

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Hasil penelitian Terdahulu

No	Judul dan Peneliti	Tujuan penelitian	Kajian
1	Pengaruh Penambahan EM4 Pada pembuatan biogas dengan bahan baku kotoran sapi menggunakan digester <i>fix Dome</i> system <i>Batch</i> ; oleh Aria Wicaksono 2019	Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan EM4 pada proses pembuatan biogas dengan bahan baku kotoran sapi dengan menggunakan digester <i>Fix Dome</i> system <i>Batch</i> Variasi yang dilakukan yaitu 1. 50Kg kotoran sapi,50 liter air dan 3l EM4 variasi kedua 50Kg kotoran sapi 50 liter air dan 1,5L EM4	Dari hasil penelitian ini dihasilkan bahwa pada variasi 1 memiliki jumlah massa biogas lebih tinggi dari variasi 2.Pada hari ke 25 jumlah massa biogas pada variasi 1 sebesar 0,07 kg dan variasi 2 sebesar 0,067 kg. sedangkan jumlah massa tertinggi adalah sebesar 0,0065 kg pada variasi 1. Jumlah massa biogas dipengaruhi oleh tekanan dan temperature
2	Pengaruh variasi Pengadukan Terhadap Volume biogas kotoran sapi dengan penambahan bonggol pisang; oleh Anisa ajeng Pratiwi, 2017	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produksi biogas dari kotoran saoi dengan penambahan bonggol pisang pada skala laboratorium. Variasi pengadukan diberikan dengan kecepatan 200, 400 dan 600 rpm dengan waktu tinggal yaitu 2,3 dan 4 minggu	Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa volume biogas meningkat dengan seiring peningkatan kecepatan pengadukan, volume biogas yang terbanyak adalah 185 ml pada pengadukan 600 rpm. Kandungn gas metana juga mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan variable pengadukan 200, 400,600 rpm dari 18,73,21,17 dan 29,31%

	Nama Calon Peneliti dan judul	Tujuan Penelitian	Kajian
3	Ilyas anas alauddin Pengaruh penambahan mol buah pepaya pada pembentukan volume biogas kotoran kuda	Ingin mengetahui percepatan pembentukan biogas dengan penambahan mol buah pepaya dengan beberapa variasi	Menggunakan bahan baku kotoran kuda menggunakan bahan activator mol buah pepaya

## **B. Telaah Pustaka Lain Yang Sesuai**

### **1. Pengertian Kotoran Kuda**

Kotoran kuda dapat digunakan sebagai substrat untuk memproduksi biogas. Substrat dalam kotoran kuda mengandung bakteri pembentuk metan yang juga terdapat dalam tubuh hewan seperti kerbau, sapi, rusa, domba, kambing dan hewan lainnya. Kotoran kuda mempunyai kandungan karbon dan nitrogen yang lebih tinggi dari pada kandungan karbon dan nitrogen pada kotoran sapi yang merupakan sumber energi bagi mikroorganismenya. Selain itu kotoran kuda memiliki prosentase kandungan selulosa, hemiselulosa, fosfat dan kalium yang lebih tinggi dibandingkan kandungan pada kotoran sapi, kecuali kandungan lignin pada kotoran sapi lebih tinggi dibandingkan kandungan lignin pada kotoran kuda (Darmanto, Soeparman, & Widhiyanuriawan, 2012).

Faktor penting yang mempengaruhi proses fermentasi untuk menghasilkan biogas dalam digester anaerob adalah temperatur. Temperatur berperan penting dalam mengatur jalannya reaksi metabolisme bagi bakteri, temperatur lingkungan yang berada lebih tinggi dari temperatur yang dapat ditoleransi akan menyebabkan protein dan komponen sel esensial lainnya sehingga sel akan mati. Demikian pula bila temperatur lingkungannya berada di bawah batas toleransi, transportasi nutrisi akan terhambat dan proses kehidupan sel akan terhenti, dengan demikian temperatur berpengaruh terhadap proses perombakan anaerob bahan organik dan produksi gas. (Darmanto et al., 2012)

### **2. Sejarah biogas**

Sejarah biogas dimulai dari kebudayaan Mesir, China dan Romawi kuno yang diketahui telah memanfaatkan biogas alami yang ada di alam yang dibakar untuk menghasilkan panas. Namun demikian, orang pertama yang mengaitkan gas bakar ini dengan proses pembusukan sayuran adalah Alessandro Volta pada tahun 1776. Volta mengamati bahan organik yang sedang melapuk

menghasilkan gas yang mudah terbakar dan ini disebut gas metana. Pada akhir abad ke 19 Jerman dan Perancis melakukan beberapa riset unit pembangkit biogas dengan memanfaatkan limbah dari pertanian. Di Inggris dan benua Eropa selama perang dunia ke II banyak petani yang membuat digester (pencerna) kecil untuk menghasilkan biogas yang digunakan untuk menggerakkan tractor (Karno dkk 2013)

### 3. Biogas

Biogas merupakan hasil aktivitas mikroorganisme secara anaerobik / fermentasi dari bahan baku yang berjenis organik, seperti kotoran manusia dan hewan, limbah rumah tangga, dan sampah organik yang mudah terurai (*biodegradable*). Biogas pada umumnya tersusun dari gas metana, karbon dioksida, dan beberapa gas impuritas lainnya (Steinhauser dan Deublein, 2008).

Metana dalam biogas bila terbakar akan relatif lebih bersih dari batubara, dan menghasilkan energi yang lebih besar dengan emisi karbon dioksida yang lebih sedikit. Pemanfaat biogas memegang peranan penting dalam manajemen limbah karena metana merupakan gas rumah kaca yang lebih berbahaya dalam pemanasan global bila dibandingkan dengan karbon dioksida. Karbon dalam biogas merupakan karbon yang diambil dari atmosfer oleh fotosintesis tanaman, sehingga bila dilepaskan lagi ke atmosfer tidak akan menambah jumlah karbon di atmosfer bila dibandingkan dengan bahan bakar fosil.

Kandungan biogas metana dan hidrogen merupakan energi terbarukan yang dihasilkan oleh mikroorganisme secara anaerob. Umumnya bakteri yang menghasilkan biogas berasal dari bakteri kotoran ternak termasuk kotoran kuda. Gas yang dominan dihasilkan berupa metana, karbon dioksida dan sedikit hidrogen. Hidrogen merupakan gas yang ramah lingkungan dan menjadi sumber energi alternatif yang dapat dicairkan.

Biogas dapat menyalakan bunga api dengan energi 6.400-6.600 kcal/m<sup>3</sup>. Kandungan 1 m<sup>3</sup> biogas setara dengan 0,62 liter minyak tanah, 0,46 kg LPG, 0,52 liter solar, 0,80 liter bensin, 3,50 kg kayu bakar. Dengan demikian, biogas dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan (Wahyuni, 2012).

Pengembangan biogas sebagai energi alternatif sekarang dan dimasa depan diantaranya :

- a. Pengolahan limbah ternak yang diubah menjadi energi terbarukan berupa gas dan efluen pupuk cair untuk pertanian
- b. Rumah tangga dengan sektor peternakan sebenarnya sudah tersedia bahan baku biogas pengganti LPG.
- c. Pembuatan biogas dengan penerapan teknologi tepat guna (TTG) dari bahan baku limbah ternak yang ada dapat diterapkan dengan mudah dan biaya yang murah.

Komposisi biogas bervariasi tergantung dengan asal proses anaerobik yang terjadi. Bila proses pembentukannya dengan proses gas *landfill* memiliki konsentrasi metana sekitar 50 %, sedangkan bila menggunakan sistem pengolahan limbah maju dapat menghasilkan biogas dengan komposisi 55-75 % CH<sub>4</sub>

Tabel II.1. Komposisi biogas.

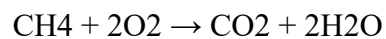
<b>Kompnen</b>	<b>%</b>
Metana (CH <sub>4</sub> )	55 – 75
Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> )	25 – 45
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	0 - 0,3
Hydrogen (H <sub>2</sub> )	1 – 5
Hidrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S)	0 – 3
Oksigen (O <sub>2</sub> )	0,1 - 0,5

(Sumber: Wahyuni. S, 2011)

4. Unsur-unsur yang terkandung dalam biogas:

a. Gas metana (CH<sub>4</sub>)

Metana adalah hidrokarbon paling sederhana yang berbentuk gas pada kondisi STP dengan rumus kimia CH<sub>4</sub>. Metana murni tidak berbau, tapi jika digunakan untuk keperluan komersial biasanya ditambahkan sedikit bau belerang untuk mendeteksi kebocoran yang mungkin terjadi. Sebagai komponen utama gas alam metana adalah sumber bahan bakar utama. Pembakaran satu molekul metana dengan oksigen akan melepaskan satu molekul CO<sub>2</sub> (karbon dioksida) dan dua molekul H<sub>2</sub>O (air):



Metana adalah salah satu gas rumah kaca. Konsentrasi metana di atmosfer pada tahun 1998, dinyatakan dalam fraksi mol adalah 1745 nmol/mol (bagian per milyar), naik dari 700 nmol/mol pada tahun 1750. Pada tahun 2008, kandungan gas metana di atmosfer sudah meningkat kembali menjadi 1800 nmol/mol. Metana adalah molekul tetrahedral dengan empat ikatan C-H yang ekuivalen. Struktur elektroniknya dapat dijelaskan dengan 4 ikatan orbital molekul yang dihasilkan dari orbital valensi C dan H yang saling melengkapi. Energi orbital molekul yang kecil dihasilkan dari orbital 2s pada atom karbon yang saling berpasangan dengan orbital 1s dari 4 atom hidrogen. Pada suhu ruangan dan tekanan standar, metana adalah gas yang tidak berwarna dan tidak berbau. Bau dari metana (yang sengaja dibuat demi alasan keamanan) dihasilkan dari penambahan *metanathiol* atau *etanathiol*. Metana mempunyai titik didih -161 °C (-257.8 °F) pada tekanan 1 atmosfer sebagai gas, metana hanya mudah terbakar bila konsentrasinya mencapai 5-15% di udara. Metana yang berbentuk cair tidak akan terbakar kecuali diberi tekanan tinggi (4-5 atmosfer)

b. Karbon dioksida( $\text{CO}_2$ )

Karbon dioksida merupakan gas atmosfer yang terdiri dari satu karbon dan dua atom oksigen. Seperti metana, keduanya tidak berbau dan tidak berwarna.  $\text{CO}_2$  diproduksi oleh pembakaran bahan organik dengan adanya oksigen atau oleh fermentasi mikroba dan respirasi tanaman. Dalam biogas,  $\text{CO}_2$  diproduksi ketika bakteri metanogen memecah senyawa organik sederhana, melalui proses fermentasi. Dengan demikian tingkat tinggi  $\text{CO}_2$  adalah indikasi dari konten metana yang rendah dan karena itu nilai energi yang lebih rendah. Meskipun konsentrasi  $\text{CO}_2$  tinggi dalam biogas dapat menghalangi beberapa pembakaran energi. Gas  $\text{CO}_2$  dalam biogas perlu dihilangkan karena gas tersebut dapat mengurangi nilai kalor pembakaran biogas (Harasimonwicz et al., 2007). Menghapus kontaminan  $\text{CO}_2$  dan lainnya dari aliran biogas bisa mahal, terutama untuk operasi pertanian kecil.

c. Nitrogen ( $\text{N}_2$ )

Salah satu akibat dari limbah ruminansia ialah meningkatnya kadar nitrogen. Senyawa nitrogen sebagai polutan mempunyai efek polusi yang spesifik, dimana kehadirannya dapat menimbulkan konsekuensi penurunan kualitas perairan akibat eutrofikasi, penurunan konsentrasi oksigen terlarut sebagai proses nitrifikasi yang terjadi dalam perairan dapat mengakibatkan terganggunya kehidupan biota air (Eka Martikasari, 2017)

d. Hidrogen ( $\text{H}_2$ )

Meskipun kandungan hidrogen total gas alam yang tinggi, jumlah hidrogen bebas rendah. Karena gas ini memiliki karakteristik mudah terbakar pada kandungan tinggi

e. Hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ )

Komponen jejak umum dari pupuk susu digester anaerobik termasuk amoniak, hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan uap air. Uap air ini dapat sangat berbahaya karena sangat *corrossive* bila dikombinasikan dengan komponen asam seperti hidrogen sulfida

(H<sub>2</sub>S) dan pada tingkat rendah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Dalam pembakaran, H<sub>2</sub>S hadir dalam gas juga dikeluarkan sebagai belerang dioksida, berkontribusi terhadap polusi udara (Eka Martikasari, 2017). Selama proses anaerobik, gas yang mengandung lebih dari 6% H<sub>2</sub>S dapat membatasi metanogenesis.

f. Oksigen (O<sub>2</sub>)

Proses pembakaran biogas menggunakan pencampuran sebagian oksigen (O<sub>2</sub>) (Eka Martikasari, 2017)

5. Mikro Organisme Lokal (MOL)

a. Pengertian

MOL adalah cairan yang berbahan dari berbagai sumber daya alam yang tersedia setempat. MOL mengandung unsur hara makro dan mikro dan juga mengandung mikroba yang berpotensi sebagai perombak bahan organik, perangsang pertumbuhan dan sebagai agen pengendali hama penyakit tanaman. Berdasarkan kandungan yang terdapat dalam MOL tersebut, maka MOL dapat digunakan sebagai pendekomposer, pupuk hayati, dan sebagai pestisida organik terutama sebagai fungisida (Purwasasmita dan Kunia, 2009). Bahan utama dalam larutan MOL terdiri dari 3 jenis komponen, antara lain :

- 1) Karbohidrat seperti air cucian beras, nasi bekas, singkong, kentang dan gandum.
- 2) Glukosa seperti cairan gula merah, cairan gula pasir, air kelapa/nira
- 3) Sumber bakteri seperti keong mas, buah-buahan misalnya tomat, pepaya, dan kotoran hewan.

MOL sebagai cairan yang terbuat dari limbah atau bahan-bahan organik selain mengandung mikroba juga mengandung sifat-sifat kimia yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba tersebut. Sifat-sifat kimia yang mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan mikroba antara lain adalah pH. Derajat keasaman penting bagi pertumbuhan mikroba. Sebagian besar mikroba



menyukai pH netral (pH 7) untuk pertumbuhannya.

b. Kegunaan MOL

- 1) Dapat digunakan sebagai starter dalam proses fermentasi
- 2) Menambah unsur hara, terutama unsur hara mikro bagi tanaman
- 3) Media tanaman yang bagus untuk tanaman hias.
- 4) Dapat digunakan untuk tanaman padi dan palawija.

c. Keunggulan MOL

- 1) Mengandung bermacam-macam unsur organik dan mikroba yang bermanfaat bagi tanaman
- 2) Penggunaan MOL terbukti mampu memperbaiki kualitas tanah dan tanaman
- 3) Tidak mengandung zat kimia berbahaya dan ramah lingkungan
- 4) Mudah dibuat, bahan mudah didapatkan dan juga mudah dalam aplikasinya
- 5) Sebagai salah satu upaya mengatasi pencemaran limbah rumah tangga dan limbah pertanian
- 6) Memperkaya keanekaragaman biota tanah

6. Bakteri yang Berperan Dalam Pembuatan Biogas

Adapun bakteri yang terlibat dalam proses anaerobik ini yaitu bakteri hidrolitik yang memecah bahan organik menjadi gula dan asam amino, bakteri fermentatif yang mengubah gula dan asam amino tadi menjadi asam organik, bakteri asidogenik mengubah asam organik menjadi hidrogen, karbon dioksida dan asam asetat dan bakteri metanogenik yang menghasilkan metan dari asam asetat, hidrogen dan karbon dioksida. Jenis-jenis bakteri ini sudah terdapat di dalam kotoran-kotoran hewan yang digunakan.

Jenis-jenis bakteri tersebut perlu eksis dalam jumlah yang berimbang.

a. Bakteri Hidrolitik

Golongan bakteri hidrolitik memiliki berbagai enzim hidrolitik

ekstraseluler yang disekresikan ke luar sel untuk memecah senyawa kompleks seperti polisakarida, asam nukleat, dan lipid, menjadi molekul yang lebih kecil sehingga dapat masuk ke dalam sel untuk digunakan sebagai sumber karbon dan elektron donor (Madigan et al, 2003), contohnya yaitu bakteri genus *Bacillus sp. Bacillus* mampu hidup dalam lingkungan aerob atau fakultatif aerob, dapat membentuk spora dengan tipe sentral, atau terminal yang menyebabkan *Bacillus* lebih adaptif terhadap perubahan lingkungan, jika lingkungan menguntungkan spora bergerminasi kembali menjadi sel vegetatif. (Madigan et al, 2003).

Bakteri Hidrolitik dibedakan menjadi bakteri lipolitik, amilolitik, dan proteolitik. Bakteri yang mampu mendegradasi protein disebut bakteri proteolitik yaitu *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas* dan *Proteus*. Bakteri proteolitik akan mensekresikan enzim protease yang akan menguraikan protein menjadi asam amino dan asam nukleat. Bakteri lipolitik merupakan bakteri yang memiliki kemampuan mensintesis lemak dari 1 molekul gliserol dan 3 molekul asam lemak. Sehingga dalam perombakannya lemak akan dirombak menjadi gliserol dan asam-asam lemak. Jenis mikroba yang bersifat lipolitik contohnya adalah bakteri *Pseudomonas*, *Alcaligenes* dan *Staphylococcus*. Sedangkan bakteri yang mendegradasi pati atau karbohidrat menjadi monomernya yaitu mikroorganisme yang bersifat amilolitik, contoh bakteri pemecah pati yaitu *Bacillus subtilis*.

Enzim yang dimiliki oleh bakteri hidrolitik diantaranya adalah amilase, protease, lipase, gelatinase, selulase. Enzim amilase mengkatalis hidrolisis polisakarida menjadi disakarida seperti maltosa. Enzim protease mengkatalis hidrolisis pemutusan ikatan peptida. Enzim lipase mengkatalis trigliserida menjadi asam lemak rantai panjang dan gliserol. Enzim gelatinase mengkatalis hidrolisis gelatin, gelatin merupakan

suatu protein yang dapat diperoleh dari hidrolisis kolagen. Enzim selulase mengkatalis hidrolisis selulosa.

b. Bakteri Asidogenik

Bakteri menghasilkan asam, seperti bakteri *Acetobacter aceti* akan menghasilkan asam untuk mengubah senyawa rantai pendek yang dihasilkan pada proses hidrolisis menjadi asam asetat, hidrogen, dan karbon dioksida. Bakteri yang dapat melakukan fermentasi asam campuran adalah *Escherichia coli*, sedangkan contoh bakteri yang dapat melakukan fermentasi 2,3-butanediol adalah *Enterobacter*, *Klebsiella*, dan *Serratia*. Bakteri fermentatif lain yang bukan golongan bakteri usus adalah *Clostridium*, Bakteri golongan *Clostridia* mampu memfermentasi gula menghasilkan sejumlah besar asam butirat sebagai produknya.

CO<sub>2</sub> merupakan produk utama metabolisme bakteri golongan kemoorganotrof yang banyak ditemukan pada kondisi anaerob. Terdapat dua golongan bakteri yang dapat memanfaatkan CO<sub>2</sub> sebagai akseptor elektron dalam metabolismenya yaitu homoasetogen melalui proses asetogenesis dan metanogen melalui proses metanogenesis. Contoh bakteri yang melakukan proses asetogenesis adalah *Acetoanaerobium noterae*, *Acetogenium kivui*, *Clostridium aceticum*, *Desulfotomaculum*. *Clostridium sporangeus*, menguraikan asam amino menjadi amonia. *Desulfovibrio desulfuricans*, menguraikan bangkai dan menguraikan sulfat di tempat becek dan menghasilkan H<sub>2</sub>S.

c. Bakteri Metanogenik

Bakteri metanogenik termasuk salah satu golongan *Archaeobacteria* selain halofilik, dan termofilik, sesuai dengan nama golongannya *Archaeobacteria* merupakan mikroorganisme yang tahan hidup di daerah ekstrim seperti perairan dengan kadar garam tinggi (halofil) contoh *Halobacterium*, serta daerah dengan temperatur tinggi seperti *hydrothermal vent* (*extreme*

*thermofil*) contoh *Sulfolobus*, *Pyrodictium*. Bakteri Metanogenik bersifat prokariotik, memiliki dinding sel tetapi sama sekali tidak terbuat dari peptidoglikan seperti bakteri yang lain. Metanogen merupakan hemoautotrof yang memperoleh keperluan metabolismenya dengan menghasilkan metana dari karbon dioksida dan nitrogen.



Secara lebih rinci karakteristik bakteri metanogen disajikan pada tabel di bawah ini :

Tabel II.2 Karakteristik bakteri metanogen

Karakteristik	Metanogen
Bentuk sel	Batang, kokus, spirilla, fillament, Sarcina
Sifat	Gram + / Gram -
Klasifikasi	<i>Archaeobacteria</i>
Struktur dinding sel	<i>Pseudomurein</i> , protein, <i>Heteropolysaccharida</i>
Metabolisme	Anaerob
Sumber energi Dan sumber karbon	H <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> + metanol, format, metilamin, metanol(30 % diubah menjadi CH <sub>4</sub> ), asetat (80 % diubah menjadi CH <sub>4</sub> )
Produk katabolisme	CH <sub>4</sub> atau CH <sub>4</sub> + CO <sub>2</sub>

(Sumber: Dubey,2005)

#### 7. Pepaya (*Carica papaya L*)

Merupakan buah-buahan yang berasal dari daerah tropis. Asal buah ini berasal dari Amerika tengah,kemudian menyebar ke berbagai belahan bumi lainnya .buah pepaya tersedia dalam berbagai varietas .Mulai dari pepaya Bangkok yang bentuknya besar dengan kulit buah hijau kuning. Di Indonesia buah pepaya mudah didapatkan dan harganya murah.Buah pepaya dikenal memiliki kadar potassium dan

vitamin C cukup tinggi .juga memiliki kandungan antioksidan seperti *karoten, flavonoid,folad* dan asam *pantotenat*. Di Indonesia kita sering menjumpai buah pepaya di pasar maupun swalayan buah pepaya tidak dapat bertahan lama dan harus sesegera mungkin untuk dikonsumsi jika tidak akan membusuk. Ketika papaya busuk dapat juga dimanfaatkan sebagai kompos dan juga sebagai bahan campuran MOL. (<https://mitalom.com/manfaat-buah-pepaya>)

8. Kondisi Optimum Operasional

Kondisi operasi harus dikontrol dengan cermat supaya proses pencernaan anaerobik dapat berlangsung secara optimal. Sebagai contoh pada derajat keasaman (pH), pH harus dijaga pada kondisi optimum yaitu antara 7 – 7,2. Hal ini disebabkan apabila pH turun akan menyebabkan pengubahan substrat menjadi biogas terhambat sehingga mengakibatkan penurunan kuantitas biogas. Nilai pH yang terlalu tinggi pun harus dihindari, karena akan menyebabkan produk akhir yang dihasilkan adalah CO<sub>2</sub> sebagai produk utama. Begitu pula dengan nutrisi, apabila rasio C/N tidak dikontrol dengan cermat, maka terdapat kemungkinan adanya nitrogen berlebih (terutama dalam bentuk amonia) yang dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas bakteri, (Beni Hermawan, 2007).

Tabel II.3. Kondisi Optimum Produksi Biogas

<b>Parameter</b>	<b>Kondisi Optimum</b>
Suhu	35°C
Derajat Keasaman	7-7,2
Nisbah Karbon dan Nitrogen	20/1 sampai30/1
Sulfida	< 200 mg/L
Logam-logam Berat Terlarut	< 1 mg/L
<b>Parameter</b>	<b>Kondisi Optimum</b>

Sodium	5000 mg/L
Kalsium	< 2000 mg/L
Magnesium	< 1200 mg/L
Ammonia	< 1700 mg/L

(Sumber : Sutedjo. 2002)

#### 9. Reaktor Biogas(Digester)

Peralatan penghasil biogas terdiri dari; bak pengaduk slurry, saluran masuk, digester atau reaktor, saluran pembuangan, bak penampungan kotoran, tabung/kantong penampungan biogas, dan instalasi pengapian biogas. Reaktor biogas merupakan komponen utama dalam menghasilkan biogas. Digester atau reaktor dapat dibuat dari bahan plastik PE. Ada empat hal dalam merancang digester meliputi:

- a. Rancangan mudah dan sederhana
- b. Bahan yang digunakan murah dan mudah didapat
- c. Pemeliharaan tidak sulit
- d. Hasil dapat dimanfaatkan

#### 10. Fermentasi

##### a. Pengertian

Fermentasi adalah proses produksi dalam sel mikroorganisme dalam keadaan anaerobik yang mengolah senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam limbah organik menjadi gas metana dan karbon dioksida tanpa memerlukan oksigen. Secara umum fermentasi merupakan bentuk respirasi secara anaerobik, sebagai respirasi anaerobik dengan tanpa akseptor elektron eksternal dan pengolahan senyawa – senyawa yang terkandung dalam limbah menjadi gas metan dan karbon dioksida tanpa memerlukan oksigen (Amelia V, 2015)

Fermentasi merupakan suatu cara mengubah substrat menjadi produk tertentu yang akan dikehendaki dengan menggunakan bantuan mikroba. Sebagai suatu proses, fermentasi memerlukan mikroba : (GN. Widiana, 2011)

- 1) Mikroba sebagai inokulan

- 2) Tempat untuk menjamin proses fermentasi berlangsung secara optimal
- 3) Substrat sebagai tempat tumbuh (medium) dan sumber nutrisi mikroba.

b. Proses Fermentasi

Proses fermentasi ditinjau dari cara penggunaan dapat dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu:

- 1) Fermentasi cara cair. Contoh produk: etanol, beer, glukosa isomerase dan lain sebagainya

Pada fermentasi cair dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu:

- a) Fermentasi bawah permukaan

Contoh: beer, etanol, dan lain sebagainya

- b) Fermentasi ekstrak

Contoh : *nata de coco* dan lain sebagainya

- 2) Fermentasi padat. Contoh produk: tape, oncom, dan lain sebagainya

11. Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Biogas

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses pembuatan biogas, antara lain factor pengenceran, jenis bakteri, derajat kesamaan (pH), suhu, keberadaan bahan-bahan yang berpotensi menghambat pertumbuhan bakteri serta perbandingan antara karbon (C) dan nitrogen (N) bahan.

a. Pengenceran bahan baku pembuatan biogas

Kotoran kuda yang dimasukkan ke dalam digester dalam keadaan segar, dicampur dengan air (perbandingan 1:1) berdasarkan unit volume. Namun jika keadaan kotoran agak kering, jumlah air harus ditambahkan sampai kekentalan yang diinginkan (perbandingan 1:2). Pengadukan dilakukan untuk menjaga total partikel padat tidak mengendap pada dasar digester. Jika terlalu pekat akan menyebabkan produksi gas tidak maksimal (Sri Wahyuni, 2009)

b. Jenis bakteri

Ada dua kelompok yang berpengaruh pada pembuatan biogas yaitu bakteri-bakteri pembentuk asam dan bakteri pembentuk gas metana. Bakteri ini memecah bahan organik menjadi asam-asam lemak. Asam - asam lemak hasil penguraian oleh bakteri asam kemudian diuraikan lebih lanjut menjadi biogas oleh bakteri metana. Jenis-jenis bakteri ini sudah terdapat dalam kotoran-kotoran hewan yang digunakan.

c. Derajat kesamaan (pH)

Peranan pH berhubungan dengan media untuk aktivitas mikroorganisme pembentuk gas metan berkisar antara 5,5-8,5, dengan interval optimalnya adalah 7,0-8,0 untuk kebanyakan bakteri metanogen (Seadi et al., 2008).

Batas bawah pH adalah 6,2 dibawah pH tersebut larutan sudah toxic, bakteri pembentuk biogas tidak aktif. Pengontrolan pH secara alamiah dilakukan oleh ion  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{HCO}_3^-$ . Ion-ion ini akan menentukan besarnya pH (Amelia. V, 2015)

d. Suhu

Suhu lingkungan juga sangat menentukan aktif tidaknya bakteri yang berperan dalam pembuatan biogas. Perkembangbiakan bakteri sangat dipengaruhi oleh suhu. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat menyebabkan kurang atau tidak aktifnya mikroba penghasil biogas, sehingga kurang baik untuk proses pembentukan biogas. Suhu yang baik adalah kisaran 32-37 °C merupakan suhu yang baik untuk pembentukan biogas. bentuk amoniak ( $\text{NH}_4$ ).  $\text{NH}_4$  akan meningkatkan derajat pH bahan dalam digester. pH lebih dari 8,5 akan membuat racun pada populasi bakteri metana.

## 12. Proses Pembentukan Biogas

Pembentukan biogas dibagi menjadi tiga tahap yaitu :



a. Tahap Hidrolisis

Pada tahap ini, bahan organik dienzimatik secara eksternal oleh enzim ekstraseluler (selulose, amilase, protease dan lipase) mikroorganisme. Bakteri memutuskan rantai panjang karbohidrat kompleks, protein dan lipida menjadi senyawa rantai pendek. Sebagai contoh polisakarida diubah menjadi monosakarida sedangkan protein diubah menjadi peptide dan amino.

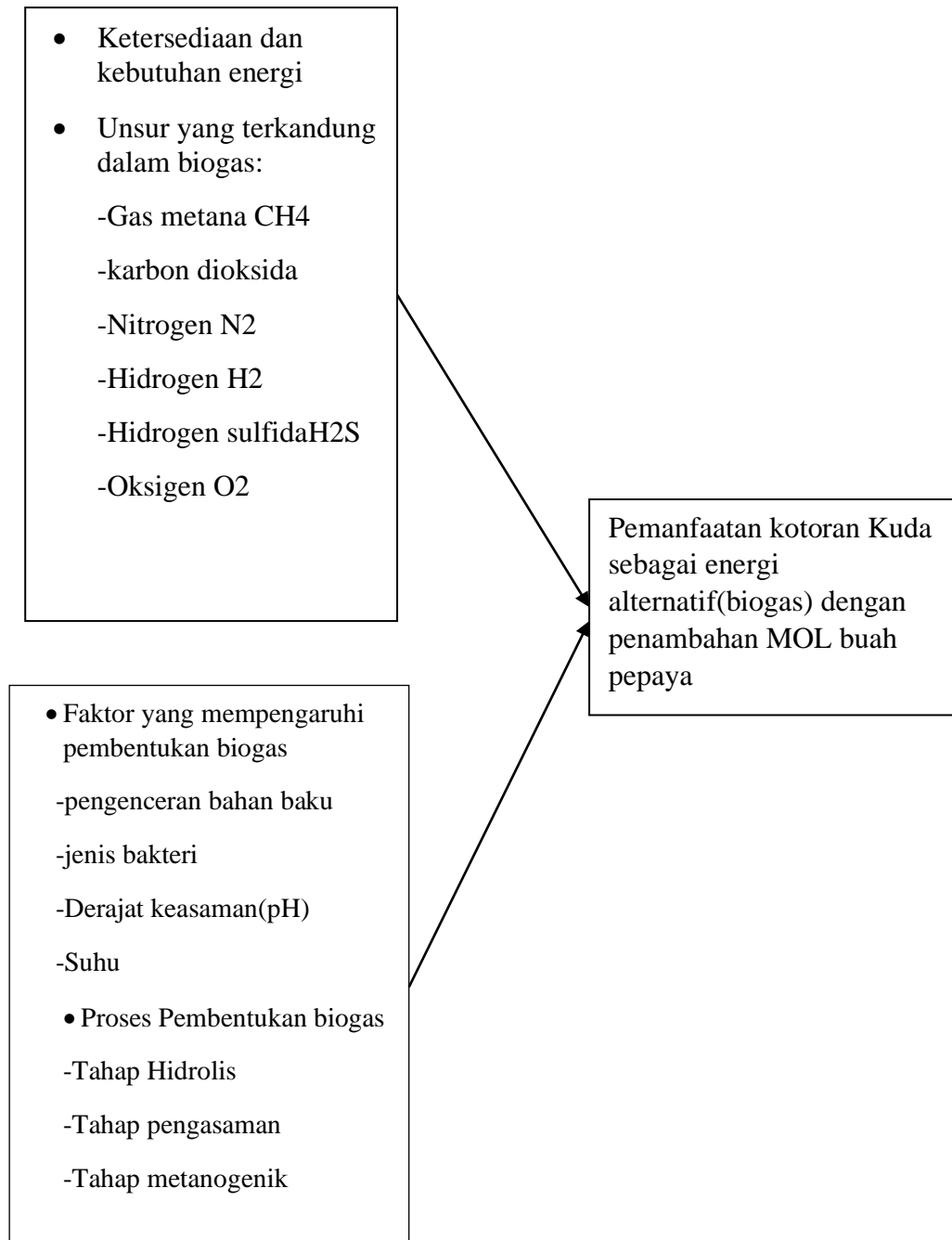
b. Tahap Pengasaman (Asidifikasi)

Pada tahap ini bakteri menghasilkan asam, mengubah senyawa rantai pendek hasil proses pada tahap hidrolisis menjadi asam asetat, hydrogen ( $H_2$ ) dan karbon dioksida. Bakteri tersebut merupakan bakteri anaerobik yang dapat tumbuh dan berkembang pada keadaan asam. Untuk menghasilkan asam asetat, bakteri tersebut memerlukan oksigen dan karbon yang diperoleh dari oksigen yang terlarut dalam larutan. Pembentukan asam pada kondisi anaerobik tersebut penting untuk pembentukan gas metana oleh mikroorganisme pada proses selanjutnya. Selain itu, bakteri tersebut juga mengubah senyawa yang bermolekul rendah menjadi alkohol, asam organik, asam amino, karbon dioksida,  $H_2S$  dan sedikit gas metana.

c. Tahap Metanogenik (pembentukan gas metana)

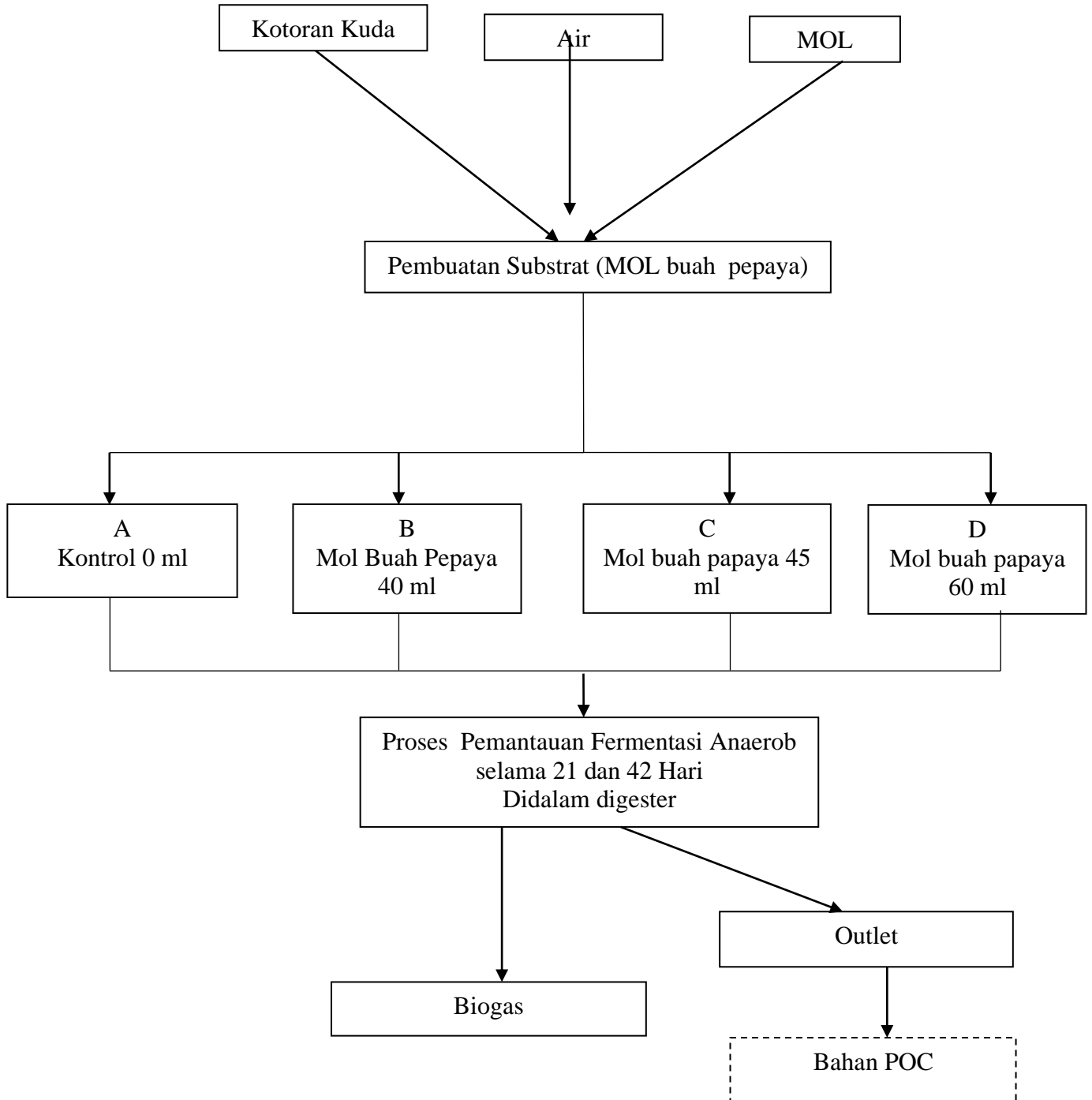
Pada tahap ini terjadi proses pembentukan gas metan dengan mengubah senyawa yang dihasilkan dari proses asidifikasi menjadi metana dan  $CO_2$  dalam kondisi anaerob. Bakteri metanogenik mendekomposisikan senyawa dengan berat molekul rendah menjadi senyawa dengan berat molekul tinggi(karno dkk,2013)

### C. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

#### D. Kerangka Konsep



Keterangan:

----- =Tidak diteliti

————— =Diteliti

Gambar 2.2 Kerangka Konsep