

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Baku

2.1.1 Sekam Padi

Indonesia merupakan negara agraris yang banyak memproduksi padi. Dari panen padi dihasilkan limbah yang familiar dikenal dengan sekam padi. Dalam proses penggilingan padi menjadi beras, ada produk-produk sampingan yang berupa limbah yang bila dibiarkan atau dikelola secara kurang bijaksana akan merugikan manusia karena terjadinya pencemaran lingkungan ekosistem tersebut dan juga pencemaran udara akibat pembakaran limbah tersebut. Limbah dalam proses penggilingan padi yang terbesar adalah sekam padi, biasanya diperoleh sekam sekitar 20 – 30 % dari bobot gabah, hasil lainnya dedak antara 8 – 12 %. Sekam dengan persentase yang tinggi tersebut dapat menimbulkan problem lingkungan. (Departemen Pertanian). Agar sumber daya alam dapat bermanfaat dalam waktu yang panjang maka diperlukan kebijaksanaan dalam pemanfaatan sumber daya alam yang ada agar dapat lestari dan berkelanjutan dengan menanamkan sikap serasi dengan lingkungan.

Sekam memiliki kerapatan jenis (bulk densi) 1125 kg/m³, dengan nilai kalori 1 kg sekam sebesar 3300 k. kalori, serta memiliki bulk density 0,100 g/ ml, nilai kalori antara 3300 - 3600 kkalori/kg sekam dengan konduktivitas panas 0,271 BTU (Houston, 1972). Sekam dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk

berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar ataupun sebagai adsorpsi pada logam-logam berat. Sekam tersusun dari jaringan serat - serat selulosa yang mengandung banyak silika dalam bentuk serabut - serabut yang sangat keras.



Gambar 1. Sekam Padi

Pada keadaan normal, sekam berperan penting melindungi biji beras dari kerusakan yang disebabkan oleh serangan jamur, dapat mencegah reaksi ketengikan karena dapat melindungi lapisan tipis yang kaya minyak terhadap kerusakan mekanis selama pemanenan, penggilingan dan pengangkutan.(Haryadi. 2006).

Tabel 1. Komposisi Kimia Sekam Padi

Komponen	Persentase (%)
Kadar Air	9,02
Kadar Abu	17,71
Kadar Karbon	1,33
Protein Kasar	3,03
Lemak	1,18
Serat	35,68

Sumber : Balai Penelitian Pasca Panen (2001)

Indonesia yang memiliki sumber limbah sekam padi yang cukup potensial untuk menghasilkan biogas. Ini adalah tantangan kita

bersama untuk mengoptimalkan potensi limbah sekam padi di Indonesia. Menurut Prajayana dkk (2011), sekam padi mengandung kurang lebih 25% selulosa dan 15% hemiselulosa. Kedua bahan polisakarida ini dapat dihidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Hasil hidrolisis tersebut selanjutnya dapat difermentasi menjadi ethanol atau metana. Gas metan (CH_4) adalah komponen penting dan utama dari biogas karena merupakan bahan bakar yang berguna dan memiliki nilai kalor yang cukup tinggi 20 MJ/m³ (Sutarno dkk, 2007).

2.1.2 Kotoran Sapi

Berdasarkan hasil estimasi, seekor sapi dalam satu hari dapat menghasilkan kotoran sebanyak 10 – 30 kg. Seekor ayam menghasilkan 25 gr/hari, dan seekor babi dewasa dengan berat 4,5-5,3 kg/hari. Berdasarkan hasil riset yang pernah ada diketahui bahwa setiap 1 kg kotoran ternak sapi berpotensi menghasilkan 360 liter biogas dan 20 kg kotoran babi dewasa bisa menghasilkan 1,379 liter biogas.

Seekor sapi tiap hari menghasilkan kotoran ternak sebanyak 10 – 30 kg. Berdasarkan hasil riset yang pernah ada diketahui bahwa setiap 1 kg kotoran ternak berpotensi menghasilkan 36 liter biogas. Rata-rata komposisi biogas untuk kotoran hewan memiliki kandungan metana sebesar 66,79% dan karbondioksida

sebesar 33,21%. Kotoran sapi memiliki nilai Rasio C/N sebesar 24.

Sesuai tabel dibawah ini :

Tabel 2. Jumlah Rasio C/N

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

Tabel 3. Komposisi Biogas

Jenis Gas	Persentase
Metan (CH ₄)	50-70%
Karbon dioksida (CO ₂)	30-40%
Air (H ₂ O)	0,3%
Hidrogen sulfide (H ₂ S)	Sedikit sekali
Nitrogen (N ₂)	1- 2%
Hidrogen	5-10%

Tabel 4. Nilai Kesetaraan Biogas dan Energi yang dihasilkan

Aplikasi	1m³ Biogas setara dengan
1 m ³ biogas	Elpiji 0,46 kg
	Minyak tanah 0,62 liter
	Minyak solar 0,52 liter
	Kayu bakar 3,50 kg

Sumber : Wahyuni, 2008

2.1.3 Effective Microorganism-4 (EM-4)

EM-4 merupakan kultur campuran dari organisme menguntungkan yang berasal dari alam Indonesia, terdiri dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp), bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas* sp), *Streptomyces* sp, Ragi (yeast), *Actinomyces*. EM-4 pertama kali ditemukan oleh Prof. Teruo Higa dari Universitas Ryukyus Jepang tahun 1905. Dalam EM-4 terdapat sekitar 80 genus mikroorganisme fermentor. Mikroorganisme ini dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam memfermentasikan bahan organik yaitu :

1. Bakteri Fotosintetik, merupakan bakteri bebas yang dapat mensintesa senyawa nitrogen, gula, dan substansi bioaktif lainnya.
2. *Lactobacillus* sp, merupakan bakteri yang memproduksi asam laktat sebagai hasil penguraian gula dan karbohidrat lain yang bekerja sama dengan bakteri fotosintesis dan ragi.
3. *Streptomyces* sp, mengeluarkan enzim streptomisin yang bersifat racun terhadap hama dan pengakit yang merugikan.
4. Ragi (yeast), memproduksi substansi yang berguna bagi tanaman yang difermentasi yang berguna untuk pertumbuhan sel dan pembelahan akar. Ragi ini juga berperan dalam perkembangan atau pembelahan

mikroorganismes yang menguntungkan yang lain seperti Actinomycetes dan bakteri asam laktat.

5. Actinomycetes, merupakan organisme peralihan antara bakteri dan jamur yang mengambil asam amino dan zat serupa yang diproduksi bakteri fotosintesis dan merubahnya menjadi antibiotik untuk mengendalikan patogen, menekan jamur dan bakteri yang berbahaya dengan cara menghancurkan kitin yaitu zat esensial untuk pertumbuhannya.

Keuntungan dan manfaat menggunakan EM-4 antara lain :

- a. Memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah.
- b. Meningkatkan ketersediaan nutrisi tanaman, serta menekan aktivitas serangga, hama, dan mikroorganisme pathogen.
- c. Meningkatkan dan menjaga kestabilan produksi tanaman. Mempercepat proses fermentasi pada pembuatan biogas dan kompos. Kompos yang dibuat dengan teknologi EM-4 disebut dengan bokashi.

2.2 Reaktor Biogas

Proses pembuatan biogas dengan menggunakan *biodigester* pada prinsipnya adalah menciptakan suatu sistem kedap udara dengan bagian-bagian pokok yang terdiri dari tangki pencerna (*digester tank*), lubang input bahan baku, lubang *output* lumpur sisa hasil pencernaan (*slurry*) dan lubang

penyaluran biogas yang terbentuk. Dalam digester terkandung bakteri metana yang akan mengolah limbah organik menjadi biogas.

Ada beberapa jenis reaktor biogas yang sering digunakan antara lain:

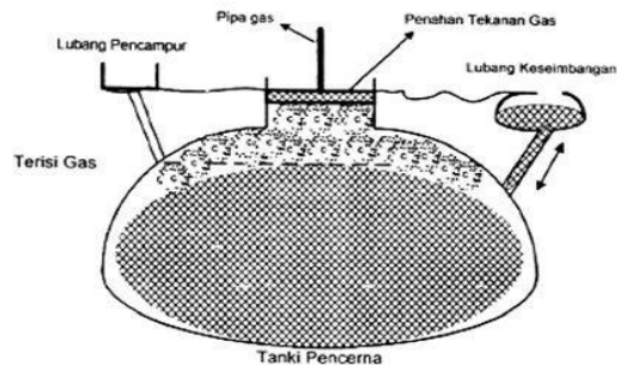
1. Reaktor Kubah Tetap (*Fixed Dome*)

Reaktor ini dibuat pertama kali di Cina sekitar tahun 1930-an, kemudian sejak saat itu reaktor ini berkembang dengan berbagai model. Reaktor ini memiliki dua bagian. Bagian pertama adalah digester sebagai tempat pencerna material biogas dan sebagai rumah bagi bakteri, baik bakteri pembentuk asam maupun bakteri pembentuk gas metana.

Bagian ini dapat dibuat dengan kedalaman tertentu menggunakan batu, batubata atau beton. Strukturnya harus kuat karena menahan gas agar tidak terjadi kebocoran. Bagian kedua adalah kubah tetap (*fixed dome*). Dinamakan kubah tetap karena bentuknya menyerupai kubah dan bagian ini merupakan pengumpul gas yang tidak bergerak (*fixed*). Gas yang dihasilkan dari material organik pada digester akan mengalir dan disimpan di bagian kubah.

Kelebihan dari reaktor ini adalah biaya konstruksi lebih murah daripada menggunakan reaktor terapung karena tidak memiliki bagian bergerak yang menggunakan besi. Sedangkan kekurangan dari reaktor ini adalah seringkali terjadi kehilangan gas pada bagian kubah karena konstruksi tetapnya.

Gambar Reaktor Kubah :



Gambar 2.Reaktor Kubah Tetap (*Fixed Dome*)

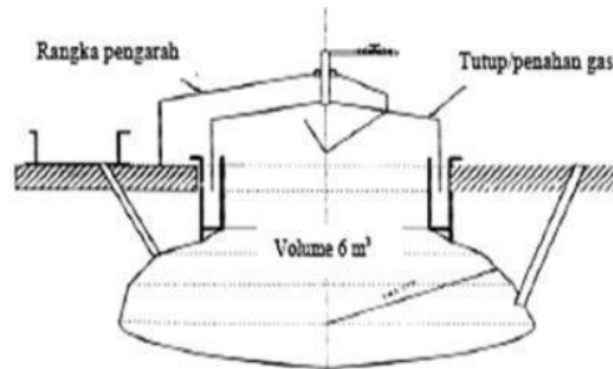
2. Reaktor Terapung (*Floating Drum Reactor*)

Reaktor jenis terapung pertama kali dikembangkan di India pada tahun 1937. Reaktor ini memiliki bagian digester yang sama dengan reaktor kubah-tetap. Perbedaannya terletak pada bagian penampung gas yang menggunakan drum yang bergerak. Drum ini dapat bergerak naik-turun yang berfungsi untuk menyimpan gas. Pergerakan drum mengapung pada cairan tergantung dari jumlah gas yang dihasilkan.

Kelebihan dari reaktor ini adalah dapat melihat secara langsung volum gas yang tersimpan pada drum karena pergerakannya. Karena tempat penyimpanannya yang terapung maka tekanan gas konstan. Sedangkan kekurangannya adalah biaya material konstruksi dari drum lebih mahal. Faktor korosi pada drum juga menjadi masalah sehingga

bagian pengumpul gas pada reaktor ini memiliki umur yang lebih pendek dibandingkan tipe kubah tetap.

Gambar Reaktor Terapung :

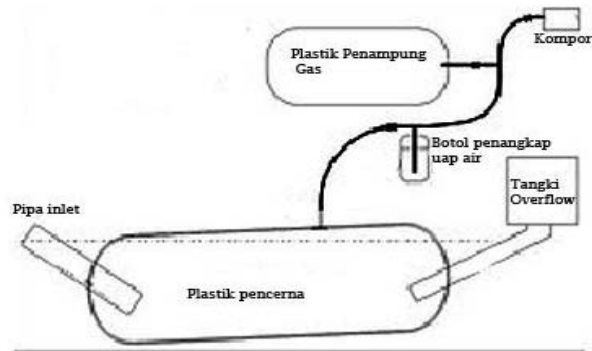


Gambar 3. Reaktor Terapung (*Floating Drum Reactor*)

3. Reaktor Balon (*Balloon Reactor*)

Reaktor balon merupakan jenis reaktor yang banyak digunakan pada skala rumah tangga yang menggunakan bahan plastik sehingga lebih efisien dalam penanganan dan perubahan tempat biogas. Reaktor ini terdiri dari bagian yang berfungsi sebagai digester dan bagian penyimpan gas yang berhubungan tanpa sekat. Material organik terletak di bagian bawah karena memiliki berat yang lebih besar dibandingkan gas yang akan mengisi pada rongga atas.

Gambar Reaktor Balon (*Ballon Reactor*)



Gambar 4. Reaktor Balon (*Ballon Reactor*)

Sumber : Pambudi, A., 2008

2.2.1 Tipe-tipe Reaktor Biodigester

Dari segi operasional reaksi yang digunakan, digester terbagi menjadi dua tipe yaitu :

1. Tipe *Batch Digestion*

Pada tipe ini bahan baku dimasukkan ke dalam digester, kemudian dibiarkan bereaksi selama 6 - 8 minggu. Biogas yang dihasilkan ditampung dan disimpan dalam penampung gas. Setelah itu digester dikosongkan dan dibersihkan sehingga siap untuk dipakai lagi.

Kelebihan tipe ini adalah kualitas hasilnya bisa lebih stabil karena tidak ada gangguan selama reaksi berjalan. Namun untuk skala industri, tipe ini tidak efektif dan mahal karena membutuhkan minimal dua buah digester yang dipakai bergantian agar dapat memproduksi biogas secara kontinyu.

2. Tipe *Continuous Digestion*

Pada tipe ini proses pemasukan bahan baku dan pengeluaran *slurry* sisa proses dilakukan secara berkala. Jumlah

material yang masuk dan keluar harus diatur secara seimbang sehingga jumlah material yang ada di dalam digester selalu tetap.

Kekurangan dari tipe ini adalah membutuhkan pengoperasian dan pengawasan yang lebih ketat agar reaksi selalu berjalan dengan baik. Namun untuk skala industri, tipe ini lebih mudah untuk dimaksimalkan hasilnya dan lebih murah karena hanya membutuhkan satu buah digester untuk menghasilkan biogas secara kontinyu.

Digester dibagi menjadi dua tipe berdasarkan jumlah tahapan prosesnya, yaitu :

1. *Single Stage* (Satu Tahap)

Seluruh proses pembuatan biogas dilakukan hanya dalam satu digester saja.

2. *Multi Stage* (Multi Tahap)

Proses dilakukan di dalam dua buah digester yang bekerja secara seri. Pada digester pertama berlangsung reaksi *hydrolysis*, *acetogenesis* dan *acidogenesis*. Setelah itu material dipanaskan lalu dipompa ke digester kedua untuk reaksi *methanogenesis* (Purnama, C., 2009).

Dalam pembuatan *biodigester* ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan yaitu:

1. Lingkungan Anaerobik

Biodigester harus tetap dijaga dalam keadaan anaerobik (tanpa kontak langsung dengan Oksigen (O₂)). Udara (O₂)

yang memasuki *biodigester* menyebabkan penurunan produksi metana, karena bakteri berkembang pada kondisi yang tidak sepenuhnya *anaerob*.

2. Temperatur

Secara umum ada 3 rentang temperatur yang disenangi oleh bakteri yaitu:

- a. *Psicrophilic* (4° - 20° C), biasanya untuk negara-negara subtropis.
- b. *Mesophilic* (20° - 40° C).
- c. *Thermophilic* (40° - 60° C), hanya untuk mencerna material bukan untuk menghasilkan biogas.

Untuk negara tropis seperti Indonesia digunakan *unheated-digester* (digester tanpa pemanasan) untuk kondisi temperatur tanah 20° - 30° C.

3. Derajat keasaman (pH)

Bakteri berkembang dengan baik pada keadaan yang agak asam (pH antara 6,6 – 7,0) dan pH tidak boleh di bawah 6,2. Oleh sebab itu kunci utama dalam kesuksesan operasional *biodigester* adalah dengan menjaga temperatur konstan (tetap) dan input material sesuai.

4. Kandungan Bahan Kering

Kotoran masing-masing jenis ternak mempunyai kandungan bahan kering yang berbeda-beda. Perbedaan bahan kering yang dikandung berbagai macam kotoran ternak akan membuat penambahan air yang berlainan. Misalnya kotoran

sapi, mempunyai kadar bahan kering 18%. Agar diperoleh kandungan bahan isian sebesar 7-9% bahan kering, bahan baku tersebut perlu diencerkan dengan air dengan perbandingan 1 : 1 atau 1 : 1,5. Adonan tersebut lalu diaduk sampai tercampur rata.

5. Pengadukan

Pengadukan dilakukan untuk mendapatkan campuran substrat yang homogen dengan ukuran partikel yang kecil. Pengadukan selama proses fermentasi bertujuan mencegah adanya benda-benda mengapung pada permukaan cairan dan berfungsi mencampur metanogen dengan substrat. Pengadukan juga memberikan kondisi temperatur yang seragam dalam *biodigester*.

6. Zat Racun (*Toxic*)

Beberapa zat racun dapat mengganggu kinerja *biodigester* antara lain: air sabun, detergen dan juga logam-logam berat.

7. Pengaruh Starter

Starter yang mengandung bakteri metana diperlukan untuk mempercepat proses fermentasi *anaerob*. Beberapa jenis starter antara lain:

- a. Starter alami yaitu lumpur aktif seperti lumpur kolam ikan, air comberan atau cairan *septic-tank*, timbunan kotoran dan timbunan sampah organik.

- b. Starter semi-buatan yaitu dari fasilitas *biodigester* dalam stadium aktif.
- c. Starter buatan, yaitu bakteri yang dibiakkan secara laboratorium dengan media buatan (Erawati, T., 2009).

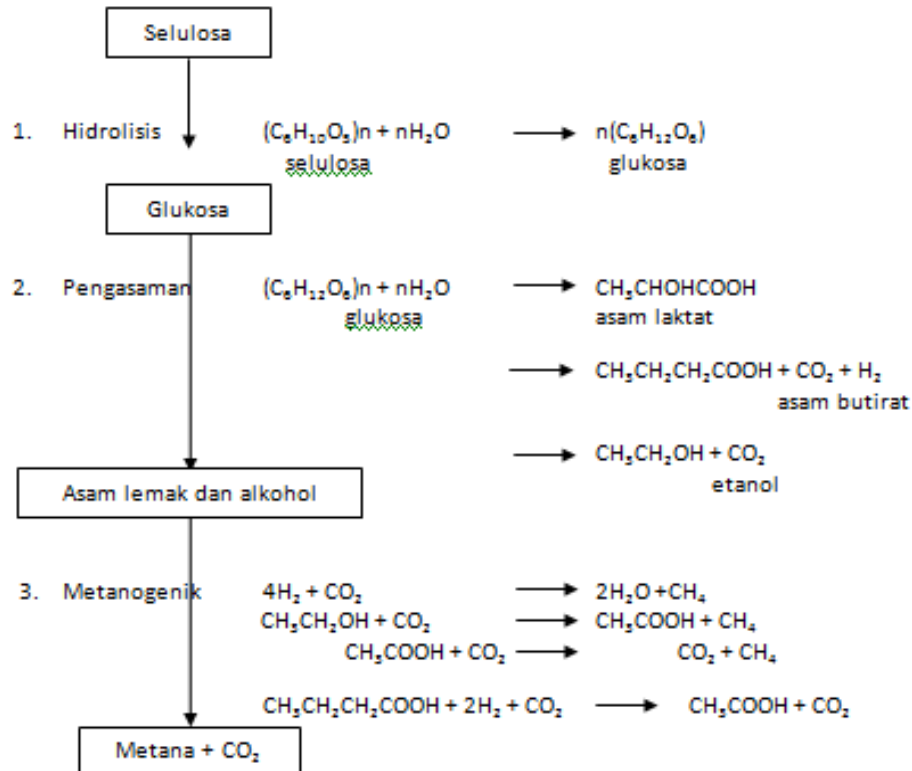
Dalam pembuatan biogas, komposisi bahan baku feses, air dan rumen (starter) harus seimbang agar menghasilkan biogas yang maksimal. Jika perbandingan tidak seimbang, misal rumen lebih banyak dari feses dan air, maka biogas yang dihasilkan sedikit, karena pada campuran bahan baku ini hanya ada sumber bakteri saja tanpa adanya substrat, sehingga bakteri akan kekurangan makanan dan menjadi tidak produktif. Starter yang bisa digunakan antara lain lumpur aktif dan rumen sapi. (Saputro, R.R., 2004)

Konversi limbah melalui proses *anaerobic digestion* dengan menghasilkan biogas memiliki beberapa keuntungan yaitu biogas merupakan energi tanpa menggunakan material yang masih memiliki manfaat termasuk biomassa sehingga biogas tidak merusak keseimbangan karbondioksida yang diakibatkan oleh penggundulan hutan (*deforestation*) dan perusakan tanah. Energi biogas dapat berfungsi sebagai energi pengganti bahan bakar fosil sehingga akan menurunkan gas rumah kaca di atmosfer dan emisi lainnya. Metana merupakan

salah satu gas rumah kaca yang keberadaannya di atmosfer akan meningkatkan temperatur dengan menggunakan biogas sebagai bahan bakar maka akan mengurangi gas metana di udara. (Zachrayni, I., 2009).

2.3 Mekanisme Pembuatan Biogas

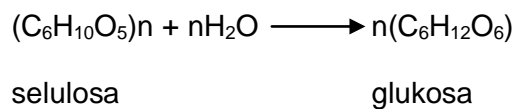
Proses pembentukan biogas melalui pencernaan anaerobik merupakan proses bertahap, dengan tiga tahap utama, yaitu hidrolisis, asidogenesis (pengasaman), dan metanogenesis (pembentukan gas metan). Mekanisme pembentukan Biogas akan dijelaskan sesuai diagram dibawah ini :



Gambar 5. Mekanisme Pembentukan Biogas

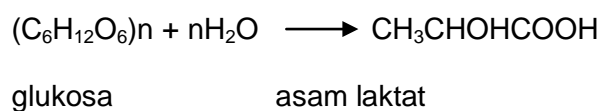
Pada tahap hidrolisis, bahan-bahan biomassa yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan bahan ekstraktif seperti protein, karbohidrat dan lipida akan diurai oleh mikroorganisme menjadi senyawa dengan rantai yang lebih pendek. Sebagai contoh polisakarida terurai menjadi monosakarida sedangkan protein terurai menjadi peptida dan asam amino. Pada tahap ini, mikroorganisme yang berperan adalah enzim ekstraseluler seperti selulosa, amilase, protease dan lipase.

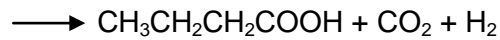
Reaksi :



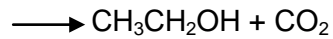
Pada tahap pengasaman (fermentasi), bakteri akan menghasilkan asam yang akan berfungsi untuk mengubah senyawa pendek hasil hidrolisis menjadi asam organik sederhana seperti asam asetat, H_2 dan CO_2 , karena itu bakteri ini disebut pula bakteri penghasil asam (acidogen). bakteri ini merupakan bakteri anaerob yang dapat tumbuh pada keadaan asam. Untuk menghasilkan asam asetat, bakteri tersebut memerlukan oksigen dan karbon yang diperoleh dari oksigen yang terlarut dalam larutan. Selain itu, bakteri tersebut juga mengubah senyawa yang bermolekul rendah menjadi alkohol, asam organik, asam amino, CO_2 , H_2S dan sedikit gas CH_4 .

Reaksi :





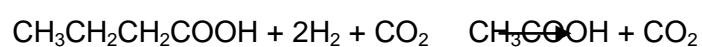
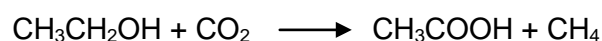
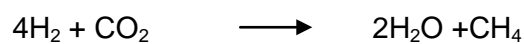
asam butirat



Etanol

Pada tahap pembentukan gas CH₄, bakteri yang berperan adalah bakteri metanogenesis. Bakteri ini akan membentuk gas CH₄ dan CO₂ dari gas H₂, CO₂ dan asam asetat yang dihasilkan pada tahap pengasaman. Mikroorganisme penghasil gas metan ini hanya bekerja dalam kondisi anaerob dan dikenal dengan nama metanogen. Metanogen terdapat dalam kotoran sapi yang akan digunakan sebagai bahan pembuatan biogas. Gas metan dalam konsentrasi tertentu dapat dihasilkan di dalam lambung sapi tersebut. Proses pembuatan biogas dari kotoran sapi harus dilakukan dalam sebuah reaktor atau digester yang tertutup rapat untuk menghindari masuknya oksigen. Jumlah metanogen dalam kotoran sapi belum tentu dapat menghasilkan gas metan yang diinginkan. Gas metan diperoleh melalui komposisi metanogen yang seimbang. Jika jumlah metanogen dalam kotoran sapi masih dinilai kurang, maka perlu dilakukan penambahan metanogen tambahan berbentuk strater atau substrat ke dalam reaktor.

Reaksi :



Pada dasarnya efisiensi produksi biogas sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor meliputi : suhu, derajat keasaman (pH), konsentrasi asam-asam lemak volatil, nutrisi (terutama nisbah karbon dan nitrogen), zat racun, waktu retensi hidrolis, kecepatan bahan organik, dan konsentrasi ammonia. Dari berbagai penelitian yang diperoleh, dapat dirangkum beberapa kondisi optimum sebagai berikut :

Tabel 5. Kondisi Optimum Produksi Biogas

Parameter	Kondisi Optimum
Suhu	35°C
Derajat Keasaman	7-7,2
Nutrien Utama	Karbon dan Nitrogen
Nisbah Karbon dan Nitrogen	20/1 sampai 30/1
Sulfida	< 200 mg/L
Logam-logam Berat Terlarut	< 1 mg/L
Sodium	< 5000 mg/L
Kalsium	< 2000 mg/L
Magnesium	< 1200 mg/L
Ammonia	< 1700 mg/L

Sumber : (<http://www.litbang.esdm.go.id>)

Parameter-parameter ini 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 CO₂ 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).

2.4 Biogas

Sejarah penemuan proses anaerobik digestion untuk menghasilkan biogas tersebar di benua Eropa. Penemuan ilmuwan Alessandro Volta terhadap gas yang dikeluarkan di rawa-rawa terjadi pada tahun 1770, beberapa decade kemudian Avogadro mengidentifikasi tentang gas Methana. Setelah tahun 1875 dipastikan bahwa biogas merupakan produk dari proses anaerobik digestion. Tahun 1884 Pasteur melakukan penelitian tentang biogas menggunakan kotoran hewan. Penelitian Pasteur menjadi landasan untuk penelitian biogas hingga saat ini.

Pada akhir abad ke-19 ada beberapa riset dalam bidang ini dilakukan. Di Jerman dan Perancis melakukan riset pada masa antara dua perang dunia dan beberapa unit pembangkit biogas dengan memanfaatkan limbah pertanian. Selama perang dunia II banyak petani di Inggris dan benua Eropa yang membuat digester kecil untuk menghasilkan biogas yang digunakan untuk menggerakkan traktor. Karena harga BBM semakin murah dan mudah memperolehnya pada tahun 1950-an pemakaian biogas di

Eropa ditinggalkan. Namun, di Negara-negara berkembang kebutuhan akan sumber energi yang murah dan selalu tersedia ada. Kegiatan produksi biogas di India telah dilakukan semenjak abad ke-19. Alat pencernaan anaerobik pertama dibangun pada tahun 1900 (Burhani Rahman, <http://www.energi.lipi.gi.id>).

2.4.1 Komposisi Biogas

Biogas adalah gas produk akhir pencernaan atau degradasi anaerobik bahan bahanorganik oleh bakteri-bakteri anaerobik dalam lingkungan bebas oksigen atau udara. Komponen terbesar biogas adalah Methana (CH_4 50-70%) dan karbondioksida (CO_2 25-45%) serta sejumlah kecil N_2 , CO , dan H_2S . Pada literature lain komposisi biogas secara umum ditampilkan dalam tabel berikut :

Tabel 6. Komposisi Biogas secara umum dalam rasio %

Jenis Gas	Jumlah (%)
Metana (CH_4)	50-70
Nitrogen (N_2)	0 - 0,3
Karbondioksida (CO_2)	25 - 45
Hidrogen (H_2)	1 - 5
Oksigen (O_2)	0,1 – 0,5
Hidrogen Sulfida (H_2S)	0 - 3

Sumber : Juangga, 2007

Beberapa hal yang menarik dari pada teknologi biogas adalah kemampuannya untuk membentuk biogas dari limbah organik yang jumlahnya berlimpah dan tersedia secara bebas. Variasi dari sifat-sifat biokimia menyebabkan produksi biogas juga

bervariasi. Sejumlah bahan organik dapat digunakan bersama-sama dengan beberapa persyaratan produksi gas atau pertumbuhan normal bakteri metan yang sesuai. Beberapa sifat bahan organik tersebut mempunyai dampak/pengaruh yang nyata pada tingkat produksi biogas. (Wahyuni, 2011).

Hasil penelitian menyatakan bahwa berbagai jenis limbah dapat digunakan sebagai bahan baku biogas misalnya limbah perkebunan seperti kulit kakao (Lateng, 2010), limbah industri seperti industri tahu, limbah perairan seperti enceng gondok, limbah pertanian seperti jerami padi (Arati, 2009), dan limbah peternakan (kotoran sapi, kotoran ayam). Limbah tersebut dapat sebagai bahan baku biogas baik secara tersendiri maupun kombinasi lebih dari dua jenis limbah.

2.4.2 Pengukuran Komposisi Biogas Secara Kualitatif

Uji kualitatif terhadap komposisi biogas dilakukan dengan uji nyala. Pengujian gas yang terbentuk dilakukan dengan cara membuka kran gas agar gas bisa keluar, lalu dinyalakan.

Uji kualitatif dilakukan 2 kali selama penelitian pada hari yang sama dengan uji kuantitatif gas. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kualitas gas dengan melihat warna nyala api yang dihasilkan pada saat pembakaran. Jika gas langsung terbakar dan warna api yang dihasilkan biru, maka gas yang dihasilkan berkualitas baik. Jika biogas mengandung lebih banyak gas-gas pengotor lainnya maka warna api yang dihasilkan adalah cenderung kemerah-merahan. Jika nyala api

hampir tidak terlihat (tidak terbakar) menandakan bahwa kandungan metana dalam biogas yang terbentuk masih sangat sedikit.