DESAIN ALAT BIOGAS DARI KOTORAN SAPI SKALA RUMAH TANGGA

Meylinda Mulyati[1]

ABSTRAK

Teknologi pengolahan kotoran sapi menjadi energi biogas sangat sederhana, sehingga sangat mudah diadopsi oleh masyarakat pemilik ternak sapi di Palembang. Pembuatan biogas dari Kotoran sapi ini memerlukan reaktor biogas. Reaktor biogas merupakan salah satu solusi teknologi energi untuk mengatasi kesulitan masyarakat akibat kenaikan harga BBM dan gas LPG, teknologi ini bisa segera diaplikasikan, khususnya untuk masyarakat pemilik kotoran ternak sapi. Alat yang akan di desain sebagai reaktor biogas terbuat dari drum yang berukuran 220 liter sebanyak dua buah, dan 25 liter, pipa, kran gas dan selang gas yang mudah didapat dengan biaya yang relatif murah. Pembuatan alat ini sangat mudah dengan proses pembuatan seperti pengelasan, gerinda dan pengecatan. Kotoran sapi dapat menghasilkan gas yang dapat dipakai selama 7 hari.

Kata Kunci: *Reaktor biogas, gas methan, diversifikasi energi.*

1 PENDAHULUAN

Seiring makin langka dan mahalnya harga bahan bakar gas, keberadaan kotoran sapi juga dilirik. Teknologi biogas adalah teknologi yang memanfaatkan proses fermentasi biomassa secara anaerobik oleh bakteri methana sehingga dihasilkan gas methana. Gas methan yang dihasilkan dapat dibakar sehingga dihasilkan energi panas.

Reaktor biogas merupakan salah satu solusi teknologi energi untuk mengatasi kesulitan masyarakat akibat kenaikan harga BBM, teknologi ini bisa segera diaplikasikan, terutama untuk kalangan masyarakat di sepanjang daerah aliran sungai Musi yang merupakan daerah dengan bahan baku Kotoran sapi yang melimpah. Dalam rangka pemenuhan keperluan energi rumah tangga, maka perlu dilakukan upaya yang sistematis untuk menerapkan berbagai alternatif energi yang layak bagi masyarakat. Permasalahan yang terjadi di daerah aliran sungai Musi, terutama bagi masyarakat sekitarnya, belum mampu memanfaatkan Kotoran sapi sebagai penghasil energi alternatif pengganti kayu dan BBM. Selama ini kegiatan sehari-hari mereka sangat tergantung pada BBM dan kayu baik untuk memasak maupun penerangan. Hal ini sangat berdampak terhadap pendapatan dari masyarakat itu sendiri.

Berdasarkan masalah di atas, untuk membantu pemerintah dalam mendiversifikasi energi bahan bakar minyak tanah ke energi biogas terutama untuk memasak di dapur, maka perlu dirancang alat biogas skala kecil (rumah tangga) yang efisien, praktis, ramah lingkungan dan aman untuk meningkatkan nilai ekonomis dari Kotoran sapi tersebut.

---

[1] Meylinda Mulyati adalah staf pengajar di Jurusan Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknik Musi Palembang

2 BIOGAS, SUMBER ENERGI ALTERNATIF

2.1.1 Biogas, Sumber Energi Alternatif

Kelangkaan bahan bakar minyak, yang disebabkan oleh kenaikan harga minyak dunia yang signifikan, telah mendorong pemerintah untuk mengajak masyarakat mengatasi masalah energi bersama-sama.

Penghematan ini sebetulnya harus telah kita gerakkan sejak dahulu karena pasokan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi adalah sumber energi fosil yang tidak dapat diperbarui (*unrenewable*), sedangkan permintaan naik terus, demikian pula harganya sehingga tidak ada stabilitas keseimbangan permintaan dan penawaran. Salah satu jalan untuk menghemat bahan bakar minyak (BBM) adalah mencari sumber energi alternatif yang dapat diperbarui (*renewable*).

Kebutuhan bahan bakar bagi penduduk berpendapatan rendah maupun miskin, terutama di pedesaan, sebagian besar dipenuhi oleh minyak tanah yang memang dirasakan terjangkau karena disubsidi oleh pemerintah. Namun karena digunakan untuk industri atau usaha lainnya, kadang-kadang terjadi kelangkaan persediaan minyak tanah di pasar. Selain itu mereka yang tinggal di dekat kawasan hutan berusaha mencari kayu bakar, baik dari ranting-ranting kering dan tidak jarang pula menebangi pohon-pohon di hutan yang terlarang untuk ditebangi, sehingga lambat laun mengancam kelestarian alam di sekitar kawasan hutan.

Sebetulnya sumber energi alternatif cukup tersedia. Misalnya, energi matahari di musim kemarau atau musim kering, energi angin dan air. Tenaga air memang paling banyak dimanfaatkan dalam bentuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA), namun bagi sumber energi lain belum kelihatan secara signifikan. Energi terbarukan lain yang dapat dihasilkan dengan teknologi tepat guna yang relatif lebih sederhana dan sesuai untuk daerah pedesaan adalah energi biogas dengan memproses limbah bio atau bio massa di dalam alat kedap udara yang disebut digester. Biomassa berupa limbah dapat berupa kotoran ternak bahkan tinja manusia, sisa-sisa panenan seperti jerami, sekam dan daun-daunan sortiran sayur dan sebagainya. Namun, sebagian besar terdiri atas kotoran ternak.

2.1.2 Dasar-Dasar Teknologi Biogas

Biogas adalah gas mudah terbakar (*flammable*) yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerob (bakteri yang hidup dalam kondisi kedap udara). Pada umumnya semua jenis bahan organik bisa diproses untuk menghasilkan biogas, namun demikian hanya bahan organik (padat, cair) homogen seperti kotoran dan urine (air kencing) hewan ternak yang cocok untuk sistem biogas sederhana. Disamping itu juga sangat mungkin menyatukan saluran pembuangan di kamar mandi atau WC ke dalam sistem Biogas. Di daerah yang banyak industri pemrosesan makanan antara lain tahu, tempe, ikan pindang atau brem bisa menyatukan saluran limbahnya ke dalam sistem Biogas, sehingga limbah industri tersebut tidak mencemari lingkungan di sekitarnya. Hal ini memungkinkan karena limbah industri tersebut diatas berasal dari bahan organik yang homogen.

Jenis bahan organik yang diproses sangat mempengaruhi produktifitas sistem biogas disamping parameter-parameter lain seperti temperatur digester, pH, tekanan dan kelembaban udara. Bahan organik dimasukkan ke dalam ruangan tertutup kedap udara (disebut Digester) sehingga bakteri anaerob akan membusukkan bahan organik tersebut yang kemudian menghasilkan gas (disebut Biogas). Biogas yang telah terkumpul di dalam digester selanjutnya dialirkan melalui pipa penyalur gas menuju tabung penyimpan gas atau langsung ke lokasi penggunaannya.

Manfaat energi biogas adalah sebagai pengganti bahan bakar khususnya minyak tanah dan dipergunakan untuk memasak. 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.

Limbah biogas, yaitu kotoran ternak yang telah hilang gasnya (slurry) merupakan pupuk organik yang sangat kaya akan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman. Bahkan, unsur-unsur tertentu seperti protein, selulose, lignin, dan lain-lain tidak bias digantikan oleh pupuk kimia. Pupuk organik dari biogas telah dicobakan pada tanaman jagung, bawang merah, dan padi. Komposisi gas yang terdapat di dalam Biogas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1 : Komposisi gas yang terdapat dalam biogas

Jenis Gas	Volume (%)
Methana (CH_4)	40 - 70
Karbondioksida (CO_2)	30 - 60
Hidrogen (H_2)	0 - 1
Hidrogen Sulfida (H_2S)	0 - 3

Sedangkan komponen biogas untuk skala rumah tangga biasanya memiliki komposisi sebagai berikut:

Tabel 2 : Komposisi gas yang terdapat dalam biogas untuk skala rumah tangga

Jenis Gas	Volume (%)
Methana (CH_4)	± 60 %
Karbondioksida (CO_2)	± 38 %
O_2, H_2, & H_2S	± 2 %

Nilai kalori dari 1 meter kubik Biogas sekitar 6.000 watt jam yang setara dengan setengah liter minyak diesel. Oleh karena itu Biogas sangat cocok digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan pengganti minyak tanah, LPG, butana, batubara, maupun bahan-bahan lain yang berasal dari fosil. Kesetaraan biogas dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 3 : Biogas dibandingkan dengan bahan bakar lain

Keterangan	Bahan bakar lain
1 m^3 Biogas	Elpiji 0,46 kg
	Minyak tanah 0,62 liter
	Minyak solar 0,52 liter
	Bensin 0,80 liter
	Gas kota 1,50 m^3
	Kayu bakar 3,50 kg

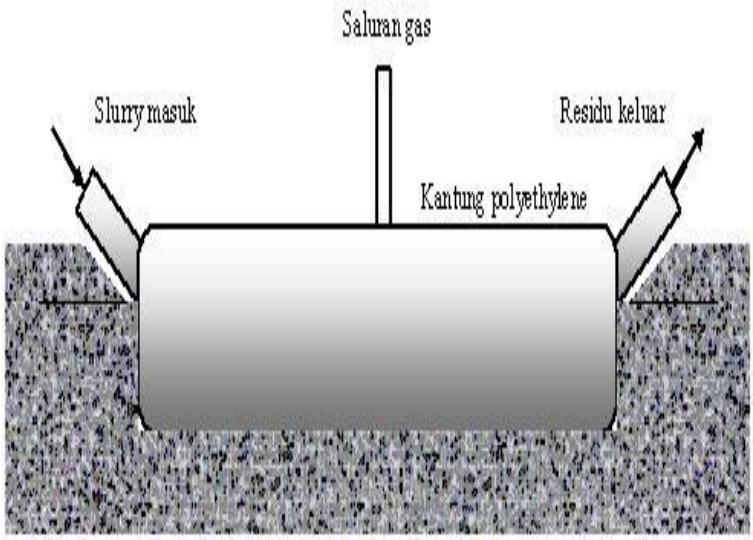
Biogas dapat dipergunakan dengan cara yang sama seperti gas-gas mudah terbakar yang lain. Pembakaran biogas dilakukan dengan mencampurnya dengan sebagian oksigen (O_2). Namun demikian, untuk mendapatkan hasil pembakaran yang optimal, perlu dilakukan pra kondisi sebelum Biogas dibakar yaitu melalui proses pemurnian/penyaringan karena Biogas mengandung beberapa gas lain yang tidak menguntungkan. Sebagai salah satu contoh, kandungan gas Hidrogen Sulfida yang tinggi yang terdapat dalam Biogas jika dicampur dengan Oksigen dengan perbandingan 1:20, maka akan menghasilkan gas yang sangat mudah meledak.

Kotoran ternak menjadi sangat berharga, oleh karena itu para petani akan rajin merawat ternaknya sehingga kondisi kandang menjadi bersih dan kesehatan ternak menjadi lebih baik, pada akhirnya membawa keuntungan dengan penjualan ternak yang lebih cepat dan berharga lebih tinggi. Keluarga petani yang biasanya menggunakan pupuk kimia untuk menanam, kini bisa menghemat biaya produksi pertaniannya karena sudah tersedia pupuk organic dalam jumlah yang memadai dan kualitas pupuk yang lebih baik.

Aspek Sosio-Kultural penerapan teknologi biogas. Menerapkan teknologi baru kepada masyarakat desa merupakan suatu tantangan tersendiri akibat rendahnya latar belakang pendidikan, pengetahuan dan wawasan yang mereka miliki. Terlebih lagi pada penerapan teknologi biogas. Tidak pernah terbayangkan bahwa kotoran lembu bisa menghasilkan api. Selain itu juga mereka merasa jijik terhadap makanan yang dimasak menggunakan Biogas. Di desa Plangkrongan, perlu waktu 2 tahun hanya untuk membangun sebuah unit Biogas percontohan. Metode yang dipergunakan untuk mensosialisasikan Biogas adalah dengan memilih sebuah keluarga sebagai Khalayak Sasaran Antara (KSA) yang diharapkan menjadi pelopor dan bisa mengembangkan Biogas itu kepada Masyarakat sebagai Khalayak Sasarannya.

2.1.3 Reaktor biogas sederhana

Reaktor biogas dari kantung polyethylene ini pada dasarnya tergolong reaktor jenis fixed dome. Reaktor dengan volume slurry 4 m^3 akan memerlukan kantung polyethylene berdiameter 80 cm dengan panjang 10 m (80% dari kantung akan berisi slurry) (Rodriguez dkk). Kantung polyethylene diposisikan horizontal (sekitar 90% badan reaktor berada di bawah permukaan tanah). Skema reaktor kantung polyethylene bisa dilihat pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Skema reaktor biogas kantung *polyethylene*

Fungsi dan karakteristik komponen reaktor biogas kantung polyethylene ini sama dengan reaktor fixed dome yang telah dijelaskan pada Gambar 1. Untuk memperkuat daya tahan reaktor ini, umumnya kantung polyethylene dipasang 2 lapis dan di bagian atas reaktor dipasang atap sederhana untuk melindungi konstruksi reaktor dari panas matahari dan hujan. Dengan konstruksi semacam itu, reaktor kantung polyethylene bisa digunakan hingga 3 tahun (Rodriguez dkk) bahkan 10 tahun (Aguilar dkk, 2001). Kerusakan yang umumnya terjadi pada reaktor jenis ini adalah sobeknya lapis polyethylene dan ketidaklancaran aliran slurry di dalam reaktor akibat sedimentasi.

2.1.4 Prinsip Kerja Reaktor Biogas

Teknologi biogas pada dasarnya memanfaatkan proses pencernaan yang dilakukan oleh bakteri methanogen yang produknya berupa gas methana (CH_4). Gas methana hasil pencernaan bakteri tersebut bisa mencapai 60% dari keseluruhan gas hasil reaktor biogas, sedangkan sisanya didominasi CO2. Bakteri ini bekerja dalam lingkungan yang tidak ada udara (anaerob), sehingga proses ini juga disebut sebagai pencernaan anaerob (*anaerob digestion*).

Bakteri methanogen akan secara natural berada dalam limbah yang mengandung bahan organik, seperti kotoran binatang, manusia, dan sampah organik rumah tangga. Keberhasilan proses pencernaan bergantung pada kelangsungan hidup bakteri methanogen di dalam reaktor, sehingga beberapa kondisi yang mendukung berkembangbiaknya bakteri ini di

dalam reaktor perlu diperhatikan, misalnya temperatur, keasaman, dan jumlah material organik yang hendak dicerna.

Beberapa kendala antara lain yaitu kekurangan technical expertise, reaktor biogas tidak berfungsi akibat bocor/ kesalahan konstruksi, disain tidak biasa, penanganan masih secara manual dan biaya konstruksi yang mahal. Kegiatan ini bertujuan untuk mengembangkan reaktor biogas skala kelompok tani ternak. Reaktor didesain dengan kapasitas 18 m^3 untuk menampung kotoran sapi sebanyak 10&12 ekor. Berdasarkan perhitungan disain, reaktor mampu mengahasilkan biogas sebanyak 6 m^3/ hari. Produksi gas metana dipengaruhi oleh C/N rasio input (kotoran ternak), *residence time*, pH, suhu dan toxicity. Suhu digester berkisar 25-27^oC dan pH 7-7,8 menghasilkan biogas dengan kandungan gas metana (CH4) sekitar 77%.

Spesifikasi Teknis Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga. Untuk membuat reaktor biogas skala rumah tangga diperlukan beberapa hal berikut :

1. Volume reaktor (plastik) : 4.000 liter
2. Volume penampung gas (plastik) : 2.500 liter
3. Drum pengaduk bahan : 1 buah
4. Pengaman gas : 1 buah
5. Selang saluran gas : + 10 m
6. Kebutuhan bahan baku : kotoran ternak dari 2-3 ekor sapi
7. Biogas yang dihasilkan : 4 m3 per hari (setara dengan 2,5 liter minyak tanah).

Cara Pengoperasian Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga

1. Buat campuran kotoran ternak dan air dengan perbandingan 1 : 1 (bahan biogas)
2. Masukkan bahan biogas ke dalam reaktor melalui tempat pengisian sebanyak 2000 liter, selanjutnya akan berlangsung proses produksi biogas di dalam reaktor.
3. Setelah kurang lebih 10 hari reaktor biogas dan penampung biogas akan terlihat mengembung dan mengeras karena adanya biogas yang dihasilkan. Biogas sudah dapat digunakan sebagai bahan bakar, kompor biogas dapat dioperasikan.
4. Sekali-sekali reaktor biogas digoyangkan supaya terjadi penguraian yang sempurna dan gas yang terbentuk di bagian bawah naik ke atas, lakukan juga pada setiap pengisian reaktor.

5. Pengisian bahan biogas selanjutnya dapat dilakukan setiap hari, yaitu sebanyak + 40 liter setiap pagi dan sore hari. Sisa pengolahan bahan biogas berupa *sludge* (lumpur) secara otomatis akan keluar dari reaktor setiap kali dilakukan pengisian bahan biogas. Sisa hasil pengolahan bahan biogas tersebut dapat digunakan langsung sebagai pupuk organik, baik dalam keadaan basah maupun kering.

3 DESAIN PENELITIAN

3.1 Pendekatan Desain

Teknologi alat biogas sangat bermanfaat bagi kehidupan masyarakat. Teknologi biogas dimanfaatkan untuk menghasilkan gas methana yang dapat dirubah menjadi energi.Desain reaktor yang akan digunakan adalah desain yang pernah dipakai untuk skala rumah tangga dengan berbahan baku kotoran sapi.

3.2 Kriteria Desain

Desain rektor biogas berbahan baku Kotoran sapi skala rumah tangga akan menghasilkan energi panas dengan nyala biru, panas sama atau mendekati LPG, nirbau, dan tidak menghasilkan jelaga. Desain ini sangat fleksibel, dapat dibawa dengan mudah dan dapat dioperasikan oleh semua kalangan.

3.3 Instrumen Penelitian

3.3.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada pembuatan alat biogas adalah seperangkat alat bengkel sedangkan bahan yang digunakan adalah :

1. Drum ukuran 220 liter sebanyak 2 buah
2. Drum ukuran 35 liter sebanyak 2 buah
3. Pipa Galvanis ukuran 5 inchi sepanjang 30 cm
4. Pipa ukuran ½inchi sepanjang 30 cm sebanyak 3 buah
5. Stop kran ½inchi sebanyak 2 buah
6. Selang plastik/karet gas panjang 3 meter sebanyak 1 buah
7. Plat besi 3 mm 50x30 sebanyak 1 buah

8. Kompor gas 1 buah

9. Pengelasan drum (Ls)

Tahap penelitian ini meliputi tahap-tahap perancangan, perakitan atau pembatan, pengujian hasil rancangan, pengamatan dan pengolahan data. Diagram alir pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada gambar 2.

3.3.2 Prosedur Penelitian

Berikut akan diuraikan langkah-langkah penelitian yaitu :

1) Siapkan Material,

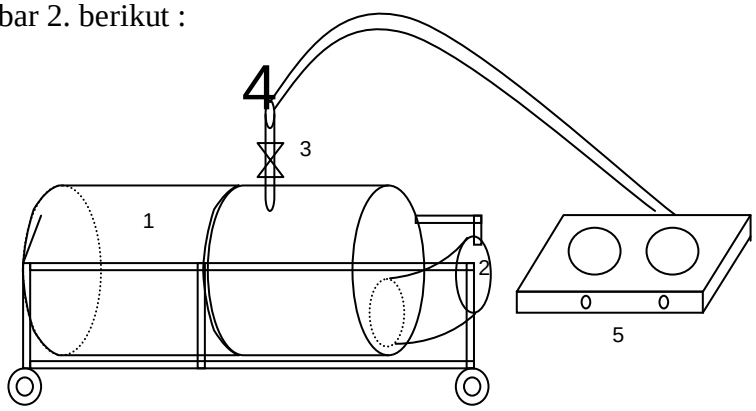
2) Rancang komponen-komponen utama biogas yang terdiri dari :

   a) tabung pencerna, tabung penyekat,

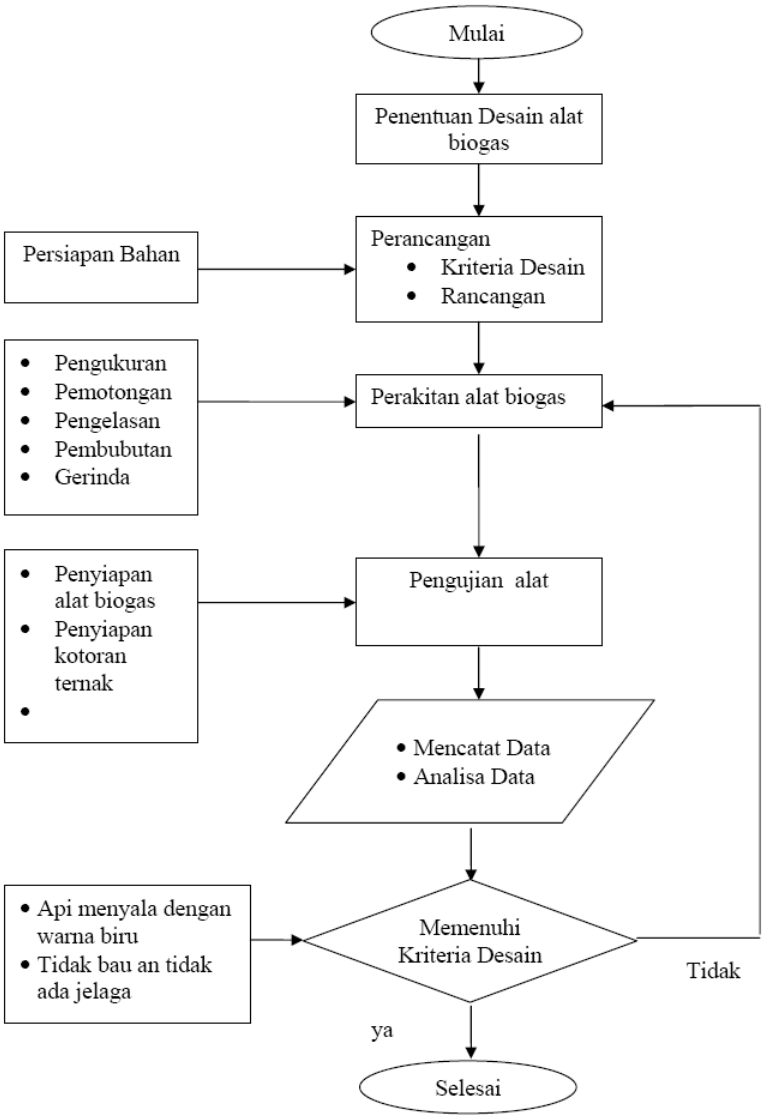
   b) tabung gas sementara dan tabung gas murni.

3) Rangkai komponen alat biogas dengan proses pengelasan, pengerindaan dan pengecoran, seperti gambar 2. berikut :

Keterangan:
1 : Reaktor Biogas
2: Inlet&Outlet Bahan Baku&Ampas
3 : Pipa Gas dan Keran Gas
4 : Selang Gas Yang Dihubungkan dengan Kompor Gas
5 : Kompor Gas



Gambar 2. Rangkaian Komponen Alat Biogas



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

4 ENERGI ALTERNATIF BIOGAS

Biogas memberikan solusi terhadap masalah penyediaan energi dengan murah dan tidak mencemari lingkungan. Salah satu batasan (*constraint*) utama dalam mendesain biogas untuk masyarakat di pedesaan adalah masalah biaya instalasi, kemudahan pengoperasian serta perawatan. Reaktor biogas jenis fixed dome yang dibuat dari bahan tembok dan beton umumnya memerlukan biaya yang tidak murah (BSP, 2003).

Di dalam reaktor biogas, terdapat dua jenis bakteri yang sangat berperan, yakni bakteri asam dan bakteri methan. Kedua jenis bakteri ini perlu eksis dalam jumlah yang berimbang. Kegagalan reaktor biogas bisa dikarenakan tidak seimbangnya populasi bakteri methan terhadap bakteri asam yang menyebabkan lingkungan menjadi sangat asam (pH kurang dari

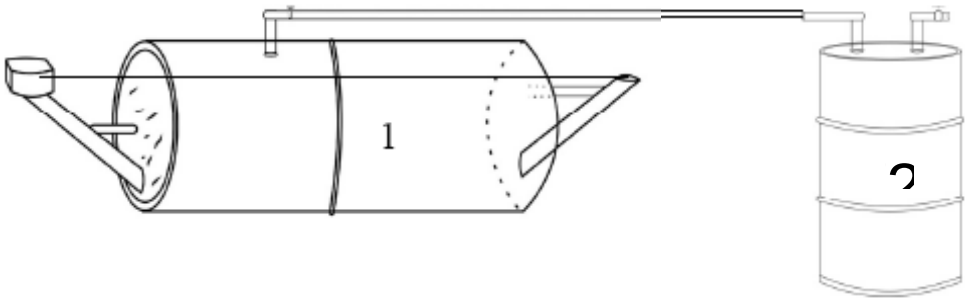
7) yang selanjutnya menghambat kelangsungan hidup bakteri methan (Garcelon dkk). Keasaman substrat/media biogas dianjurkan untuk berada pada rentang pH 6.5 s/d 8 (Garcelon dkk). Bakteri methan ini juga cukup sensitif dengan temperatur. Temperatur 35 ^{o}C diyakini sebagai temperatur optimum untuk perkembangbiakan bakteri methan (Garcelon dkk).

Untuk pembuatan biogas ini yang perlu disiapkan adalah drum bekas yang telah dimodifikasi. Pipa pengalir. dan kantong plastik/drum untuk menampung gas hasil dari Kotoran sapi yang dibusukkan. Pertama, Kotoran sapi dan air dicampurkan dengan perbandingan 1:1. Lalu dimasukkan ke dalam drum modifikasi. Lalu Setelah dirasa cukup, drum di tutup rapat agar bekteri anaerob dapat berkembang dengan baik dan dapat membantu menguraikan Kotoran sapi menjadi biogas setelah didiamkan selama seminggu. Setelah itu, buka kran yang ada di atas drum modifikasi untuk mengeluarkan oksigen. Setelah dirasa cukup, untuk mengetes apakah ada gas atau tidak, silahkan nyalakan korek api di dekat kran. Jika menyala, segera salurkan gas tersebut ke plastik/drum penampung gas. Dari penampung gas inilah, gas dapat disalurkan ke kompor. Setelah itu, kita siap untuk memasak.

5 INOVASI DESAIN ALAT FERMENTASI BIOGAS

1. Tabung Produksi/Tabung Fermentasi

Desain awal alat yang digunakan untuk membuat bio gas ini adalah sederhana, hanya butuh alat fermentasi, yaitu dua buah drum 220 liter yang disambungkan dengan las secara horizontal untuk membentuk ruang fermentasi. Kemudian pada kedua ujung drum yang telah disambung itu dipasang pipa 5 inchi sepanjang 30 cm yang berguna sebagai lubang memasukan Kotoran sapi yang telah dicincang dan ditumbuk ditambah air. Desain awal ini dibuat untuk proses yang *semi continous,* yang tidak menjadi efektif untuk proses selanjutnya. Hal ini dikarenakan bahan baku yang bar uterus menerus dimasukan pada bagian inlet dan pada bagian outlet sisa proses fermentasi awal akan otomatis keluar. Jika hal ini dipertahankan, maka akan ada sisa fermentasi awal yang akan ikut dalam proses fermentasi selanjutnya dan hal ini akan menyebabkan konversi biogas yang terbentuk selanjutnya akan berkurang. Berikut gambar desain awal alat fermentasi biogas dari Kotoran sapi.



Gambar 5. Desain awal komponen alat biogas

Desain ini akhirnya diubah dengan perlakuan proses tetap *batch*, agar konversi biogas yang terbentuk tetap tinggi. Pipa inlet dan oulet untuk pemasukan bahan baku dan pengeluaran ampas sisa proses fermentasi hanya satu saja. Pada bagian ini, pipa inlet dan outlet tersebut ditutup dengan kotak yang terbuat dari plat dengan ukuran 30 cm x 30 cm x 50 cm. Kotak ini berguna untuk menghalangi gas yang mungkin masih bisa lolos dari lubang pemasukan umpan. Di tengah drum itu dipasang pipa pipa ½ inchi dan stop kran ½ inchi yang disambung dengan slang gas tempat keluarnya gas dari dalam drum. Berikut gambar desain modifikasi pertama alat fermentasi biogas dari Kotoran sapi.

Gambar 7. Desain modifikasi akhir komponen alat biogas

Setelah alat di rakit, maka dilakukan pengujian dengan memasukan Kotoran sapi ke dalam drum pencerna (30 kg) dan akan menghasilkan 1m³ biogas, yang setara dengan 0,62 liter minyak tanah dan setara dengan 3,5 kg kayu bakar kering atau setara dengan 0,46 kg Elpiji. Api yang dihasilkan berwarna biru, tidak bau, dan tidak menghasilkan jelaga. Kotoran sapi yang ditumbuk tersebut hanya memerlukan waktu 3 sampai 5 hari di dalam tabung permantasi sebelum akhirnya jadi gas.

Gambar 8. Komponen alat biogas yang telah dihubungkan dengan kompor gas.

2. Tabung penyimpan

Untuk drum kecil (25 Lt) pada sisi bagian atasnya dibuat dua lubang berdiameter ½ inchi, satu lubang untuk pemasukan gas dari tabung fermentasi dan yang lain untuk pengeluaran ke kompor gas yang dihubungkan dengan kran berukuran ½ inchi. Sambungkan kedua lubang tersebut dengan pipa seukuran, dan untuk pipa pengeluaran pasang kran. Tabung penyimpanan sudah jadi dan bisa diisi dengan air. Yang perlu diperhatikan dalam pembuatan alat adalah kekedapannya, jadi sebelum alat digunakan sebaiknya diuji dulu kekerapannya, kalau ada yang bocor harus ditambal atau diganti.

Selain alat penampung gas terbuat dari bahan plastik yang berukuran panjang 120 cm dan diameter 60 cm. Alat penampungan gas ini dimasukkan ke drum ukuran 220 liter yang sudah terisi air. Jika gas dari Kotoran sapi sudah masuk ke alat penampungan drum atau plastik maka akan terlihat mengambang. Fungsi air itu sebagai penekan. Air yang ada akan menekan gas ke atas. Karena air dan gas tak bersenyawa.

6 ANALISIS VARIABEL FERMENTASI BIOGAS

Proses fermentasi Kotoran sapi oleh air menjadi biogas memerlukan variabel proses yang tepat, karena pada tahap ini terjadi tahap pencernaan material organik. berikut beberapa varibel yang sangat berpengaruh adalah:

1. Temperatur Proses.

Perlu diketahui bahwa laju pembentukan gas CH4 dalam reaktor biogas sangat dipengaruhi oleh temperatur. Temperatur ini akan berhubungan dengan kemampuan bakteri yang ada dalam reaktor. Bakteri psyhrophilic 0 – 7 ^{o}C, bakteri mesophilic pada temperatur 13 – 40 ^{o}C sedangkan thermophilic pada temperatur 55 – 60 ^{o}C (Khasristya

dan Amaru, 2004) Temperatur yang optimal untuk digester adalah temperatur 30 – 35 ^{o}C, kisaran temperatur ini mengkombinasikan kondisi terbaik untuk pertumbuhan bakteri dan produksi methana di dalam digester dengan lama proses yang pendek. Massa bahan yang sama akan dicerna dua kali lebih cepat pada 35°C dibanding pada 15°C dan menghasilkan hampir 15 kali lebih banyak gas pada waktu proses yang sama (Khasristya dan Amaru, 2004). Jadi temperatur proses perlu dijaga dengan batas ambang maksimal adalah 35^{o}C, agar agar tidak banyak menguap sehingga bakteri anaerob dapat hidup selama proses pembentukan biogas.

2. Derajat Keasaman (pH)

Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah derajat keasaman. Derajat keasaman (pH) dari digester yang baik berada pada kisaran 7-8,5. Sementara, derajat keasaman pada kebanyakan bahan bio adalah pada kisaran 5-9. Pada bahan bio Kotoran sapi yang masih segar dimasukkan umumnya mempunyai pH 7,7. Kemudian setelah dimasukkan ke dalam digester dan dicampur dengan air, keasamannya turun hingga 6,58.

Lama proses suatu bahan bio dapat menghasilkan gas CH4 yang optimum sangat tergantung pada temperatur dan lama proses digestion. Untuk bahan Kotoran sapi misalnya pada temperatur 30-35^{o}C, produksi CH4 optimum terjadi pada hari ke-5 atau hari ke-7, tergantung volume Kotoran sapi yang dijadikan umpan. Setelah hari ke-8, produksi gas CH4 akan menurun.

3. Perbandingan Air dan Kotoran sapi

Perbandingan air dan Kotoran sapi yang baik untuk terjadinya proses fermentasi Kotoran sapi menjadi biogas adalah 1:1. Hal ini disebabkan air yang digunakan harus berbanding sama dengan Kotoran sapi agar pH proses fermentasi terjaga dengan baik. Setelah dicampurkan, air dan Kotoran sapi harus diaduk rata agar terjadi homogenisasi sehingga proses fermentasi dapat berjalan dengan semestinya.

Memanfaatkan Kotoran sapi sebagai biogas oleh warga disekitar daerah peternakan sapi akan mengurangi pencemaran dan sekaligus usaha menjaga kelestarian alam. Jadi, masyarakat setempat tidak akan pernah kehabisan Kotoran sapi, karena kotoran sapi ini terus bertambah. Selain itu, jika masyarakat benar-benar memanfaatkan Kotoran sapi untuk bio gas, berarti persoalan sampah Kotoran sapi yang menumpuk di daerah perternakan akan teratasi.

Tapi tentunya usaha untuk melakukan sosialisasi ke masyarakat tentang biogas yang dihasilkan dari Kotoran sapi ini akan banyak menemui kendala. Hal yang perlu diubah adalah pola pikir masyarakat. Masyarakat terbiasa untuk instan, apalagi sekarang tabung elpiji sudah tersedia di mana-mana dan dengan harga yang cukup terjangkau.

7 SIMPULAN DAN SARAN

7.1 SIMPULAN

1. Alat biogas harus di desain ekonomis agar masyarakat yang tinggal disepanjang daerah perairan yang ditumbuhi subur oleh Kotoran sapi dapat memanfaatkan Kotoran sapi ini menjadi biogas guna mendapatkan hasil yang optimal dan mengatasi masalah yang diakibatkan oleh Kotoran sapi. Alat yang sederhana adalah menggunakan dua drum besar ukuran 220 liter sebagai tabung fermentasi dan ukuran 25 liter sebagai tabung penampung gas. Pada bagian bawah dibuat rak penyangga tabung fermentasi yang dilengkapi oleh empat buah roda agar alat ini berfungsi dengan fleksibel.
2. Variabel yang sangat berpengaruh dalam proses fermentasi Kotoran sapi oleh air menjadi energi biogas dalam alat biogas adalah temperatur, derajat keasaman (pH), perbandingan air dengan Kotoran sapi, dan ukuran Kotoran sapi yang akan dijadikan umpan dalam proses.

7.2 SARAN

1. Jika masyarakat di sekitar daerah perarairan yang banyak ditumbuhi dengan subur oleh Kotoran sapi ingin menjadikan Kotoran sapi ini secara terus menerus sebagai bahan baku utama pembentuk biogas, maka sebaiknya tabung fermentasi dibuat dari lubang besar yang di cor dan dihubungkan dengan tabung penampung gas yang berukuran lebih besar (200 liter).
2. Perlunya usaha untuk melakukan sosialisasi ke masyarakat tentang biogas yang dihasilkan dari Kotoran sapi. Karena ini sangat membantu masyarakat dalam usaha pemanfaatan Kotoran sapi menjadi biogas yang bisa digunakan sebagai bahan bakar secara gratis.
3. Sisa hasil fermentasi dapat digunakan sebagai pupuk organik.

8 DAFTAR PUSTAKA

Aguilar, FX. 2001. *How to install a polyethylene biogas plant, Proceeding of the IBSnet Electronic Seminar*. The Royal Agricultural College, Cirencester, UK. 5-23 March 2001. http://www.ias.unu.edu/proceedings/icibs/ibs/ibsnet/e-seminar/ FranciscoAguilar/index.html

An, BX., Preston, TR., Dolberg, F.S. *The Introduction of Low-Cost Polyethylene Tube Biodigesters on Small-Scale Farms in Vietnam*. http://www.epa.gov/agstar/resources/ smldigesters.html

Amaliya. 2009. *Membuat kompor biogas: Mengandalkan Kotoran sapi* (http://www.pikiranrakyat.com, diakses 1 Juni 2009)

Bay. 2007. *Mengatasi Masalah Lingkungan: Kotoran sapi Untuk Bahan Bakar Biogas* (http://www.kompas.com, diakses 11 mei 2009)

Darlis. 2007. *Biogas* (http://www.tempo.com, diakses 18 Juli 2008)

Khasristya Amaru, 2004, *Rancang Bangun dan Uji Kinerja Biodigester Plastik Polyethilene Skala Kecil (Studi Kasus Ds. Cidatar Kec. Cisurupan, Kab. garut),* Tugas Akhir, Fakultas Pertanian, UNPAD, Indonesia

Moog, FA., Avilla, HF., Agpaoa, EV., Valenzuela, FG., Concepcion, FC. 1997. *Promotion and utilization of polyethylene biodigester in smallhold farming systems in the Philippines*. Livestock Research for Rural Development. Volume 9, Number 2.

Noor. 2008. *Biogas Kotoran sapi* (http://practicallygreen-sn.blogspot.com, diakses 1 Juni 2009)

Rodriguez, L., Preston, TR. *Biodigester installation manual, University of Tropical* Agriculture Foundation. Finca Ecologica, University of Agriculture and Forestry. Thu Duc, Ho Chi Minh City. Vietnam

_____. 24 Maret 2006. *Benarkah Kita Mengalami Krisis Energi?* (http://www.pikiranrakyat.com, diakses 1 Juni 2009)

Biogas Support Program (BSP). 2003. *Construction option for RABR Remote Area Biogas Reactor*, SNV-Nepal.

http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/Recycle/biodig/manual.htm