

# PEMANFAATAN ECENG GONDOK SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF

SYUKRAN IMMO

HANS TUMALIANG, SARTJE SILIMANG

Prodi Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : [syukranimmo08@gmail.com](mailto:syukranimmo08@gmail.com)

## ABSTRAK

*Telah dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan biogas eceng gondok (Eichornia crossipes) sebagai sumber energi alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kandungan biogas pada eceng gondok dan kotoran sapi. Dengan beberapa campuran yang berbeda-beda untuk mengetahui hasil yang terbaik pada eceng gondok dan berapa lama biogas pada eceng gondok mampu bertahan apabila dicampurkan dengan kotoran sapi. Dengan beberapa variasi yang digunakan untuk mengetahui dimana kadar campuran yang bisa bertahan lebih lama. Campuran 75% Eceng gondok dan 25% Kotoran Sapi yang kandungan biogas bertahan dalam jangka waktu panjang dan bisa dipakai beberapa kali. Dalam analisa ini memakai 70kg Eceng gondok dan kotoran sapi yang telah dicampurkan dan dapat menghasilkan 14m<sup>3</sup>/hari gas metan. Dan daya yang dapat dihasilkan sekitar 107,8 kWh/hari dan 4,491 kW/jam.*

*Kata kunci: eceng gondok, biogas, kotoran sapi*

## ABSTRACT

*Research has been carried out on the use of water hyacinth (Eichornia crossipes) biogas as an alternative energy source. This study aims to test the content of biogas in water hyacinth and cow dung. With several different mixtures to find out the best results on water hyacinth and how long the biogas in water hyacinth lasts when mixed with cow dung. With several variations that are used to find out which levels of the mixture can last longer. 75% water hyacinth and 25% cow dung containing biogas lasts for a long time and can be used several times. In this analysis using 70kg of water hyacinth and cow dung that has been mixed and can produce 14m<sup>3</sup>/day of methane gas. And the power that can be generated is around 107.8 kWh/day and 4,491 kW/hour.*

*Key Words : water hyacinth, biogas, cow dung*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Upaya pembersihan enceng gondok di danau tondano yang tadinya sudah menjadi pengganggu di danau dan dibuang menjadi sampah. Dan sampah enceng gondok yang dibuang akan di campurkan dengan kotoran hewan agar menjadi suatu Energi alternatif.

Kandungan cairan lignoselulosa pada eceng gondok bisa menjadi campuran untuk jangka waktu lama dalam suatu energi baru terbarukan. Dengan campuran kotoran hewan dan dalam penelitian kali ini

memakai kotoran sapi. Dari kotoran sapi dengan eceng gondok yang dicampurkan bisa dipakai untuk jangka waktu panjang. Dan apabila sudah dipakai dalam minggu ini bisa dipakai kembali pada minggu berikutnya.

Kandungan biogas didominasi oleh gas methana (CH<sub>4</sub>) yang merupakan hasil sambungan dari poroses dekomposisi mikroba pada suatu biomasa. Mikroba tersebut merupakan bakteri pembentuk methana yang banyak terdapat dalam tubuh hewan ruminansia. Produksi gas methan dari biomasa bukan merupakan proses baru, Alexander Volta pada abad ke 18 menemukan gas methan dalam gas yang di hasilkan rawa / payau ide dan percobaan bagaiman proses ini dapat digunakan dan telah berjalan selama 100 tahun kebelakang. Secara prinsip pembuatan biogas sangat sederhana, dengan memasukkan substrat (kotoran hewan / manusia) ke dalam unit pencernaan (digester), kemudian ditutup rapat selama beberapa kurun waktu, tertentu biogas akan terbentuk yang selanjutnya dapat digunakan sebagai sumber energi.

### **Perumusan Masalah**

Dalam study kasus ini masalah yang akan dibahas tentang pemanfaatan Energi Biogas dari kotoran hewan, sampah rumah tangga dan cairan pada tumbuhan enceng gondok yang akan diolah untuk menjadi suatu Energi Baru Terbarukan

### **Pembatasan Masalah**

Study kasus ini dilakukan untuk memahami proses pembentukan Biogas dari Eceng gondok dan kotoran hewan.

### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Memahami cara kerja Energi Biogas dalam menghasilkan listrik
2. Mempelajari komponen yang dibutuhkan dalam Energi Biogas
3. Mempelajari Komposisi untuk mencampurkan biogas agar mencapai hasil terbaik
4. Mendapatkan formula terbaik
5. Mempelajari kekurangan dan kelebihan dari Energi Biogas

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah mempelajari proses Pembangkit Listrik Tenaga Biogas. Dengan mencampurkan kotoran hewan dan tumbuhan enceng gondok. Untuk mendapatkan suatu formula terbaik.

### **Dasar Teori**

#### **Pengertian Biogas**

Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh bakteri apabila bahan organik mengalami proses fermentasi dalam reaktor (biodigester) dalam kondisi anaerob (tanpa udara). Reaktor yang dipergunakan untuk menghasilkan biogas umumnya disebut digester atau biodigester, karena di tempat inilah bakteri tumbuh dengan mencerna bahan-bahan organik. Untuk menghasilkan biogas dalam jumlah dan kualitas tertentu, maka digester perlu diatur suhu, kelembaban, dan tingkat keasaman supaya bakteri dapat berkembang dengan baik. Biogas sendiri merupakan gabungan dari gas metana (CH<sub>4</sub>), gas CO<sub>2</sub> dan gas lainnya.

Di Indonesia, pemanfaatan biogas masih terbatas pada bahan bakar kompor untuk memasak. Pemanfaatan biogas

untuk kebutuhan rumah tangga ini, beberapa penduduk di Indonesia sudah mampu membuat reaktor biogas sendiri dengan skala kecil. Reaktor biogas (biodigester) untuk skala kecil umumnya dibuat dari plastik maupun dari drum. Bahan baku biogas diperoleh dari kotoran sapi dengan jumlah sapi bervariasi dari 3-5 ekor untuk skala kecil.

Ketertarikan akan sumber energi biogas akhir-akhirini meningkat. Hal ini didasarkan pada fakta bahwa cadangan sumber energi fosil semakin berkurang. Salah satu buktinya adalah adanya kebijakan Sumber Energi Dengan fakta ini sebenarnya beberapa anggota masyarakat yang mempunyai potensi mengolah bahan organik menjadi biogas dapat berperan serta lebih aktif. Manfaatnya adalah masyarakat dapat memperoleh energi yang relatif lebih murah dan lingkungannya juga lebih bersih. Memang, karena biogas dihasilkan dari kotoran sehingga beberapa masyarakat masih canggung untuk menggunakan biogas khususnya untuk memasak.

Biogas sangat potensial sebagai sumber energi terbarukan karena kandungan methane ( $CH_4$ ) yang tinggi dan nilai kalornya yang cukup tinggi.  $CH_4$  sendiri mempunyai nilai kalor 50 MJ/kg. Methane ( $CH_4$ ) yang memiliki satu karbon dalam setiap rantainya, dapat menghasilkan pembakaran yang lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar berantai karbon panjang. Hal ini disebabkan karena jumlah  $CO_2$  yang dihasilkan selama pembakaran bahan bakar berantai karbon pendek adalah lebih sedikit

### Bahan Penghasil Biogas

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

sampah bio (organik), dan sisa proses pembuatan tahu.

Jenis-jenis bahan organik yang diproses termasuk beberapa contoh di atas sangat mempengaruhi kualitas biogas yang dihasilkan. Pemilihan bahan biogas dapat ditentukan dari perbandingan kadar C (karbon) dan N (nitrogen) dalam bahan tersebut. Bahan organik yang umumnya mampu menghasilkan kualitas biogas yang tinggi mempunyai rasio C/N sekitar 20-30 (Sasse, 1988) atau 20-25 (Dennis A., 2001). Perbandingan C dan N dalam bahan biogas merupakan faktor penting untuk berkembangnya bakteri yang akan menguraikan bahan organik tersebut. Pada perbandingan C/N kurang dari 8, dapat menghalangi aktivitas bakteri akibat kadar amonia yang berlebihan (Uli Werner, 1989). Pada perbandingan C/N lebih dari 43 mengakibatkan kerja bakteri juga terhambat (Dennis A., 2001). Walaupun demikian, parameter ini bukan jaminan satu-satunya untuk kualitas biogas yang tinggi karena masih terdapat beberapa parameter lain yang harus diperhatikan khususnya pada reaktor biogas (biodigester). Untuk mendapatkan produksi biogas yang tinggi, maka penambahan bahan yang mengandung karbon (C) seperti jerami, atau N (misalnya: urea) perlu dilakukan untuk mencapai rasio  $C/N = 20$

Tabel 1. Rasio C/N untuk bahan organik

NO	Material	Perbandingan C dan N
1	Kotoran bebek	8
2	Kotoran manusia	8
3	Kotoran ayam	10
4	Kotoran Kambing	12
5	Kotoran Babi	18
6	Kotoran Domba	19
7	Kotoran Sapi/Kerbau	24
8	Enceng Gondok	25
9	Kotoran Gajah	43
10	Jerami Jagung	60

11	Jerami Padi	70
12	Jerami Gandum	90
13	Serbuk Gergajian	200

Tidak semua bahan organik terurai menjadi gas dalam digester anaerob. Bakteri anaerob tidak menguraikan lignin dan beberapa jenis hidrokarbon. Digester yang berisi kotoran yang mengandung nitrogen tinggi dan belerang yang rendah dapat menghasilkan racun berupa amonia dan H<sub>2</sub> S. Kotoran yang tidak bercampur dengan air akan terurai dengan lambat.

Perlu ditekankan disini bahwa proses fermentasi dalam biodigester sendiri berlangsung secara alami. Mikroba (bakteri) yang berfungsi untuk menguraikan bahan organik juga dapat terbentuk secara alami asalkan kondisi biodigester terpenuhi untuk tumbuhnya bakteri tersebut. Ciri fisik yang terlihat dari terjadinya proses fermentasi alami adalah terbentuknya gelembung pada permukaan air.

### **Bahan Baku Pembuatan Biogas**

Bahan baku yang dapat dibuat biogas adalah bahan organik. Beberapa daftar bahan organik yang dapat dibuat biogas adalah biomasa, kotoran manusia, kotoran hewan, urin, sampah kota yang berbentuk organik, dan sampah produk pertanian. Di Indonesia, jenis kotoran yang umum digunakan untuk menghasilkan biogas adalah kotoran sapi.

Tabel 2 menunjukkan spesifikasi kotoran sapi yang dihasilkan dari sapi dengan bobot waktu hidup 635 kg untuk setiap harinya. Besarnya padatan total (TS) umumnya dapat juga diperkirakan sekitar 10-15% dari massa kotoran awal. Sedangkan besarnya padatan volatil dapat diperkirakan sebesar 8-10% dari massa kotoran awal.

Tabel 2. Spesifikasi kotoran sapi dengan bobot 635kg

Spesifikasi	Sapi dengan bobot 635 kg
Kotoran	50.8 kg
Kotoran	51.1 liter
Padatan total	6.35 kg
Padatan volatil	5.4 kg

Sebagai acuan, untuk setiap ekor sapi umumnya mampu menghasilkan kotoran sebanyak 5-40 kg per hari. Secara nyata, tidak dapat dipastikan berapa kotoran yang dihasilkan oleh hewan untuk setiap harinya karena tergantung pada banyak hal, seperti kondisi hewan, pola makan dari hewan, jenis makanan, jenis kandang, jenis lantai, dan lainnya. Untuk tujuan perancangan digester yang lebih baik, maka jumlah kotoran dari hewan dapat diukur atau ditimbang secara berkala. Langkah ini walaupun tidak umum, tetapi mampu memberikan data yang lebih baik sehingga rancangan dari digester dan produksi biogasnya nanti tidak berlebihan atau sebaliknya supaya tidak kekurangan bahan baku. Beberapa peneliti mengusulkan metode lain untuk menentukan jumlah kotoran yang dihasilkan dari makhluk hidup. Metode yang diusulkan adalah dengan membuat prosentasi dari bobot makhluk hidup tersebut.

### **Teknik Pemanfaatan Biogas**

Biogas dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, diantaranya adalah:

1. Sumber bahan bakar gas digunakan untuk kompor rumah tangga, penerangan, pemanas air, dan lainnya.
2. Sumber bahan bakar gas untuk menghasilkan panas yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan misalnya pemanas air, pemanas udara, pengering, dan lainnya.
3. Sumber bahan bakar gas untuk menggerakkan motor bakar, turbin, dan lainnya yang kemudian torsi yang diperoleh dapat digunakan untuk menggerakkan pompa atau mesin-mesin yang lain.
4. Torsi dari motor bakar dan turbin berbahan bakar biogas selanjutnya dapat

dipergunakan untuk menggerakkan generator dan diperoleh listrik. Secara teoritis dapat dibuat suatu prediksi umum bahwa (Uli Werner, 1989):

- a). Untuk keperluan memasak, 1 orang rata-rata per hari membutuhkan biogas sebanyak 0,1 – 0,3 m<sup>3</sup>.
- b). Untuk penerangan (lampu petromaks), rata-rata membutuhkan biogas sebanyak 0,1 – 0,15 m<sup>3</sup> per jam. Pendapat lain mengatakan bahwa 1 m<sup>3</sup> dapat digunakan untuk penerangan yang sebanding dengan lampu 60-100 W selama 6 jam.
- c). Untuk pengganti bahan bakar bensin sebanyak 0,7 kg dibutuhkan biogas sebanyak 1 m<sup>3</sup>.
- d). Untuk menggerakkan motor 1 hp selama 2 jam dibutuhkan biogas sebanyak 1 m<sup>3</sup>.
- e). Untuk pembangkit listrik dengan motor bakar dibutuhkan biogas sebanyak 0,6 m<sup>3</sup> per kWh

### **Biodigester**

Biodigester merupakan komponen utama dalam produksi biogas. Biodigester merupakan tempat dimana material organik diurai oleh bakteri secara anaerob (tanpa udara) menjadi gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>. Biodigester harus dirancang sedemikian rupa sehingga proses fermentasi anaerob dapat berjalan baik. Pada umumnya, biogas dapat terbentuk pada 4–5 hari setelah digester diisi. Produksi biogas yang banyak umumnya terjadi pada 20–25 hari dan kemudian produksinya turun jika biodigester tidak diisi kembali. Selama proses penguraian secara anaerob, komponen nitrogen berubah menjadi amonia, komponen belerang berubah menjadi H<sub>2</sub>S, dan komponen fosfor berubah menjadi orthophosphates. Beberapa komponen lain seperti kalsium, magnesium, atau sodium berubah menjadi jenis garam (Dennis A., 2001). Lebih lengkapnya, daftar berikut adalah beberapa tujuan pembuatan biodigester.

1. Mengurangi jumlah padatan. Karena padatan terurai menjadi gas dan tidak semua padatan dapat terurai, maka tujuan dari proses digestion adalah mengurangi jumlah padatan. Biodigester Bab Teknologi Biogas: Pembuatan, Operasional dan Pemanfaatan

2. Membangkitkan energi. Sebagaimana diketahui, target utama dari proses digestion adalah menghasilkan gas CH<sub>4</sub> yang mengandung energi 50 MJ/kg. Semakin besar kandungan CH<sub>4</sub> dalam biogas, semakin besar kandungan energi dalam biogas.

3. Mengurangi bau dari kotoran. Biogas dapat ditujukan untuk mengurangi bau dan bukan menghilangkan bau dari kotoran. Setidaknya dengan pembuatan digester bau yang dihasilkan selama proses digestion dapat diarahkan supaya tidak mengganggu kenyamanan hidup manusia.

4. Menghasilkan air buangan yang bersih. Sebagian air setelah proses digestion harus dikeluarkan. Bersihnya air buangan ini menjadi sangat penting jika akan digunakan untuk irigasi. Sebagian air buangan juga dapat dikembalikan lagi ke dalam digester.

5. Menghasilkan padatan yang mengandung bahan gizi untuk pupuk. Padatan yang tidak terurai menjadi gas dapat dimanfaatkan sebagai pupuk asalkan masih mengandung bahan gizi yang baik. Padatan yang dihasilkan juga harus dijaga dari zat-zat berbahaya.

### **Jenis – jenis Biodigester**

Terdapat beberapa jenis biodigester yang dapat dilihat berdasarkan konstruksi, jenis aliran, dan posisinya terhadap permukaan tanah. Jenis digester yang dipilih dapat didasarkan pada tujuan pembuatan digester tersebut. Hal yang penting adalah apapun jenis digester yang dipilih nantinya, tujuan utama pembuatan digester adalah mengurangi jumlah kotoran dan menghasilkan biogas yang mempunyai kandungan CH<sub>4</sub> tinggi.

Umumnya, kotoran merupakan campuran fasa padat dan cair dengan perbandingan tertentu. Energi dihasilkan dari padatan kotoran tersebut. Pada saat menginginkan hasil biogas yang kontinu, maka bahan baku harus mampu mengalir kontinu tanpa bantuan pompa dan biodigester harus didesain supaya tidak terjadi penyumbatan. Padatan yang dihasilkan setelah proses digestion juga harus dapat dipisahkan.

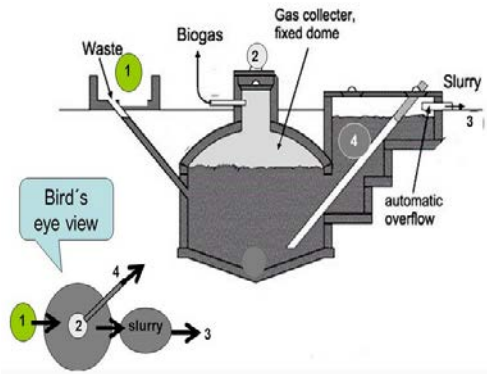
### Proses Terjadinya Biogas

Biogas yang dihasilkan dari Kotoran sapi misalnya juga dapat terjadi akibat adanya fermentasi. Kotoran sapi yang dimasukkan ke dalam suatu tempat berupa tabung yang disebut dengan *digester* atau tangki pencerna. Proses terjadinya gas di dalam tangki pencerna tersebut dapat terjadi dengan bantuan beberapa bakteri seperti kelompok bakteri fermentative, bakteri metana dan sebagainya.

Ada beberapa persyaratan agar proses terjadinya gas dapat maksimal, yaitu:

- Pelarutan yang konsisten (pengadukan teratur dan merata),
- Nilai pH atau derajat keasaman yang ideal (nilai pH yang ideal adalah 6,5 - 7,5), jika  $pH > 8$  maka sebaiknya ditambahkan kapur untuk mengurangi derajat keasaman yang tinggi, dan jika terlalu rendah atau  $pH < 5$  maka perlu tambahkan kotoran hewan tanpa campuran air ke tangki pencerna
- Temperatur  $\pm 35\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Perbandingan Carbon – Nitrogen (C:N) yang sesuai,
- Kadar racun dari kotoran ternak harus diperhatikan
- Tidak terdapat bahan yang dapat membunuh bakteri, misalnya air sabun.

Setelah kotoran hewan dimasukkan ke dalam tangki pencerna, maka proses pembentukan gas akan terjadi dalam waktu antara 2-5 hari kemudian tergantung pada kondisi-kondisi yang telah disebutkan di atas. Setelah gas pertama terbentuk maka proses pembentukan biogas selanjutnya akan berlangsung selama 50 hari, dengan waktu puncak yaitu hari ke 35. Temperatur sangat menentukan lamanya proses pencernaan dalam tangki pencernaan atau yang disebut dengan *Digester* (lihat gambar 1). Bila temperature meningkat, maka produksi biogas juga akan meningkat sesuai dengan batas-batas kemampuan bakteri mencerna kotoran hewan tadi atau sampah organik.



Gambar 1. Skema Reaktor Biogas

Biogas adalah gas yang mudah terbakar, karena unsur utama dan terbesar dalam kandungan biogas adalah methane. Methane adalah zat berbentuk gas yang tidak kelihatan dan berbau. Gas ini berwarna biru, tidak berasap dan lebih panas dari minyak tanah, arang, dan bahan bakar konvensional lainnya. Komposisi dari biogas pada umumnya adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Komposisi zat-zat Biogas

NO	SENYAWA	SIMBOL	PRESENTASE (%)
1	Metan	CH <sub>4</sub>	50 – 70
2	Karbon Dioksida	CO <sub>2</sub>	30 – 40
3	Hidrogen	H <sub>2</sub>	5 – 10
4	Nitrogen	N <sub>2</sub>	1 – 2
5	Uap Air	H <sub>2</sub> O	0,3
6	Hidrogen Sulfida	H <sub>2</sub> S	Sangat Kecil

### Proses Pembentukan Biogas

Ada tiga proses pembentukan biogas, dari pengolahan bahan organik dengan bantuan mikroorganisme anaerob hingga menjadi biogas, yaitu proses hidrolisis, pengasaman (asidifikasi), dan metanogenesis.

#### Hidrolisis

Hidrolisis merupakan proses yang utama dan tahap awal dari proses

fermentasi. Tahap ini merupakan penguraian bahan organik dengan senyawa kompleks yang memiliki sifat mudah larut, seperti lemak, protein dan karbohidrat, menjadi senyawa yang sederhana. Hidrolisis juga dapat diartikan sebagai struktur dari bentuk polimer menjadi bentuk monomer. Senyawa yang dihasilkan dari proses hidrolisis diantaranya senyawa asam organik, glukosa, etanol,  $\text{CO}_2$ , dan senyawa hidrokarbon lainnya. Senyawa ini akan dimanfaatkan mikroorganisme sebagai sumber energy untuk melakukan aktivitas fermentasi.

### **Pengasaman (Asidifikasi)**

Proses berikutnya adalah asidifikasi atau pengasaman. Pada tahap ini, senyawa-senyawa yang terbentuk pada tahap hidrolisis akan dijadikan sumber energy bagi mikroorganisme untuk tahap selanjutnya, yaitu pengasaman atau asidifikasi. Pada tahap ini, bakteri akan menghasilkan senyawa-senyawa asam organik, seperti asam asetat, asam propionat, asam butirat, dan asam laktat beserta produk sampingan berupa alcohol,  $\text{CO}_2$ , hydrogen, dan zat ammonia.

### **Metanogenesis**

Tahap ketiga adalah proses metanogenesis. Bakteri metanogen, seperti *methanococcus*, *methanosarcina*, dan *methano bacterium* akan mengubah produk lanjutan dari tahap pengasaman menjadi gas metana, karbondioksida, dan air yang merupakan komponen penyusun biogas. Berikut reaksi perombakan yang dapat terjadi pada tahap metanogenesis.

Jumlah energy yang dihasilkan dalam pembentukan biogas sangat bergantung pada konsentrasi gas metana yang dihasilkan pada proses metanogenesis. Semakin tinggi kandungan metana yang dihasilkan, maka semakin besar pula energy yang dibentuk. Sebaliknya, apabila konsentrasi gas metana yang dihasilkan rendah, energy yang dihasilkan juga semakin rendah.

Kualitas biogas yang dihasilkan juga dapat ditingkatkan melalui penghilangan hydrogen sulfur, kandungan air, dan karbondioksida yang turut

terbentuk. Hydrogen sulfur merupakan senyawa yang mengandung racun yang dapat menyebabkan korosi (pengkaratan) sehingga menjadi berbahaya apabila biogas mengandung senyawa ini karena dapat merusak instalasi. Kandungan air dihindari karena dapat menurunkan titik penyalan biogas. Untuk menghilangkan ketiga zat tersebut, dapat menggunakan alat desulfurizer yang dibutuhkan untuk menyalakan mesin generator (angin) sehingga mesin tidak mudah mengalami korosi. Alat desulfurizer akan menyaring biogas yang masih mengandung  $\text{CO}_2$  sehingga terserap. Mesin generator pun tidak mudah korosi karena kandungan metan pada biogas sudah 80 – 95%.

### **Gas Metan**

Gas Metan Sisa atau buangan senyawa organik yang berasal dari tanaman ataupun hewan secara alami akan terurai, baik akibat pengaruh lingkungan fisik (seperti panas matahari), lingkungan kimia (seperti adanya senyawa lain) atau yang paling umum dengan adanya jasad renik yang disebut mikroba, baik bakteri maupun jamur. Akibat penguraian bahan organik yang dilakukan jasad renik tersebut, maka akan terbentuk zat atau senyawa lain yang lebih sederhana (kecil), serta salah satu diantaranya berbentuk  $\text{CH}_4$  atau gas metan. Gas metan yang bergabung dengan  $\text{CO}_2$  atau gas karbon dioksida yang kemudian disebut biogas dengan perbandingan 65:35. Seperti sampah atau jerami yang diproses menjadi kompos memerlukan persyaratan dasar tertentu, demikian pula dalam proses pengubahan sampah atau buangan menjadi biogas, memerlukan persyaratan tertentu yang menyangkut :

- 1) Kandungan atau isi yang terkandung dalam bahan. Hal ini menyangkut nilai atau perbandingan antara unsur C (karbon) dengan unsur N (nitrogen) yang secara umum dikenal dengan nama rasio C/N. Perubahan senyawa organik dari sampah atau kotoran kandang menjadi  $\text{CH}_4$  (gas metan) dan  $\text{CO}_2$  (gas karbon dioksida) memerlukan persyaratan rasio C/N antara 20-25. Sehingga kalau menggunakan bahan hanya berbentuk jerami dengan rasio C/N diatas 65, maka walaupun  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$  akan terbentuk, perbandingan

CH<sub>4</sub> : CO<sub>2</sub> = 65:35 tidak akan tercapai. Mungkin perbandingan tersebut bernilai 45:55 atau 50:50 atau 40:60 serta angka lain yang kurang dari yang sudah ditentukan, maka hasil biogasnya akan 11 mempunyai nilai bakar rendah atau kurang memenuhi syarat sebagai bahan energi. Juga sebaliknya kalau bahan yang digunakan berbentuk kotoran kandang, misalnya dari kotoran kambing dengan rasio C/N sekitar 8, maka produksi biogas akan mempunyai perbandingan antara CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> seperti 90:10 atau nilai lain yang terlalu tinggi. Dengan nilai ini maka hasil biogasnya juga terlalu tinggi nilai bakarnya, sehingga mungkin akan membahayakan pengguna. Hal lain yang perlu diperhatikan yaitu rasio C/N terlalu tinggi atau terlalu rendah akan mempengaruhi proses terbentuknya biogas, karena ini merupakan proses biologis yang memerlukan persyaratan hidup tertentu, seperti juga manusia.

2) Kadar air yang terkandung dalam bahan yang digunakan, juga seperti rasio C/N harus tepat. Jika hasil biogas diharapkan sesuai dengan persyaratan yang berlaku, maka bahan yang digunakan berbentuk kotoran kambing kering dicampur dengan sisa-sisa rumput bekas makanan atau dengan bahan lainnya yang juga kering, maka diperlukan penambahan air. Tapi berbeda kalau bahan yang akan digunakan adalah sampah organik misalnya sisa makanan yang telah basi atau sayur hijau yang telah membusuk.

Dalam bahannya sudah terkandung air, sehingga penambahan air tidak akan sebanyak pada bahan yang kering. Air berperan sangat penting didalam proses biologis pembuatan biogas. Artinya terlalu banyak (berlebihan) juga jangan terlalu sedikit (kekurangan).

3) Temperatur yang diyakini sebagai temperatur optimum perkembangbiakan bakteri metan adalah sekitar 35° C. Dengan temperatur itu proses pembuatan biogas akan 12 berjalan sesuai dengan waktunya. Tetapi berbeda kalau nilai temperatur terlalu rendah (dingin), maka waktu untuk menjadi biogas akan lebih lama.

4). Kehadiran jasad pemproses atau jasad yang mempunyai kemampuan untuk

menguraikan bahan-bahan yang akhirnya membentuk CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>.

Dalam kotoran kandang, lumpur selokan ataupun sampah dan jerami, serta bahan-bahan buangan lainnya, banyak jasad renik, baik bakteri maupun jamur pengurai. Tapi yang menjadi masalah adalah hasil uraiannya belum tentu menjadi CH<sub>4</sub> yang diharapkan serta mempunyai kemampuan sebagai bahan bakar. Maka untuk menjamin agar kehadiran jasad renik atau mikroba pembuat biogas (umumnya disebut bakteri metan), sebaiknya digunakan starter, yaitu bahan atau substrat yang didalamnya sudah dapat dipastikan mengandung mikroba metan sesuai yang dibutuhkan.

5). Aerasi atau kehadiran udara (oksigen) selama proses. Dalam hal pembuatan biogas maka udara sama sekali tidak diperlukan dalam bejana pembuat. Keberadaan udara menyebabkan gas CH<sub>4</sub> tidak akan terbentuk. Untuk itu maka bejana pembuat biogas harus dalam keadaan tertutup rapat. Masih ada beberapa persyaratan lain yang diperlukan agar hasil biogas sesuai dengan harapan. Tetapi ke lima syarat tersebut sudah merupakan syarat dasar agar proses pembuatan biogas sebagaimana mestinya.

### **Fermentasi**

Ada dua tipe dasar dekomposisi organik yang dapat terjadi aerobik (dengan adanya oksigen), dan dekomposisi anaerobik (tanpa oksigen). Semua bahan organik, baik hewan dan sayur bisa dipecah oleh dua proses, namun produk dekomposisi akan sangat berbeda dalam dua kasus. Dekomposisi aerobik akan menghasilkan karbon dioksida, amonia dan beberapa gas lainnya dalam jumlah kecil, panas dalam jumlah besar dan produk akhir yang dapat digunakan sebagai pupuk. Dekomposisi anaerobik akan menghasilkan metana, karbon dioksida, hidrogen beberapa dan gas lainnya, panas sangat sedikit dan produk akhir dengan kadar nitrogen lebih tinggi dari pada yang dihasilkan oleh fermentasi aerobik. Dekomposisi anaerobik adalah proses dua tahap sebagai pakan bakteri tertentu pada bahan organik tertentu. Pada tahap pertama, bakteri asam membongkar molekul organik kompleks menjadi



peptida, gliserol, alkohol dan gula sederhana. Ketika senyawa ini telah diproduksi dalam jumlah yang cukup, kedua jenis bakteri mulai mengubah senyawa-senyawa sederhana menjadi metana. Bakteri penghasil metana ini sangat dipengaruhi oleh kondisi sekitar, yang dapat memperlambat atau menghentikan proses sepenuhnya.[6] Zat Racun (Toxic) – Beberapa zat racun yang dapat mengganggu kinerja biodigester antara lain air sabun, detergen, creolin. Berikut adalah tabel beberapa zat beracun yang mampu diterima oleh bakteri dalam biodigester (Sddimension FAO dalam Ginting, 2006).

### LOKASI PENELITIAN DAN PENGAMBILAN DATA

#### Lokasi Penelitian

Danau Tondano adalah danau terluas di provinsi Sulawesi Utara. Luas Danau ini 4.278ha/ 42.78km. Danau ini merupakan danau penghasil ikan tawar.



#### Pengambilan Data

Tabel 4. Kandungan Kimia Eceng Gondok Segar

Senyawa Kimia	Presentase (%)
Air	92,6
Abu	0,44
Serat Kasar	2,09
Karbohidrat	0,17
Lemak	0.35

Protein	0,16
Fosfor	0.52
Kalium	0,42
Klorida	0,26
Alkanoid	2,22

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### SELULOSA

Selulosa kandungan utama tanaman dan merupakan polisakarida yang terdiri atas satuan satuan gula (glukosa) yang terikat dengan ikatan 1,4-β-D glikosidik (Fennema, 1985) yang membentuk rantai-rantai selulosa yang panjang menyebabkan selulosa sukar larut dalam air. Secara fisik dan kimiawi selulosa menurut Pasaribu (1987) yaitu tidak larut dalam airdingin, larutan asam, alkali encer dan pelarut pelarut organik netral seperti benzene, alkohol, eter dan kloroform. Berdasarkan Diktat Kuliah Teknologi Kimia Kayu Lanjutan oleh Prof. Dr. Ir. H. Sipon Muladi menjabrakan bahwa selulosa larut dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72%, HCL 44%, serta H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 85%. Selulosa juga tahan terhadap oksidasi oleh oksidator seperti klorin, natrium hipoklorit, kalsium hipoklorit, klorin-oksida, hydrogen peroksida, natrium peroksida dan oksigen.

### Pembahasan Enceng Gondok dan Kotoran Sapi

Berdasarkan Pemanfaatan enceng gondok sebagai sumber energy alternatife biogas maka penelitian ini menggunakan perbandingan enceng gondok dan kotoran sapi dengan perbandingan 2:2. Menggunakan 2kg enceng gondok dan 2kg kotoran sapi dan menggunakan perbandingan 3:1 dengan menggunakan 3kg enceng gondok dan 1kg kotoran sapi. Berdasarkan hasil peneliti, dari kedua perbandingan kedua komposisi pembentukan gas. Biogas enceng gondok yang dihasilkan karena campuran enceng godok dan kotoran

sapi memiliki bau busuk yang sangat menyengat namun setelah dibakar gas tersebut tidak menimbulkan bau yang busuk. Ini berarti biogas enceng gondok ini terbakar sempurna dan aman untuk digunakan bagi pengguna dan dapat membantu kebutuhan masyarakat yang ingin menggunakan energy pemanfaatan enceng gondok sebagai bahan dasar energy alternative Biogas.

Tabel 5. Tahap Proses Fermentasi

No	Hari	Variasi	Campuran
		3:1 (kPa)	2:2 (kPa)
1	7	0,02	0,72
2	8	0,29	0,98
3	9	3,62	1,18
4	10	4,31	1,63
5	11	4,80	2,02
6	12	5,39	2,48
7	13	6,08	3
<b>Rata-rata</b>		<b>3,50</b>	<b>1,72</b>

### Prosedur Percobaan

- Menyiapkan peralatan dan bahan yang diperlukan :
  - Enceng gondok
  - Kotoran Sapi
  - Kaleng cat 5 liter
  - Pipa PVC ½ inch
  - Elbow ½ inch
  - Takaran kue
  - Lampu pijar 6 buah (15W) dan 1 buah (25W)
  - Kabel NYM 10 Meter
  - Blender
- Melakukan proses pengolahan enceng gondok dengan cara diblender lalu ditiriskan untuk mengambil cairan pada batang Eceng gondok.
- Campurkan Eceng gondok dan Kotoran sapi dengan kadar yang

sudah ditentukan menjadi 7 variasi campuran.

- Eceng gondok dan Kotoran sapi yang sudah siap ditaruh ke dalam wadah ember cat yang sudah disediakan.
- Wadah tersebut disimpan pada tempat yang sudah disediakan.
- Selama 3minggu wadah yang di taruh eceng gondok dan kotoran sapi di goyang agar eceng gondok dan kotoran sapi tercampur bagus agar menghasilkan biogas.

Tabel 6. Unjuk Kerja Sample Instalasi

No	Uraian	Hasil Analisis
1	Kondisi Bahan	
	- Total Solid (Kg/hari)	4,2
	- Volatile Solid ( Kg/hari)	3,8
	- Kadar Air (%)	13,59
	- C/N Rasio	1:17
	- Kadar Asam (pH)	7 – 8,6
2	Kandungan Kimia	
	- CH4 (%)	54
	- CO2 (%)	20,88

Dari hasil pengamatan pada tabel 6 diatas kita bisa menghitung kapasitas yang akan di hasilkan dari potensi yang ada, maka presentasi TS dan VS yang didapat dalam sampel kotoran sapi dan enceng gondok adalah :

$$\begin{aligned} \% VS &= 3,8 : 10 \text{ Kg/hari} \\ &= 38 \% \end{aligned}$$

Kita sudah mengetahui potensi enceng gondok dengan campuran kotoran sapi dengan berat 10Kg. Berikut kita akan melakukan perumusan dengan menggunakan 70Kg enceng gondok dengan kotoran sapi untuk mengetahui nilai rata-rata yang bisa dicapai untuk perharinya:

$$\begin{aligned} VS &= 3,8 \text{ Kg/hari} \times 70 \\ &= 266 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui volume potensi biogas yang akan dihasilkan dari hasil nilai rata-rata diatas kita memakai rumus dari jumlah produksi gas metan 10Kg campuran enceng gondok dan kotoran hewan pada tabel 4.4 diatas akan di kaliakan dengan hasil nilai rata-rata produksi enceng gondok dan kotoran hewan, hasilnya sebagai berikut:

$$\text{Potensi volume biogas (VBS)} = 0,059 \text{ m}^3 \times 266 \text{ kg/hari} = 14 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Sedangkan presentasi laju produksi gas metan perharinya kita bisa memakai rumus sebagai berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Volume produksi biogas} &= K \times VS \\ K = \text{Volume produksi biogas} : VS \\ &= 14 \text{ m}^3/\text{hari} : 266 \text{ kg/hari} \\ &= 0,052 \% \end{aligned}$$

Produksi energy gas metan pada biogas sebanding dengan produksi gas metan. Dengan ini diketahui nilai produksi (VBS) sebesar 14 m<sup>3</sup>/hari. Hasil ini hanya menggunakan campuran antar kotoran dan enceng gondok dengan berat 70kg/hari. Untuk mengetahui produksi gas metan yang akan dikonversikan ke daya kita akan mencari produksi gas metan (VGM):

$$\begin{aligned} \text{VGM} &= 65,7\% \times \text{VBS} \\ &= 65,7\% \times 14 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 9,198 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Perhitungan potensi energy listrik yang dihasilkan dengan diketahui volume gas metan yang dihasilkan, yaitu: 9,198 m<sup>3</sup>/hari, 1 m<sup>3</sup> gas metan setara dengan 11,72kWh (FK),

$$\begin{aligned} E &= \text{VGM} \times \text{FK} \\ &= 9,198 \text{ m}^3/\text{hari} \times 11,72 \\ &= 107,8 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Untuk energy yang dibangkitkan perhari dibagi dengan 24jam, yaitu :

$$\begin{aligned} P &= E/24 \\ &= 107,8 \text{ kWh/hari} / 24 \end{aligned}$$

$$= 4,491 \text{ kW}$$

Dari pembahasan diatas pencampuran enceng gondok dan kotoran sapi dengan berat 70kg. Dengan komposisi campuran 3:1 anantara enceng gondok dan kotoran sapi kita dapat menghasilkan 14m<sup>3</sup>/hari. Dan untuk daya yang bisa di dihasilkan dari gas metan tersebut sekitar 107,8 kWh/hari dan untuk perjamnya saya membagikan dengan 24jam dan menghasilkan 4,491 kW/jam.

## Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

Dari beberapa hasil anilisa dan referensi yang saya dapatkan dalam judul “Pemanfaatan Enceng Gondok sebagai Energi Alternatif” dapat disimpulkan bahwa limbah enceng gondok bisa menjadi suatu energy listrik dengan memaksimalkan gas Metan (CH<sub>4</sub>). Dalam percobaaan yang saya lakukan dengan mencampurkan Eceng gondok dengan kotoran sapi agar menghasikan suatu energy listrik yang lebih besar dan bisa digunakan dalam jangka waktu yang lebih panjang. Dengan beberapa variasi campuran antara Eceng gondok dan Kotoran sapi. Dan saya memilih campuran 75% Eceng gondok dan 25% Kotoran Sapi yang kandungan biogas bertahan dalam jangka waktu panjang dan bisa dipakai beberapa kali. Dan dalam analisa diatas memakai 70kg Eceng gondok dan kotoran sapi yang telah dicampurkan dan dapat menghasilkan 14m<sup>3</sup>/hari gas metan. Dan daya yang dapat dihasilkan sekitar 107,8 kWh/hari dan 4,491 kW/jam.

### SARAN

Untuk menghasilkan Biogas yang lebih besar bisa menambahkan eceng gondok dan kotoran hewan sesuai dengan komposisi yang sama.

## DAFTAR PUSTAKA

Haslinah, A., & Andrie, A. (2018). Pemanfaatan *Eichornia crassipes* sebagai koagulan untuk menurunkan kadar kekeruhan dalam air limbah domestik. *Iltek journal*, 13(25), 1882-1885.

Indraswati Serindit. 2005. *Pembangkitan Biogas dari Kotoran Sapi: Hidrolisis Termal Pada Tahap Pengolahan Pendahuluan*, Jurnal Teknik Kimia, Institut teknologi sepuluh Nopember, Surabaya.

Indri Oktavia, 2016, Biogas Teknologi, jurnal case, no 1, vol 1, hal 32.

Mahmud., ST,MT.2020. *Teknologi BIOGAS dan Pemanfaatannya Sebagai Pebangkit Listrik*. Pontianak: Yayasan Kemajuan Teknik

Pramudono, B., Prasetya, A.R., Yonathan, A., 2004. Produksi Biogas dari Enceng gondok (*Eichornia Crassipes*) Kajian Konsistensi dan pH Terhadap Biogas Yang Dihasilkan.

Putro, Sartono. 2007. *Penerapan Instalasi Sederhana Pengolahan Kotoran Sapi Menjadi Energi Biogas di Desa Sugihan Kecamatan Bendosari Kabupaten Sukoharjo*. WARTA, Vol 10, No 2, halaman 178 – 188.

Sukandarrumidi. (2013). *Energi Terbarukan* . Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.

Suriawirira, 2002, produksi biogas dari eceng gondok, no 2, vol 2, hal 211.

Tuti Haryati. 2006. Biogas: *Limbah Peternakan Yang Menjadi Sumber Energi Alternatif*. Wartazoa. Vol 16 (3):160-169.

Wahyuni,sri,SE,MP.2017. *BIOGAS Hemat Energy Pengganti Listril,BBM dan GAS Rumah Tangga*. Jakarta Selatan: Agro Media.

Wahyuni, S. (2013). *Panduan Praktis Biogas*. Bogor: Penebar Swadaya.