

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini penulis mencari acuan dari riset-riset sebelumnya, seperti tercantum di bawah ini :

Penelitian tentang “*Potensi Pemanfaatan Kotoran Hewan Ternak Sapi Sebagai Energi Alternatif Biogas*”. Meningkatnya harga bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga makin meresahkan masyarakat. selain mahalnya bahan bakar tersebut juga makin langka di pasaran. Berdasarkan data yang telah di himpun di perternakan sapi di desa Batealit memiliki jumlah kandang kurang lebih 10 kandang ternak sapi, sebagai evaluasi konversi dalam limbah kotoran sapi hingga menjadi biogas dimulai dari kotoran sapi yang akan di masukkan ke digester dicampur terlebih dahulu dengan perbandingan 1:1 antara air dengan kotoran sapi. Proses penguraian bahan organik secara aenaerob (tanpa oksigen). Biogas dibentuk pada hari 1-5, sesudah itu biodigester terisi penuh dan mencapai puncak pada hari ke 20-25. Setelah gas terkumpul cukup, gas dialirkan melalui saluran gas ke penampungan gas. kemudian dengan menggunakan coverter gas dialiri ke kompresor untuk mendapatkan tekanan yang maksimal sebelum masuk ke genset dalam pengolahan menjadi energi listrik.

Pemanfaatan kotoran ternak sapi sebagai alternatif biogas yang sangat tepat untuk mengatasi naiknya harga pupuk dan kelangkaan bahan bakar minyak (BBM), apalagi Pemanfaatan kotoran sapi sebagai alternatif energi biogas tidak mengurangi jumlah pupuk organik yang bersumber dari kotoran sapi. Hal ini karena pada pembuatan biogas kotoran ternak sapi yang sudah di proses dikembalikan ke kondisi semula yang di ambil dari gas metana (CH₄) yang di gunakan sebagai bahan bakar.

2.2. Pengertian Biogas

Biogas adalah campuran beberapa gas, tergolong bahan bakar gas yang merupakan hasil fermentasi atau dekomposisi bahan organik dalam kondisi anaerob dan gas yang dominan adalah metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Biogas dapat disimpulkan sebagai salah satu jenis energi yang dapat dibuat dari fermentasi berbagai jenis bahan limbah seperti sampah, pupuk, kotoran manusia, jerami, dan bahan lainnya dalam kondisi anaerob dan menghasilkan gas, gas metana yang didominasi oleh karbondioksida. Singkatnya, semua jenis bahan dalam hal kimia termasuk senyawa organik, baik berasal dari limbah dan kotoran hewan atau sisa tanaman, dapat digunakan sebagai biogas.

Manfaat energi biogas adalah sebagai pengganti bahan bakar khususnya minyak tanah dan dipergunakan untuk memasak kemudian sebagai bahan pengganti bahan bakar minyak (bensin, solar). Dalam skala besar, biogas dapat digunakan sebagai pembangkit energi listrik. Di samping itu, dari proses produksi biogas akan dihasilkan sisa kotoran ternak yang dapat langsung dipergunakan sebagai pupuk organik pada tanaman / budidaya pertanian. Potensi pengembangan biogas di Indonesia masih cukup besar. Hal tersebut mengingat cukup banyaknya populasi sapi, kerbau dan kuda di Indonesia.

Kotoran sapi adalah limbah peternakan yang merupakan buangan dari usaha peternakan sapi yang bersifat padat dan dalam proses pembuangannya sering bercampur dengan urine dan gas seperti metana dan amoniak. Kandungan unsur hara dalam kotoran sapi bervariasi tergantung pada keadaan tingkat produksinya, macam, jumlah makanan yang dimakannya, serta individu ternak sendiri.

Biogas ini sebenarnya dapat pula terjadi pada kondisi alami. Namun untuk mempercepat dan menampung gas ini, diperlukan alat yang memenuhi syarat terjadinya zat tersebut.

Sapi memiliki sistem pencernaan khusus yang menggunakan mikroorganisme dalam sistem pencernaan yang berfungsi untuk mencerna selulosadan lignin dari rumput berserat tinggi. Oleh karena itu, pupuk sapi kandang memiliki kandungan selulosa yang tinggi sehingga nilai kalori yang

dihasilkan oleh biogaspun cukup tinggi, yaitu kisaran 4800-6700 kkal/m³, untuk metana murni (100%) memiliki nilai kalori 8900 kkal/m³.



Gambar 2.1 Contoh Kotoran Hewan Sapi Sebagai Biogas

Prinsip pembuatan biogas adalah adanya dekomposisi bahan organik secara anaerob (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan gas yang sebagian besar adalah berupa gas metana (yang memiliki sifat mudah terbakar) dan karbon dioksida, gas inilah yang disebut biogas. Proses dekomposisi anaerobik dibantu terutama bakteri metana. Suhu yang baik untuk proses fermentasi adalah 30-55C, dimana pada suhu tersebut mikroorganisme, terutama bakteri metana mampu merombak bahan-bahan organik secara optimal. Hasil perombakan bahan organik oleh bakteri adalah gas metana.

2.3. Pembentukan Biogas

Prinsip pembuatan biogas adalah adanya dekomposisi organik secara anaerobik (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan gas yang sebagian besar adalah berupa gas metan (yang memiliki sifat mudah terbakar) dan karbon dioksida, gas inilah yang disebut biogas. Proses dekomposisi anaerobik dibantu oleh sejumlah mikroorganisme, terutama bakteri metan. Suhu yang baik untuk proses fermentasi adalah 30-500C, dimana pada suhu tersebut mikroorganisme mampu merombak bahan-bahan organik secara optimal. Tahapan Hidrolisis (Hydrolysis). Pada tahap ini, bakteri memutuskan rantai panjang

karbohidrat kompleks protein dan lipitan menjadi senyawa rantai pendek. contohnya polisakarida di ubah menjadi monosakarida, sedangkan protein diubah menjadi peptide dan asam amino. Adapun proses pembentukan biogas seperti di bawah ini :

1. Tahap Asidifikasi (Acidogenesis dan Acetogenesis), Pada tahap ini bakteri (Acetobacter Aceti) menghasilkan asam untuk mengubah senyawa rantai pendek hasil proses hidrolisis menjadi asam acetat, hydrogen, dan karbondioksida. Bakteri memerlukan oksigen yang karbondioksida yang diperoleh dari oksigen yang terlarut untuk menghasilkan asam asetat. Pembentukan asam pada kondisi anaerobic tersebut penting untuk pembentukan gas metana oleh mikroorganisme pada proses selanjutnya. Selain itu proses bakteri tersebut juga mengubah senyawa rantai pendek menjadi alkohol, asam organik, asam amino, karbon dioksida, hydrogen sulfida dan sedikit gas metana.
2. Tahapan Pembentukan Gas Metana (Methanogenesis), Pada tahapan ini, bakteriethanobacterium omeliakski mengubah senyawa hasil proses asidifikasi menjadi metana dan CO₂ dalam kondisi anaerob. Proses pembentukan gas metana ini termasuk reaksi eksotermis. 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 terkadang bakteri metana yang akan mengolah limbah organik menjadi biogas.

2.4. Komposisi Biogas

Biogas terdiri dari beberapa campuran gas, tergolong bahan bakar gas yang merupakan hasil fermentasi dari bahan organik dalam kondisi anaerob, dan gas yang dominan adalah gas metan CH₄ dan gas karbondioksida CO₂.

Tabel 2.1 Komposisi biogas hasil fermentasi kotoran sapi

No	Jenis Gas	Presentae
1.	Metan (CH ₄)	50 – 65,7
2.	Karbondioksida (CO ₂)	30 - 40
3.	Air (H ₂ O)	0,3
4.	Hidrogen sulfide (H ₂ S)	Sedikit sekali
5.	Nitrogen (N ₂)	1-2
6.	Hidrogen	5-10

Kotoran dari 1 ekor ternak sapu dapat menghasilkan kurang lebih 2 m³ boigas per harinya. Biogas juga mengandung uap air yang jumlahnya tergantung pada suhu udara. Apabila suhu udara naik kandungan uap air didalam biogas akan meningkat, begitu pula sebaliknya. Selain mengandung uap air, biogas juga mengandung hydrogen sulfide (H₂S) dan karbondioksida (CO₂). Gas H₂S yang besarnya tidak lebih dari 2% berasal dari pemecahan bahan organik substrat oleh mikroba. Gas CO₂ dapat mengganggu dalam proses pembakaran atau mengurangi daya bakar per satuan volume, sehingga perlu dihilangkan agar dapat meningkatkan nilai bakar biogas.

Berdasarkan kemampuan diurai oleh alam (*biodegradability*), maka dapat dibagi lagi menjadi:

- a. *Biodegradable* : yaitu sampah yang dapat diuraikan secara sempurna oleh proses biologi baik *aerob* atau *anaerob*, seperti: sampah dapur, sisa-sisa hewan, sampah pertanian dan perkebunan.
- b. *Non-biodegradable* : yaitu sampah yang tidak bisa diuraikan oleh proses biologi. Dapat dibagi lagi menjadi :
 - 1) *Recyclable* : sampah yang dapat diolah dan digunakan kembali karena memiliki nilai secara ekonomi seperti plastik, kertas, pakaian dan lain-lain.
 - 2) *Non-recyclable*: sampah yang tidak memiliki nilai ekonomi dan tidak dapat diolah atau diubah kembali seperti tetra packs, carbon paper, thermo coal dan lain-lain.

2.5. Alat Pembangkit Biogas

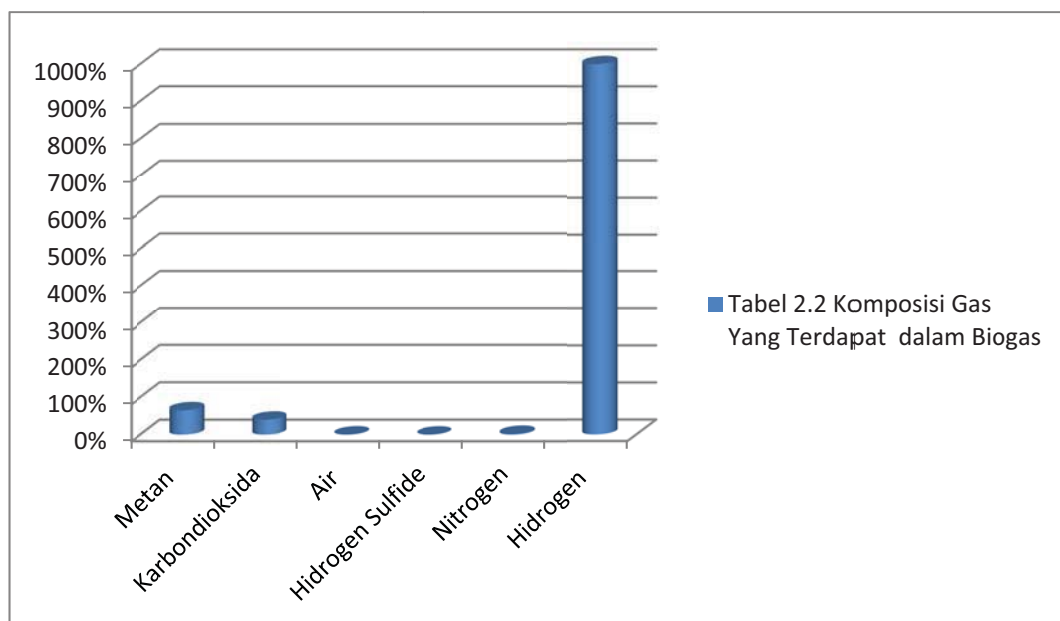
Ada dua alat pembangkit biogas atau gitester, yaitu tipe terapung (floating type) dan tipe kubah tetap (fixed dum type) tipe tepung di kembangkan di India yang terdiri atas sumur pencerna dan di atas ditaruh drum terapung dan besi terbalik yang berfungsi untuk menampung gas yang dihasilkan oleh digester.

Sumur dibangun dengan menggunakan bahan –bahan yang bisa gunakan untuk membuat fondasi rumah, seperti pasir, batu bara, dan semen. Karena di kembangkan di india, maka digester ini disebut juga tipe india tahun 1978-1979 di India terdapat ± 80.000 unit dan selama kurun waktu 1980-85 di targetkan pembangunan 400 unit alat ini .

Tipe kubah adalah berupa gigester yang dibangun dengn menggali tanah kemudian dibuat bangunan dengan bata, pasir, dan semen yang berbentuk seperti rongga yang diketat udara dan berstruktur seperti kubah (bulatan setengah bola).

Biogas merupakan yang dihasilkan oleh aktifitas anaerob atau fermentasi dari bahan – bahan organik termasuk di antaranya kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga) atau setiap limbah organik yang dalam kondisi anaerobik.

Tabel 2.2 Komposisi gas yang terdapat dalam biogas.

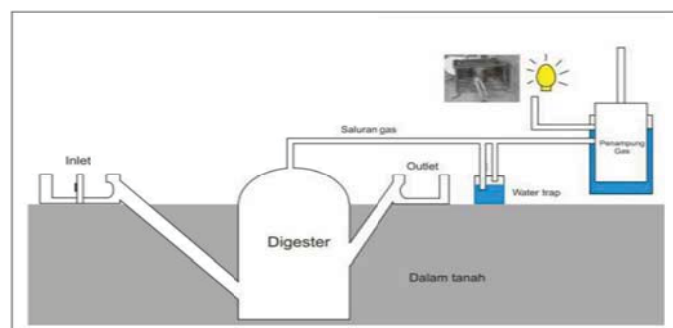


2.6. Perkembangan Reaktor Biogas

Reaktor biogas merupakan alat yang kedap udara dengan bagian – bagian pokok terdiri atas pencerna (*digester*), inlet bahan penghasil biogas dan outlet lumpur sisa hasil pencernaan (*slurry*) dan pipa penyalur biogas yang telah terbentuk. Ada dua jenis digester yang biasa digunakan dilihat dari sisi konstruksinya, yaitu *fixed dome* dan *floating drum*. Digester *fixed dome* mewakili konstruksi reaktor yang memiliki volume tetap sehingga produksi biogas akan meningkatkan tekanan di dalam reaktor.

Biaya yang dikeluarkan sebagai operasional *digester fixed dome* ini dapat dikatakan rendah, karena digester dengan tipe seperti ini berupa bangunan permanen tidak berkarat dan dapat bertahan sampai 20 tahun. Bangunan ini biasanya terletak di bawah tanah, sehingga dapat terhindar dari kerusakan fisik.

Selain itu proses pembentukan biogas yang terjadi di dalam tanah dapat terhindar dari suhu rendah pada malam hari, sedangkan pada siang hari sinar matahari dapat meningkatkan proses pembentukan biogas. Digester *fixed dome* terdiri dari bagian pencerna yang berbentuk kubah tertutup. Di dalam digester terdapat ruang penampung gas dan removal tank. Biogas yang telah terbentuk disimpan dalam penampung gas, sedangkan kotoran yang akan digunakan untuk memproduksi biogas dialirkan menuju removal tank. Tekanan gas di dalam digester akan meningkat seiring dengan meningkatnya volume gas di dalam penampung gas. Bentuk akan ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.2 : Reactor Biogas

Kelebihan dari reaktor ini adalah :

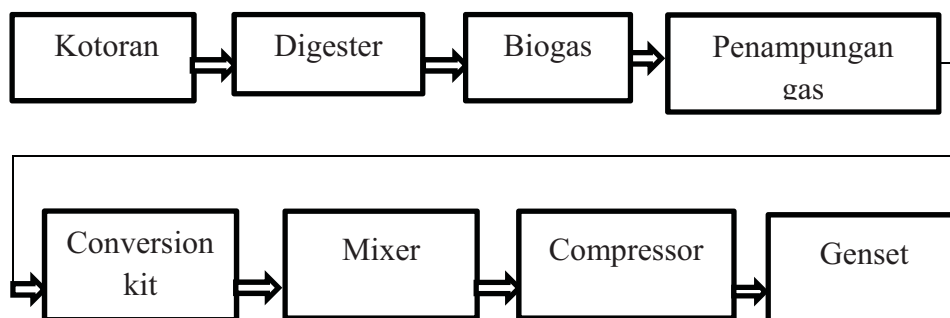
- Biaya perawatan murah.
- Umur reaktor lama.
- Lebih stabil tidak mudah berkarat.
- Mengemat tempat karena di bangun ooleh tanah sehingga suhu dalam reaktor lebih stabil.

Kekurangan dari reaktor

- Bila terjadi sedikit kebocoran pada reaktor akan mengakibatkan kehilangan gas yang cukup besar, sehingga dibutuhkan pembuatan reaktor yang telah terlatih.
- Tekanan gas tergantung dari gas yang dihasilkan.
- Suhu dalam reaktor relatif dingin.

2.7. Proses Pembentukan Biogas

Konversi energi listrik dari biogas dilakukan dengan mengubah energi potensial yang ada dalam biogas menjadi energi mekanik, kemudian enrgi mekanik menjadi energi listrik. Pemilihan teknologi dilakukan pada salah satu teknologi konversi energi yang tersedia di pasaran yaitu menggunakan genset 2500 Watt.



Gambar 2.3. Bagan alur proses gari biogas ke genset.

Adapun alur dari proses pengolahan kotoran sapi sampai menjadi biogas dapat di jelaskan sebagai berikut :

1. Buatlah campuran kotoran sapi dan air dengan perbandingan 1:1 (bahan biogas). Masukkan ke dalam digester melalui lubang pingisan (inlet) sehingga bahan yang dimasukkan ke digester ada sedikit yang keluar melalui lubang pengeluaran (outlet), sehingga akan berlangsung proses produksi biogas di dalam digester.
2. Setelah kurang lebih 8 hari biogas yang terbentuk di dalam digester sudah cukup banyak, pada sistem pengolahan biogas yang menggunakan plastik, penampungan biogas akan terlihat mengembung dan mengeras karena adanya biogas yang di hasilkan.
3. Biogas sudah dapat digunakan sebagai bahan bakar, kompor biogas dapat dioperasikan. Pengisian biogas selanjutnya dapat di lakukan setiap hari, yaitu sebanyak 10 % dari volume digester.
4. Sisa pengolahan bahan organik berupa sludge secara otomatis akan keluar dari lubang pengeluaran (outlet) setiap kali dilakukan pengisian biogas.
5. Sisa hasil pengolahan bahan biogas tersebut dapat digunakan sebagai pupuk kandang/pupuk organik, baik dalam keadaan basah maupun kering. Mixer berfungsi membantu pencampuran antara udara dan biogas yang terisap mesin menjadi campuran udara yang homogen. Saat gas akan dipakai, converter kit berfungsi sebagai kran otomatis mengatur besar kecilnya tekanan gas yang dialirkan pada genset biogas. Mixer berfungsi membantu pencampuran antara udara dan biogas yang terisap mesin menjadi campuran udara yang homogen.
6. Kompresor berfungsi untuk menaikkan tekanan dan temperatur udara sebelum masuk ruang bakar. Generator berfungsi untuk mengubah energi mekanik putaran pada rotor yang terdapat kutub magnet, kemudian menjadi energi listrik pada kumparan stator. Output yang dihasilkan menjadi listrik yang siap digunakan.

2.8. Potensi Energi Biogas

Manusia menghasilkan rata – rata 0,3 meter kubik biogas per harinya. Jutaan meter kubik metan yang di hasilkan per tahun dalam bentuk gas rawa yaitu hasil dari proses dekomposisi bahan organik yang berasal dari bahan ternak maupun sayuran. Hal ini yaris sama seperti gas alam yang di pompa dari bumi oleh perusahaan dan di gunakan untuk berbagai keperluan manusia seperti penerangan rumah dan memasak. Metan sebagai komponen utama biogas adalah gas tak berbau dan tak berwarna yang apabila di bakar akan menghasilkan energi panas dan sekitar 252 kkal/0,028 m³.

Biogas telah di kaji unt pembangkit listrik. jumlah ternak sapi yang dimiliki oleh peternakan sekisar 50 ekor terdiri dari sapi perah. Biogas yang di hasilkan pun hanya untuk memenuhi kebutuhan sebagai bahan bakar kompor gas saja dantidak di manfaatkan sumber energi listrik pada saat lampu penerangan dan mesin yng menggunakan energi listrik lainnya. Sapi perah yang ada di peternakan berbobot sekisar 200 sampai 300 kg / sapi dengan jumlah ternak yang berpotensi untuk memanfaatkan biogas sebagai kelistrikan, kotoran sapi merupakan kotoran yang efisien digunakan sebagai penghasil biogas karena setiap 15kg kotoran per harinya. Dimana energi yang terkandung dalam 1 m³ atau dapat memenuhi kebutuhan memasak bagi satu keluarga (4 atau 5 orang) selama 3 jam.

Dari hasil pengukuran berat badan maka dapat di kategorikan sapi perah di peternakan berkisar antara 200 sampai 300 kg. Potensi seekor sapi yang dapat menghasilkan limbah berupa fases dan urin sapi lebih kurang 5 liter per hari. Kandungan bahan kering (BK) adalah 20% sampai dengan 0,040 m³/kg dengan jumlah sapi perah sekisar 50 ekor x 15 kg dalam satu hari (1 ekor sapi) produksi kotoran sapinya adalah 750 kg per harinya. Kandungan bahan kering total sapi yaitu 300kg. Berdasarkan keterangan United Nations (1984) yang dikutip bahwa dalam 1 kg kotoran ternak sapi menghasilkan 0,023 – 0,040 m³ biogas sehingga nilai maksimal potensi adalah 8,4 m³ perharinya. Sebagai tercantum di dalam tabel beriku :

