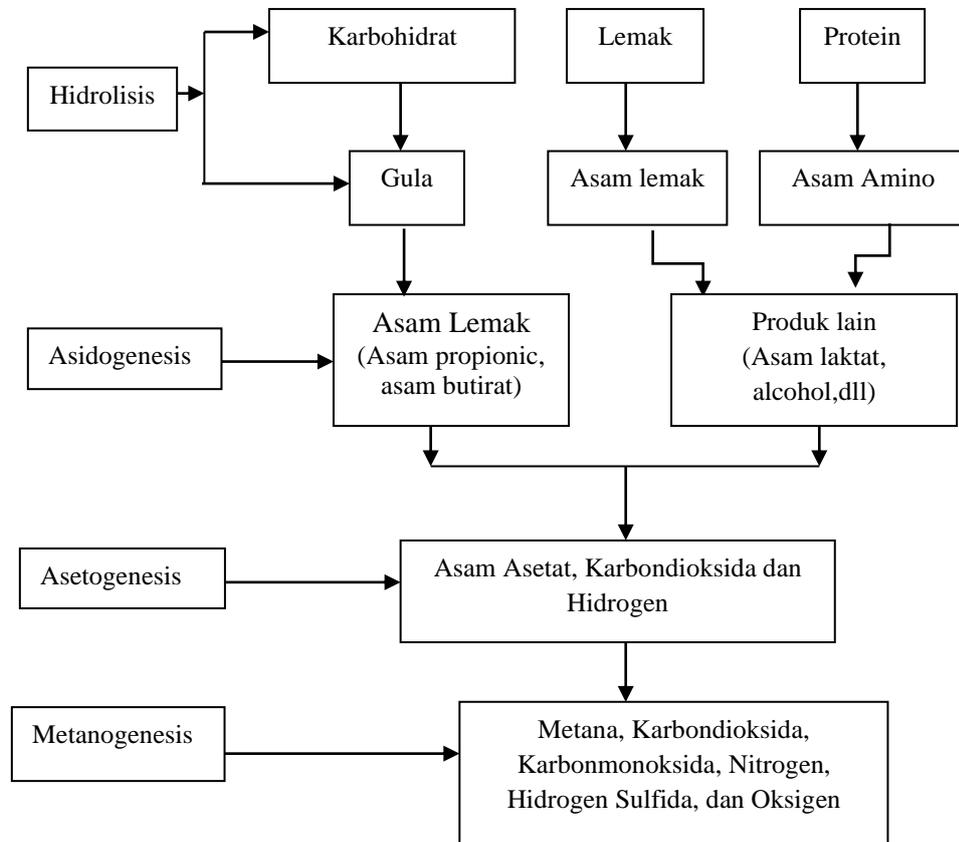
Komponen	Kandungan (%)
Hidrogen (H <sub>2</sub> )	0-3
Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> )	25-45
Karbon Monoksida (CO)	0-0,3
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	0-0,3
Hidrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S)	0,1 – 0,5
Metana (CH <sub>4</sub> )	55-75
Oksigen (O <sub>2</sub> )	Traces

*Sumber (Karno dkk, 2013)*

### c. Reaksi Pembentukan Biogas

Biogas terbentuk dari proses pembusukan bahan alami oleh organisme mikroskopis anaerobik, menjadi mikroorganisme spesifik yang hidup di air/udara yang tahan air, keadaan saat ini membuat biogas menjadi gas yang mudah terbakar. Selama waktu yang dihabiskan untuk membuat biogas (asimilasi anaerobik) adalah perkembangan siklus di mana bahan awal akan dipisahkan untuk memecah ke dalam bagian yang lebih simpleks oleh beberapa jasad renik anaerob. Jasad renik ini secara bertahap memecah campuran alami sampai campuran tersebut tidak menghasilkan biogas. Bagan terlampir untuk cara pembuatan biogas adalah sebagai berikut :

Bagan II.1 Proses Pembentukan Biogas

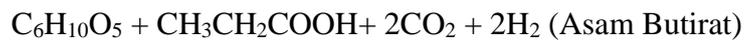
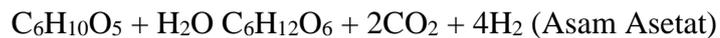


#### d. Proses Pembentukan Biogas

##### 1) Hidrolisis

Pada proses hidrolisis, sesi ini ialah sesi persiapan, dimana pada sesi ini senyawa-senyawa organik hendak dijabarkan menjadi senyawa-senyawa sederhana. Senyawa-senyawa sederhana yang diartikan dalam sesi ini merupakan senyawa asam organik, glukosa, etanol, CO<sub>2</sub> serta hidrokarbon. Bakteri yang berfungsi dalam sesi hidrolisis merupakan bakteri selulitik serta amilolitik. Bakteri tersebut digolongkan jadi 2 bakteri yakni mesofilik serta termofilik. Pada sesi ini, enzim yang berfungsi merupakan enzim ekstrakuler, ialah semacam selulosa, amilase, protease, serta lipase. Respon yang bisa berlangsung pada tahap hidrolisis sebagai berikut (Fernandes, 2008) Hal-hal yang terjadi karena siklus hidrolisis juga dijelaskan oleh

jasad renik yang bersangkutan dan dipakai untuk siklus metabolisme mikroorganisme itu sendiri. Namun, ukuran pembusukan anaerobik sangat terbatas pada penguraian limbah selulosa yang mengandung lignin. Dalam siklus ini, organisme mikroskopis korosif merusak senyawa glukosa sesuai dengan reaksi. (Manurung, 2014)



## 2) Asidogenesis

Pada tahapan asidogenesis, item hidrolisis diubah oleh organisme mikroskopis asidogenik menjadi substrat metanogenik. Gula langsung, asam amino dan lemak tak jenuh dirusak sebagai turunan asam asetat, karbon dioksida dan hidrogen (70%) dan menjadi lemak tak jenuh VFA (*Volatile Fatty Acids*) dan minuman keras yang tak terduga (30%). Dalam interaksi ini, organisme mikroskopis menghasilkan zat korosif, misalnya, mikroba *Acetobacter aceti* akan menjadi korosif untuk menggantikan intensif rantai pendek yang dibuat dalam siklus hidrolisis menjadi korosif asam, hidrogen, dan karbon dioksida.

## 3) Asetogenesis

Pada tahapan asetogenesis, hasil dari proses asidogenesis yang tidak bisa diubah langsung menjadi metana oleh organisme mikroskopis metanogenik akan digantikan oleh substrat metanogenik. VFA (*Volatile Fatty Acids*) dan minuman keras dioksidasi sebagai substrat metanogenik semacam turunan asam asetat, hidrogen dan karbon dioksida. Unsur-unsur hidrogen meningkatkan faktor pengepresan hidrogen yang tidak lengkap, hal ini dipandang sebagai efek samping dari interaksi asetogenesis dan membatasi pencernaan mikroorganisme asetogenik. Sesi berikutnya merupakan

metagenesis, sepanjang proses metagenesis hidrogen akan diproduksi menjadi metana.

#### 4) Metanogenesis

Produksi metana dan karbondioksida dihasilkan oleh bakteri metanogen sebanyak 70% dari metana yang merupakan asetat, sedangkan 30% sisanya diproduksi dari alterasi hidrogen (H<sub>2</sub>) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>), berdasarkan persamaan berikut :



Metagenesis adalah kemajuan yang signifikan dalam semua tindakan asimilasi anaerobik, mengingat fakta bahwa metanogenesis menggambarkan respons biokimia yang sangat lambat dalam interaksi penuaan. Siklus metanogenesis diakibatkan oleh beberapa aktivitas. Beberapa contohnya yaitu mengakibatkan proses metanogenesis yakni struktur, bahan baku, nisbah, makanan, temperatur, serta masuknya oksigen dalam jumlah besar bisa menyebabkan penghentian pada penciptaan metana yang dihasilkan dari biogas.

### e. Karakteristik Kimia Pembentuk Biogas

#### 1) Metana (CH<sub>4</sub>)

Gas metana (CH<sub>4</sub>) terbuat dari satu karbon dan 4 molekul hidrogen dan membahas segmen utama gas minyak bumi. Metana murni tidak memiliki aroma, tetapi ketika digunakan untuk tujuan bisnis dengan maksud dikomersilkan, semua hal menjadi dipertimbangkan, termasuk sedikit bau belerang ditambahkan untuk mengenali adanya tanda kebocoran. Sebagai bagian utama dari gas bensin, metana merupakan sumber bahan bakar yang mendasar. Penyalaan satu partikel metana dengan oksigen akan membebaskan satu atom CO<sub>2</sub> dan dua partikel H<sub>2</sub>O:



Konvergensi metana di lingkungan pada tahun 1998, dikomunikasikan sebagai pembagian mol adalah 1745 nmol/mol (*part per miliar*), naik hingga mencapai 700 nmol/mol pada tahun 1750. Kemudian pada tahun 2008, kandungan gas metana di udara telah bertambah lagi menjadi 1800 nmol/mol. Pada suhu kamar dan faktor tekanan standar, aroma metana (yang sengaja dibuat untuk alasan kesehatan) diperoleh dari pengumpulan metana, *tiol* atau *ethanethiol*.

## 2) Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

Karbon dioksida merupakan gas atmosfer yang terdiri dari satu karbon dan 2 partikel oksigen. Seperti halnya metana, mereka tidak berbau. CO<sub>2</sub> dibuat dengan mengkonsumsi bahan alami dalam oksigen dan oleh pematangan mikroba dan gas yang dikeluarkan oleh tanaman. Meskipun fiksasi CO<sub>2</sub> yang sangat besar dalam biogas dapat membatasi pembakaran energi. Gas CO<sub>2</sub> dalam biogas harus dilenyapkan mengingat fakta bahwa gas tersebut dapat menurunkan nilai kalori dari penyalaan biogas (Harasimonwicz.et.al, 2007)

## 3) Nitrogen (N<sub>2</sub>)

Salah satu pemicu dari limbah ternak ruminansia yakni meningkatnya kandungan nitrogen. Senyawa nitrogen selaku polutan memiliki dampak polusi yang khusus, dimana kehadiratnya bisa memunculkan konsekuensi penyusutan mutu perairan akibat eutrofikasi, penyusutan konsentrasi oksigen terlarut selaku proses nitrifikasi yang terjalin dalam perairan bisa menyebabkan terganggunya kehidupan biota air (Eka Martikasari, 2017)

#### **4) Hidrogen (H<sub>2</sub>)**

Meskipun zat hidrogen lengkap dari gas minyak bumi tergolong tinggi, namun jumlah hidrogen bebas yang ada tergolong dalam kategori rendah. Substansi hidrogen tinggi merupakan hasil dari produksi gas seperti pada bahan bakar, dimana bahan tersebut memiliki uap air yang dikirim dalam gas pengapian dengan produktivitas yang rendah.

#### **5) Hidrogen Sulfida (H<sub>2</sub>S)**

Hidrogen Sulfida (H<sub>2</sub>S) yaitu merupakan gas polutan yang ada dalam gas bisnis. Hidrogen Sulfida juga merupakan gas yang mematikan dan sangat merusak berbagai jenis logam, sehingga mencegah penggunaannya sebagai bahan bakar.

#### **6) Oksigen (O<sub>2</sub>)**

Pada proses pembakaran biogas diperlukan oksigen sebagai salah satu senyawa yang membantu dalam proses pembentukan api (nyala api) yaitu membutuhkan beberapa pencampuran dengan sebagian oksigen (O<sub>2</sub>) (Eka Martikasari, 2017).

### **f. Faktor Yang Mempengaruhi Pembentukan Biogas**

Dalam proses pembuatan biogas terdapat sebagian aspek yang mempengaruhi laju perkembangan mikroorganisme anaerob antara lain adalah derajat keasaman (pH), temperatur, kondisi hampa hawa, isi air serta bahan baku.

#### **1) Derajat keasaman (pH)**

pH sangat mempengaruhi interaksi deteriorasi limbah alam dalam pembuatan biogas. Dalam siklus metanasi ada mikroba yang mampu menghasilkan metana, organisme mikroskopis ini sangat rentan terhadap perubahan pH. Kisaran pH terbesar untuk jenis mikroba penghasil metana adalah sekitar 6,4 – 7,4.

## **2) Temperatur**

Cara untuk pembentukan metana ( $\text{CH}_4$ ) bekerja dalam lingkup suhu 20-40  $^{\circ}\text{C}$  dan suhu dijaga tetap. Respons yang terjadi selama siklus pendegradasian bahan alami tidak mempengaruhi peningkatan suhu yang terjadi di dalam substrat, karena energi yang diproduksi oleh penuaan anaerobik sangat kecil, sehingga perubahan suhu lebih banyak dipengaruhi oleh suhu ekologi. (Geradi,2003).

## **3) Nisbah C/N**

Proporsi C/N adalah proporsi antara karbon dan nitrogen dalam bahan alam. Karbon dan nitrogen adalah dua faktor utama yang membentuk substrat materi alam. Keduanya diperlukan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme sehingga pengurai akan bekerja idealnya pada proporsi C/N 25-30. Nilai C/N yang terlalu besar akan membuat eksekusi mikroba menjadi lebih rendah. Selanjutnya, produksi gas menjadi metana juga rendah. Untuk sementara, proporsi C/N yang terlalu rendah akan membuat banyak asam alami atau ketika bahan berada di dalam digester.

## **4) Keadaan Hampa Udara**

Jasad renik penghasil biogas sangat peka terhadap keberadaan oksigen. Dalam pandangan oksigen, pemecahan bahan alami membuat karbon dioksida. Oleh karena itu, keadaan reaktor yang digunakan sebagai tempat terjadinya pematangan harus kedap air, karena jika berlubang atau hanya ada sedikit bukaan akan mengakibatkan kekecewaan pada pembuatan biogas.

## **5) Bahan baku**

Biogas akan dibuat jika bahan mentahnya dalam wujud seperti butiran kecil. Semua bersama-sama untuk pembuatan biogas terjadi secara sempurna, bahan mentah yang masih dalam struktur yang kuat harus digiling atau digiling terlebih dahulu. Jenis bahan alami

yang digunakan sebagai bahan mentah adalah sudut pandang penting untuk diperhatikan. Sebab hal ini mempengaruhi terhadap lamanya waktu dekomposisi bahan sampai menciptakan gas metana yang dibutuhkan.

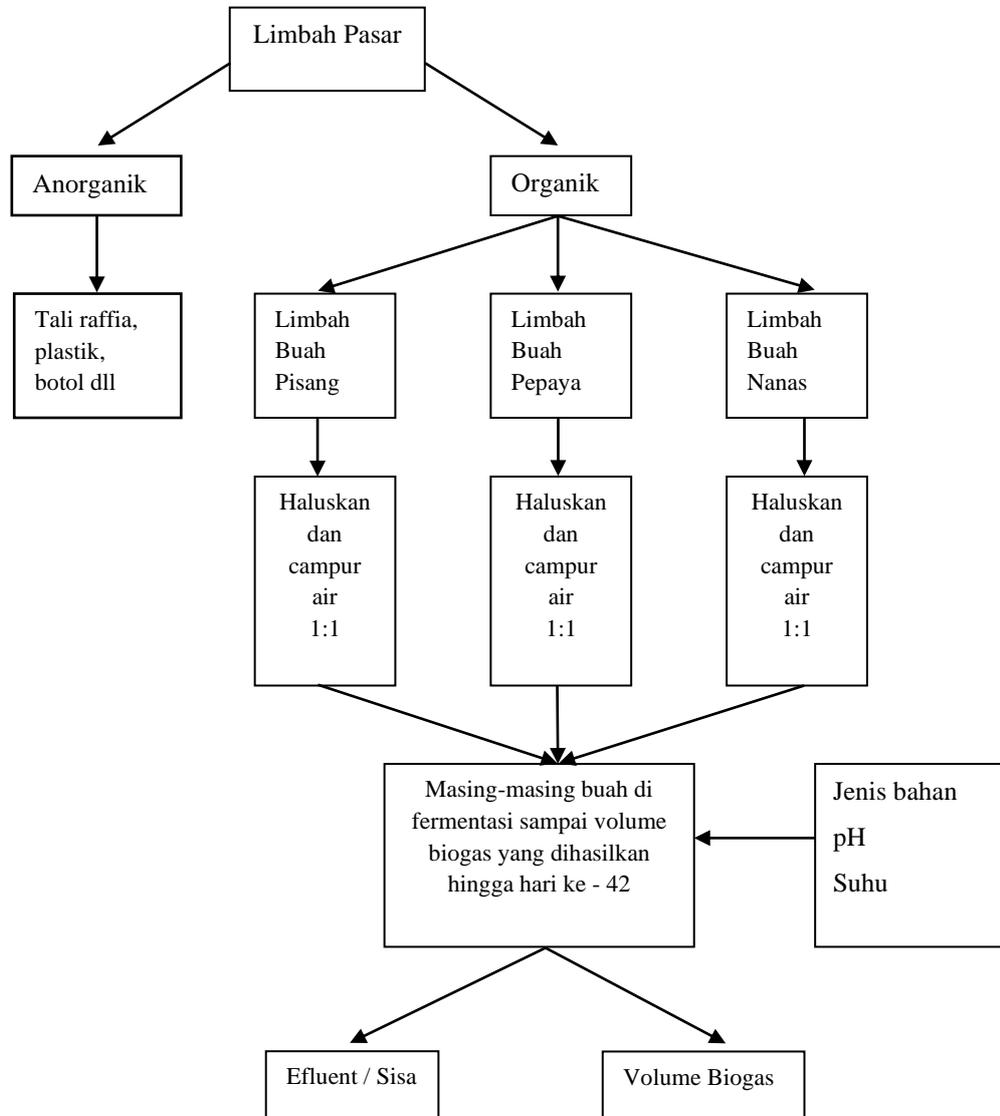
#### **g. Digester**

Pada dasarnya, kompos hewan yang diakumulasikan atau dikumpulkan untuk jangka waktu tertentu secara alami akan membingkai gas metana, tetapi karena itu untuk gas yang terbentuk dari limbah produk organik, model digester dapat dibuat. Perlengkapan penghasil biogas dapat terdiri dari bak pengaduk, saluran masuk, digester ataupun reaktor, saluran pembuangan, bak penampungan limbah, tabung/kantung penampungan biogas, serta instalasi pengapian biogas. Reaktor biogas ialah komponen utama dalam menciptakan biogas. Digester ataupun reaktor bisa terbuat dari bahan plastik PE. Berikut merupakan sebagian sifat dari PE, yakni antara lain:

- 1) Wujud dari plastik beraneka ragam mulai dari transparan hingga keruh
- 2) Kedap air dan uap air.
- 3) Daya tahan pada plastik tersebut rentan tinggi terhadap sobekan.
- 4) Sangat mudah untuk dibentuk, lemas dan mudah ditarik.
- 5) Pada kondisi asam, basa, terkena alkohol dan deterjen masih dapat bertahan.

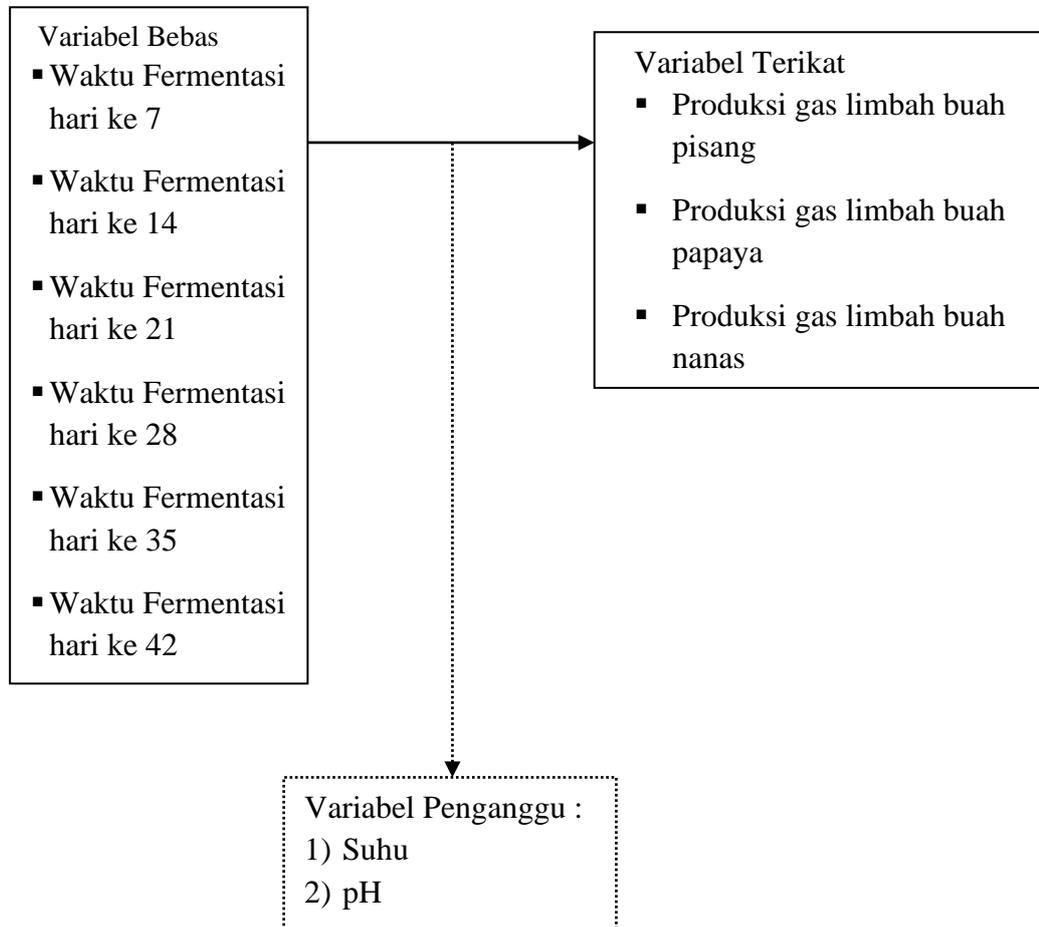
Sumber (Karno, (2013)

## D. Kerangka Teori



Bagan II.2 Kerangka Teori

### E. Kerangka Konsep



#### Keterangan

..... = Tidak diteliti

\_\_\_\_\_ = Diteliti

Bagan II.3 Kerangka Konsep