



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pemanfaatan Limbah Kotoran Ternak

Limbah ternak adalah sisa buangan dari suatu kegiatan usaha peternakan seperti usaha pemeliharaan ternak, rumah potong hewan, pengolahan produk ternak dan lain-lain (Mara, 2012). Semakin berkembangnya usaha peternakan, limbah yang dihasilkan juga akan semakin meningkat. Berbagai manfaat dapat dipetik dari limbah ternak, apalagi limbah tersebut dapat diperbaharui (*renewable*) selama masih ada hewan ternak. Limbah ternak dapat dimanfaatkan untuk bahan makanan ternak, pupuk organik, energi dan media berbagai tujuan (Wahyudi, 2009).

Proses pencernaan *anaerob* merupakan dasar dari reaktor biogas yaitu pemecahan bahan organik oleh aktivasi bakteri *metanogenik* dan bakteri *asidogenetik* pada kondisi tanpa udara (Haryati, 2006). Bakteri ini secara alami terdapat dalam limbah yang mengandung bahan organik seperti kotoran binatang, manusia, dan sampah organik rumah tangga. Menurut Haryati (2006), pembentukan biogas oleh mikroba pada kondisi *anaerob* meliputi tiga tahap proses yaitu :

1. Hidrolisis, pada tahap ini terjadi peruraian bahan - bahan organik mudah larut dan bahan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana, perubahan struktur bentuk polimer menjadi bentuk monomer.
2. Pengasaman, pada tahap pengasaman komponen monomer (gula sederhana) yang terbentuk pada tahap hidrolisis akan menjadi bahan makanan bagi bakteri pembentuk asam. Produk akhir dari perombakan gula-gula sederhana

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

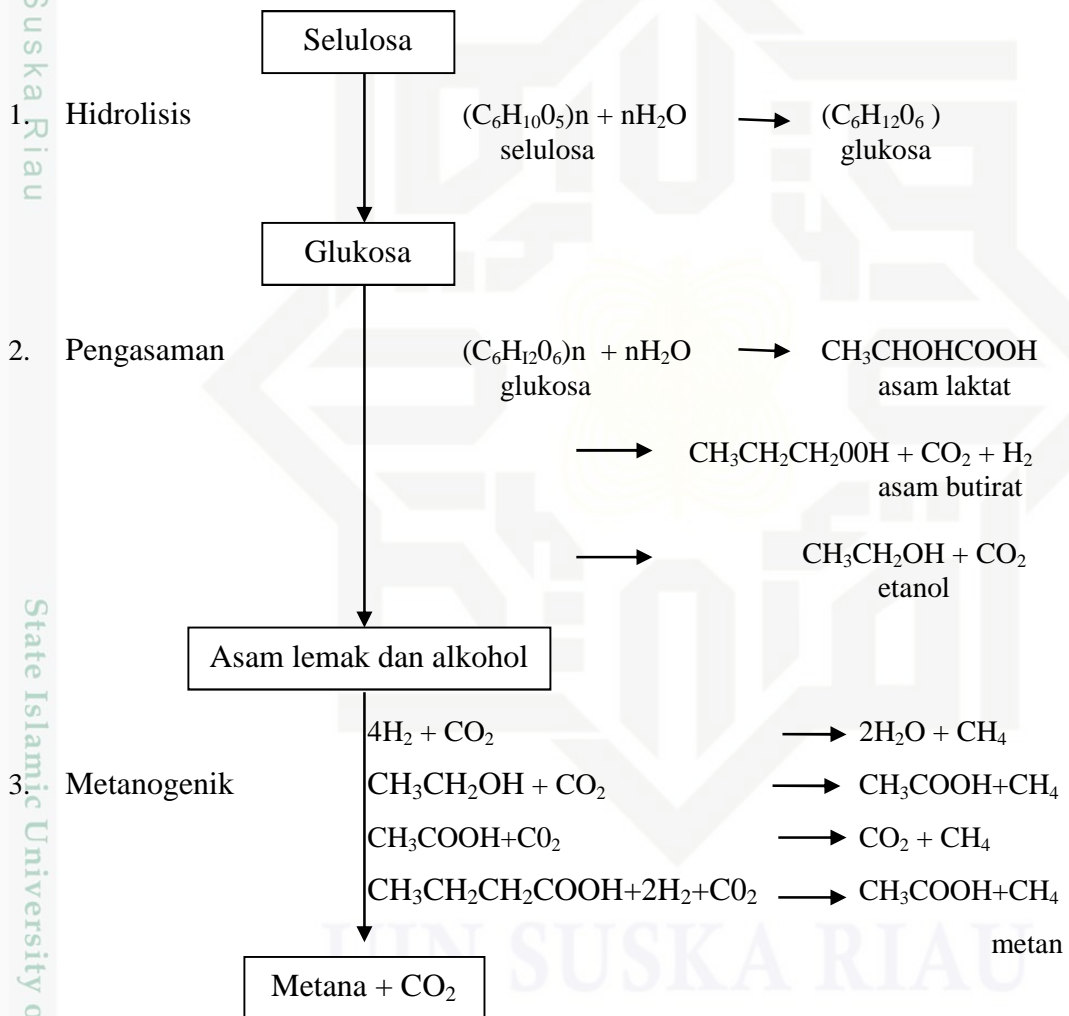
1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ini yaitu asam *astat propionat*, format, laktat, alkohol dan sedikit butirat, gas karbon dioksida, hidrogen dan amonia.

3. *Metanogenik*, pada tahap *metanogenik* terjadi proses pembentukan gas *methan*. Bakteri pereduksi sulfat juga terdapat dalam proses ini, yaitu mereduksi sulfat dan komponen sulfur lainnya menjadi sulfur sulfida. Adapun diagram alir proses fermentasi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Diagram Alir Proses Fermentasi

Sumber : Haryati (2006)



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 2.2. Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) (Gambar 2.2), merupakan tumbuhan air yang berasal dari Brazil. Di Indonesia, eceng gondok pada awalnya diperkenalkan oleh Kebun Raya Bogor untuk koleksi, pada Tahun 1894 dan tumbuhan ini menyebar keseluruh dunia dan tumbuh pada daerah dengan ketinggian berkisar antara 0-1.600 m diatas permukaan laut yang beriklim dingin (Sastroutomo 1990). Muladi (2001) melaporkan bahwa, penyebaran tumbuhan ini dapat melalui kanal, sungai dan rawa serta perairan tawar lain dengan aliran lambat dan mempunyai sifat-sifat yang baik antara lain, dapat menyerap logam-logam berat dan senyawa sulfide selain itu mengandung protein lebih dari 11,5% dan mengandung selulosa yang lebih tinggi besar dari non selulosanya seperti lignin, abu, lemak, dan zat-zat lain.

Menurut Sastroutomo (1990), taksonomi eceng gondok adalah: Divisi: *Magnoliophyta*; Kelas: *Liliopsida*; Ordo: *Commelinales*; Famili: *Pontederiaceae*; Genus: *Eichornia kunth* dan Spesies : *Eichornia crassipes*.



Gambar 2.2. Eceng Gondok

Perkembangbiakan eceng gondok terjadi secara vegetatif maupun secara generatif, perkembangan secara vegetatif terjadi bila tunas baru tumbuh dari ketiak daun, lalu membesar dan akhirnya menjadi tumbuhan baru (Sastroutomo, 1990). Malik (2006), melaporkan bahwa eceng gondok mengandung 95% air yang

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

menjadikannya terdiri jaringan yang berongga, mempunyai energi yang tinggi, terdiri dari bahan yang dapat difermentasikan dan berpotensi sangat besar menghasilkan biogas (*Chanakya et al, 1993 dalam Gunnarsson dan Cecilia 2006*). Tanaman ini mengandung selulosa dan hemiselulosa pada kadar tinggi serta kandungan lignin yang rendah, sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan baku produksi biogas dan selulosa inilah yang bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif biogas (Winarni, 2010). Adapun komposisi eceng gondok dapat dilihat dari Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Komposisi Eceng Gondok dalam Tanur

Parameter	Kadar
Kadar selulosa	64%
Kadar lignin	8 %
Kadar air	10 %
Kadar abu	18 %

Sumber : Tim Teknik Kimia Universitas Negeri Diponegoro, 2004

### 1. Selulosa

Selulosa merupakan penyusun utama kayu berupa polimer alami yang panjang dan linier terdiri dari residu  $\alpha$ -D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan glikosida pada posisi C1 dan C4. Selulosa mempunyai sifat antara lain berwarna putih, berserat, tidak larut dalam air dan pelarut organik serta mempunyai kuat tarik yang tinggi. Dalam kondisi asam yang kuat dan konsentrasi alkohol yang berlebih, akan terjadi reaksi etherifikasi selulosa yaitu reaksi antara selulosa dengan alkohol membentuk ether.

### 2. Lignin

Lignin merupakan bagian terbesar dari selulosa. Penyerapan sinar (warna) oleh pulp terutama berkaitan dengan komponen ligninnya. Untuk mencapai derajat keputihan yang tinggi, lignin tersisa harus dihilangkan dari pulp,





dibebaskan dari gugus yang menyerap sinar kuat sesempurna mungkin. Lignin akan mengikat serat selulosa yang kecil menjadi serat-serat panjang. Lignin tidak akan larut dalam larutan asam tetapi mudah larut dalam alkali encer dan mudah diserang oleh zat-zat oksida lainnya.

### 2.3. Biogas

Biogas adalah campuran beberapa gas, tergolong bahan bakar gas yang merupakan hasil fermentasi dari bahan organik dalam kondisi *anaerob* dan gas yang dominan adalah gas metana ( $\text{CH}_4$  50-70 %) dan gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$  30-40 %), hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$  0% - 3 %), air ( $\text{H}_2\text{O}$  0,3 %), oksigen ( $\text{O}_2$  0,1%-0,5%), hidrogen (H 1%-5%) dan gas-gas yang lain dalam jumlah yang kecil (Efriza, 2009). Teknologi biogas dilakukan dengan memanfaatkan kandungan bahan organik untuk pertumbuhan mikroorganisme yang potensial menghasilkan biogas (Anunputtikul, 2004). Parameter serta kondisi umum proses produksi biogas dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Parameter Serta Kondisi Umum Proses Produksi Biogas

Parameter	Kondisi
C/N	20-30
pH	6,7-7,5
DM ( dry matter)	< 30 % DM
Nitrogen	0-5 %
Suhu Mesophilic	32-42 <sup>0</sup> C , thermofilik 50-58 <sup>0</sup> C
Udara ( $\text{O}_2$ )	Tidak ada
Waktu tinggal	12-30 hari tergantung pretreatment bahan baku

Sumber : Deublein, 2008



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penggunaan biogas sebagai energi alternatif relatif lebih sedikit menghasilkan polusi, disamping berguna menyehatkan lingkungan karena mencegah penumpukan limbah sebagai sumber penyakit, bakteri, dan polusi udara (Efriza, 2009). Semua jenis limbah organik dapat digunakan sebagai substrat seperti limbah dapur, perkebunan, kotoran sapi, biomassa dan buangan domestik, sumber biomassa atau limbah yang berbeda akan menghasilkan perbedaan kuantitas biogas (Werner *et al.*, 2004).

## 2.4. Prinsip Pembuatan Biogas

Prinsip pembuatan biogas adalah adanya dekomposisi bahan organik secara *anaerobik* (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan suatu gas yang sebagian besar berupa metana (yang memiliki sifat mudah terbakar) dan karbondioksida (Amaru, 2004). Proses dekomposisi *anaerobik* dibantu oleh sejumlah mikroorganisme terutama *metan*, suhu yang baik untuk proses fermentasi adalah 30-55<sup>0</sup>C, pada suhu tersebut mikroorganisme dapat bekerja secara optimal merombak bahan-bahan organik (Ginting, 2007).

Amaru (2004), menyatakan laju proses fermentasi *anaerob* sangat ditentukan oleh faktor-faktor yang mempengaruhi mikroorganisme. Faktor-faktor tersebut diantaranya adalah :

### 1. Temperatur Lingkungan

Bakteri metana pada umumnya adalah bakteri golongan *mesofil* yaitu bakteri yang hidupnya dapat subur hanya pada temperatur disekitar temperatur kamar, antara 20-40<sup>0</sup> C dengan temperatur optimum yaitu 27<sup>0</sup> C-30<sup>0</sup> C.



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 2. Derajat Keasaman (pH)

Pada dekomposisi *anaerob* faktor pH sangat berperan karena pada rentang pH yang tidak sesuai, mikroba tidak dapat tumbuh dengan maksimal dan bahkan dapat menyebabkan kematian yang menghambat perolehan gas metana sehingga, nilai pH yang dibutuhkan untuk *digester* adalah antara 6,2 – 8.

## 3. Kandungan Air

Bentuk bubur hanya dapat diperoleh apabila bahan yang dihancurkan mempunyai kandungan air yang tinggi serta gas yang dihasilkan dipengaruhi oleh jumlah air yang diberikan (Wahyudi, 2013). Apabila substrat tersebut memiliki kandungan air yang sedikit maka bisa ditambahkan air supaya pembentukan biogas bisa optimal (Sholeh dkk, 2012). Penambahan air ke dalam bahan isian bertujuan untuk dapat memenuhi kadar air yang disyaratkan untuk pembentukan biogas, yaitu 91-93% (Ratnaningsih, 2009). Air berperan penting dalam proses biologis pembuatan biogas, artinya jangan terlalu banyak (berlebihan) juga jangan terlalu sedikit (Ridhuan, 2012).

## 4. Bahan Baku Isian

Bakteri *anaerob* membutuhkan nutrisi sebagai sumber energi, nutrisi harus lebih dari konsentrasi optimal yang dibutuhkan oleh bakteri *metanogenik* karena, apabila terjadi kekurangan nutrisi akan menjadi penghambat bagi pertumbuhan bakteri (Amaru, 2004). Penambahan nutrisi dengan bahan yang sederhana seperti glukosa, buangan industri, dan sisa tanaman diberikan dengan tujuan untuk menambah pertumbuhan didalam *digester* (Padang, 2011). Jenis bahan organik yang digunakan dapat berpengaruh terhadap lama waktu fermentasi oleh bakteri



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pasalnya, masing-masing jenis bahan memiliki total padatan yang berbeda (Sukmana, 2011).

Unsur nitrogen yang paling penting disamping adanya selulosa sebagai sumber karbon, bakteri penghasil metana menggunakan karbon 30 kali lebih cepat daripada nitrogen (Amaru, 2004). Berdasarkan penelitian Hartono (2009), rentang rasio C/N antara 20-30 merupakan rentang optimum untuk proses penguraian *anaerob*. Pada bahan yang memiliki rasio C/N yang lebih tinggi akan menciptakan proses pencernaan yang lebih optimal bila dibandingkan dengan bahan yang memiliki rasio C/N lebih rendah Padang dkk (2011). Karena itu, perbandingan pencampuran bahan yang sesuai akan sangat mempengaruhi tingkat pertumbuhan gas yang optimum hal ini sesuai dengan pendapat Ridhuan (2011), yang menyatakan tingkat kandungan bahan yang sesuai akan mempengaruhi hasil optimum gas yang dihasilkan. Di lain pihak, jika rasio C/N sangat rendah, nitrogen akan dibebaskan dan terkumpul dalam bentuk  $\text{NH}_4\text{OH}$  (Windyasmara dkk, 2012). Bila terlalu banyak karbon, nitrogen akan habis terlebih dahulu dan hal ini menyebabkan proses berjalan lambat dan mengakibatkan produksi gas rendah. Namun bila nitrogen yang terlalu banyak, maka karbon akan habis terlebih dulu sehingga proses fermentasi akan berhenti dan mengakibatkan nilai pH meningkat. Berikut yang menunjukkan rasio C/N dari beberapa jenis bahan organik dapat dilihat pada Tabel 2.3.



Tabel 2.3. Rasio Karbon dan Nitrogen dari Beberapa Bahan

Bahan	Kandungan C/N
Kotoran Bebek	8
Kotoran Manusia	8
Kotoran Ayam	10
Kotoran Kambing	12
Kotoran Babi	18
Kotoran Domba	19
Kotoran Sapi/Kerbau	24
Eceng Gondok	25
Kotoran Gajah	43
Batang Jagung	60
Jerami Padi	70
Jerami Gandum	90
Serbuk Gergaji	Diatas 200
Ampas Tebu	220

Sumber : Haryati, (2006)

## 2.5. Tipe Digester

Berdasarkan cara pengisian bahan bakunya, *biodigester* dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe sistem pengisian curah (*Batch*) dan tipe kontiniu (Amaru, 2004). Dalam penelitian ini digunakan sistem pengisian curah karena tipe *digester* ini cocok digunakan sebagai percobaan dilaboratorium dengan demikian, sistem pengisian curah adalah cara penggantian bahan yang dilakukan dengan mengeluarkan sisa bahan yang sudah dicerna dari tanki pencernaan setelah produksi biogas berhenti dan selanjutnya dilakukan pengisian bahan baku yang baru (Indarto, 2010). Isi dari *digester* biasanya dihangatkan dan dipertahankan temperaturnya (Mara, 2012).

Untuk memperoleh biogas yang banyak, sistem ini perlu dibuat dalam jumlah yang banyak agar kecukupan dan kontinuitas hasil biogas tercapai (Nurhasanah, 2006). Berdasarkan penelitian Sholeh (2012), proses menunggu hingga proses degradasi dalam suatu reaktor sistem *batch* bekerja 10 hari dan reaktor didalamnya pada kondisi *anaerob*. Masing-masing sistem memiliki kelebihan



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

maupun kekurangan (Amaru, 2004). Sistem pengisian curah memiliki konstruksi yang lebih sederhana namun biogas yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan pengisian kontiniu (Indarto, 2010).

Proses pencernaan *anaerobic* , yang merupakan dasar dari reaktor biogas yaitu proses pemecahan bahan organik oleh aktivitas bakteri *metanogenik* dan bakteri *asidogenik* pada kondisi tanpa udara. Bakteri ini secara alami terdapat dalam limbah yang mengandung bahan organik, seperti kotoran binatang, manusia, dan sampah organik rumah tangga. Proses *anaerobik* dapat berlangsung dibawah kondisi lingkungan yang luas meskipun proses yang optimal hanya terjadi pada kondisi yang terbatas dapat dilihat dari Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Kondisi Pengoperasian Pada Proses Pencernaan *Anaerobik*

Parameter	Nilai
Mesofilik	35 <sup>0</sup> C
Termofilik	54 <sup>0</sup> C
pH	7-8
Alkalinitasi	2500 mg / L minimum
Waktu retensi	10 – 30 hari
Waktu terjenuhkan	0,15 - 0,35 kg VS/m <sup>3</sup> /hari
Hasil biogas	4,5- 11 m <sup>3</sup> /kg VS
Kandungan metan	60 – 70 %

Sumber: Engler *et al* . (2000)