

Modifikasi Biogester Tipe Vertikal Menggunakan Pengaduk dengan Teknik Pengelasan

Ana S.¹, Dedi P.², M. Yusuf D.³

^{1,2,3}Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Jakarta

E-mail: ¹annamesin@yahoo.com

Abstrak

Biomassa/biogas merupakan salah satu solusi teknologi energi untuk mengatasi kesulitan masyarakat akibat kenaikan harga BBM, teknologi ini bisa segera diaplikasikan terutama untuk kalangan peternak sapi. Dalam rangka pemenuhan keperluan energi rumah tangga, salah satu upaya terobosan yang dilakukan adalah melaksanakan program Bio Energi Pedesaan (BEP), yaitu suatu upaya pemenuhan energi secara swadaya (*self production*) oleh masyarakat khususnya di pedesaan. Permasalahan yang terjadi di pedesaan adalah belum mampu memanfaatkan limbah kotoran ternak sebagai penghasil energi alternatif pengganti kayu dan BBM, dimana kegiatan sehari-hari mereka sangat tergantung pada BBM/gas dan kayu baik untuk memasak maupun penerangan. Alat yang didisain sebagai digester biogas terbuat dari drum yang berukuran 200, 120 dan 35 liter. Pipa berukuran 2 inci dan berukuran 0,5 inci yang mudah didapat dengan biaya yang relatif murah. Pembuatan alat ini sangat mudah dengan proses pembuatan seperti pemotongan, pengelasan, gerinda dan pengecoran. Untuk satu ekor sapi rata-rata dapat menghasilkan 20 kg kotoran per hari, dan setara dengan 1 m³ - 1,2 m³. Pada proses penghitungan gas metana yang dihasilkan dari 20 kg kotoran sapi per hari, maka akan dihasilkan gas metana sebesar campuran 0,10285 kg dan gas metana murni sebesar 0,061714 kg.

Kata kunci: biogester, modifikasi, pengaduk, pengelasan.

Pendahuluan

Biomassa/biogas merupakan salah satu solusi teknologi energi untuk mengatasi kesulitan masyarakat akibat kenaikan harga BBM, teknologi ini bisa segera diaplikasikan, terutama untuk kalangan masyarakat pedesaan yang memelihara hewan ternak sapi. Dalam rangka pemenuhan keperluan energi rumah tangga, khususnya di pedesaan, maka perlu dilakukan upaya yang sistematis untuk menerapkan berbagai alternatif energi yang layak bagi masyarakat. Sehubungan dengan hal ini, maka salah satu upaya terobosan yang dilakukan adalah melaksanakan program Bio Energi Pedesaan (BEP), yaitu suatu upaya pemenuhan energi secara swadaya (*self production*) oleh masyarakat khususnya di pedesaan.

Permasalahan yang terjadi di pedesaan, terutama bagi masyarakat peternakan, belum mampu memanfaatkan limbah kotoran ternak sebagai penghasil energi alternatif (energi ter-

barukan) pengganti kayu dan BBM/gas, dimana kegiatan sehari-hari mereka sangat tergantung pada BBM/gas dan kayu baik untuk memasak maupun penerangan. Hal ini sangat berdampak terhadap pendapatan dari masyarakat desa (peternak) itu sendiri.

Ada tiga hal yang melatarbelakangi pembuatan alat ini, antara lain:

- (1) Semakin menipisnya jumlah minyak dan gas bumi, terutama yang berada di negara kita.
- (2) Semakin tingginya harga BBM dan gas elpiji yang akan memberatkan masyarakat pedesaan.
- (3) Polusi yang diakibatkan dari penumpukan kotoran yang kurang dapat dimanfaatkan oleh peternak.

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 tambah dari limbah (kotoran) ternak tersebut.

Adapun perumusan masalah penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan alat biogas skala kecil yang efisien, praktis, ramah lingkungan dan aman dengan bahan baku kotoran sapi. Rincian hasil yang ditarget pada penelitian ini yaitu merancang atau membuat dan menguji kelayakan alat biogas secara ekonomi untuk skala kecil (rumah tangga).

Tujuan penelitian adalah merancang bangun biodigester yang mudah dirakit, murah dan berkinerja baik bagi peternak kecil (1 - 3 ekor sapi perah).

Luaran yang Diharapkan

Manfaat yang diharapkan adalah untuk meningkatkan nilai tambah dari kotoran sapi dan memberikan solusi untuk pemanfaatan energi alternatif yaitu sebagai pengganti bahan bakar khususnya minyak tanah dan dipergunakan untuk memasak dan penerangan. 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.

Kegunaan jangka pendek penelitian ini adalah untuk menghemat biaya pembuatan sistem biodigester dan mempermudah konstruksi pembuatan sistem biodigester, sehingga budaya pembuatan gas bio dapat memasyarakat.

Kegunaan jangka panjangnya adalah dalam rangka diversifikasi sumber energi peternakan, mengurangi pencemaran lingkungan akibat kotoran hewan dan mencukupi pupuk organik di peternakan sebagai hasil sampingan produksi gas bio.

Kajian Teori

Gas Bio

Gas bio yang didominasi oleh gas metana, merupakan gas yang dapat dibakar. Metana secara luas diproduksi di permukaan bumi oleh bakteri pembusuk dengan cara menguraikan bahan organik. Sekurangnya 10 tipe bakteri pembusuk yang berbeda dari bakteri methanogenesis yang berperan dalam pembusukan.

Bakteri ini terdapat di rawa-rawa, lumpur sungai, sumber air panas (*hot spring*), dan perut hewan herbivora seperti sapi dan domba. Hewan-hewan ini tidak dapat memproses rumput yang mereka makan, bila tidak ada bakteri anaerobik yang memecah selulosa di dalam rumput menjadi

molekul yang dapat diserap oleh perut mereka. Gas yang diproduksi oleh bakteri ini adalah gas metana yang dikeluarkan oleh sapi melalui mulut.

Tabel 1 Komposisi Jenis Gas dan Jumlahnya pada Suatu Unit Gas Bio.

Jenis Gas	Kandungan (%)
Metana	60 - 70
Karbon dioksida	30 - 40
Nitrogen	3
Hidrogen	1 - 10
Oksigen	3
Hidrogen Sulfida	5

Seperti terlihat pada Tabel 1 komposisi gas bio berkisar antara 60 - 70% metana dan 30 - 40% karbon dioksida. Gas bio mengandung gas lain seperti karbon monoksida, hidrogen, nitrogen, oksigen, hidrogen sulfida, kandungan gas tergantung dari bahan yang masuk ke dalam biodigester. Nitrogen dan oksigen bukan merupakan hasil dari digester, ini mengindikasikan adanya kelemahan dari sistem sehingga udara dapat masuk ke dalam digester. Hidrogen merupakan hasil dari tahap pembentukan asam, pembentukan hidrogen sulfida oleh bakteri sulfat disebabkan oleh konsentrasi ikatan sulfur. Walaupun hanya sedikit tetapi dapat mencapai 5% untuk beberapa kotoran.

Karakteristik dari metana murni adalah mudah terbakar selain itu dapat mengakibatkan ledakan. Kandungan metana dengan udara akan menentukan pada kandungan berapa campuran yang mudah meledak dapat dibentuk. Pada LEL (*lower explosive limit*) 5,4% metana dan UEL (*upper explosive limit*) 13,9% basis volume. Di bawah 5,4% tidak cukup metana sedangkan di atas 14% terlalu sedikit oksigen untuk menyebabkan ledakan. Temperatur yang dapat menyebabkan ledakan sekitar 650 - 750 °C, percikan api dan korek api cukup panas untuk menyebabkan ledakan.

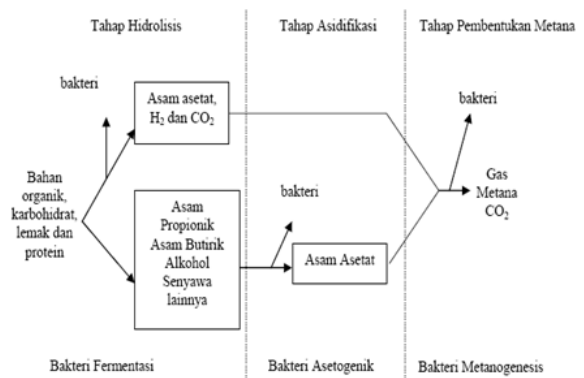
Proses Pembentukan Gas Bio

Secara garis besar proses pembentukan gas bio dapat dilihat pada Gambar 1 dan dibagi dalam tiga tahap yaitu: hidrolisis, asidifikasi (pengasaman) dan pembentukan gas metana.

Tahap Hidrolisis

Pada tahap hidrolisis, bahan organik dienzimatisir secara eksternal oleh enzim ekstraselular (selulose, amilase, protease dan lipase) mikroorganisme. Bakteri memutuskan rantai panjang karbohidrat kompleks, protein dan lipida menjadi senyawa rantai pendek. Sebagai contoh polisakarida diubah

menjadi monosakarida sedangkan protein diubah menjadi peptida dan asam amino.



Gambar 1 Proses pembentukan gas bio.

Tahap Asidifikasi (Pengasaman)

Pada tahap ini bakteri menghasilkan asam, mengubah senyawa rantai pendek hasil proses pada tahap hidrolisis menjadi asam asetat, hidrogen (H_2) dan karbondioksida. Bakteri tersebut merupakan bakteri anaerobik yang dapat tumbuh dan berkembang pada keadaan asam. Untuk menghasilkan asam asetat, bakteri tersebut memerlukan oksigen dan karbon yang diperoleh dari oksigen yang terlarut dalam larutan. Pembentukan asam pada kondisi anaerobik tersebut penting untuk pembentukan gas metana oleh mikroorganisme pada proses selanjutnya. Selain itu bakteri tersebut juga mengubah senyawa yang bermolekul rendah menjadi alkohol, asam organik, asam amino, karbondioksida, H_2S , dan sedikit gas metana.

Tahap Pembentukan Gas Metana

Pada tahap ini bakteri metanogenik mendekomposisi senyawa dengan berat molekul rendah menjadi senyawa dengan berat molekul tinggi. Sebagai contoh bakteri ini menggunakan hidrogen, CO_2 dan asam asetat untuk membentuk metana dan CO_2 . Bakteri penghasil asam dan gas metana bekerja sama secara simbiosis. Bakteri penghasil asam membentuk keadaan atmosfer yang ideal untuk bakteri penghasil metana. Sedangkan bakteri pembentuk gas metana menggunakan asam yang dihasilkan bakteri penghasil asam. Tanpa adanya proses simbiotik tersebut, akan menciptakan kondisi toksik bagi mikroorganisme penghasil asam.

Pengertian Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan logam dimana terjadi ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan

dalam keadaan cair dengan menggunakan energi panas. Pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) adalah proses penyambungan logam dimana penyambungan dihasilkan oleh panas dari busur listrik antara elektroda logam pengisi yang kontinu dan benda kerja dengan menggunakan gas sebagai pelindung busur dan daerah pengelasan.

Prinsip Pengelasan GMAW

Pertama menggunakan elektroda terumpun, yang dilelehkan oleh busur listrik selama pengelasan. Lalu busur ditimbulkan antara kawat las dan benda kerja, mencairkan benda kerja dan busur ini dilindungi oleh gas. Kawat las diumpan oleh *wire feeder* dengan kecepatan yang konstan secara otomatis melalui *conduit cable* ke *welding torch* dan menerima arus las di sana. Gas pelindung mengalir dari tabung gas melalui gas regulator dan *flow meter* dan pipa ke *torch* untuk melindungi busur dari udara sekeliling. Sebagai sumber daya, digunakan mesin arus searah (DC), dari jenis *transformer-rectifier* atau *motor-generator*.

Metode Pelaksanaan

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada pembuatan alat biogas adalah seperangkat alat bengkel seperti, mesin las listrik, mesin gerinda, gergaji besi, palu, thermometer, meteran, anemometer. Sedangkan bahan yang digunakan adalah:

- (1) Drum ukuran 200 liter sebanyak 4 buah
- (2) Drum ukuran 120 liter sebanyak 1 buah
- (3) Drum ukuran 35 liter sebanyak 2 buah
- (4) Pipa besi ukuran 0,5 in sebanyak 2 batang
- (5) Pipa besi ukuran 2 in sebanyak 2 batang
- (6) Kompor biogas sebanyak 1 buah
- (7) Stop kran pipa 0,5 sebanyak 4 buah
- (8) Selang karet sebanyak 1 buah
- (9) Plat besi dengan $d = 3$ cm 50x30 sebanyak 3 buah

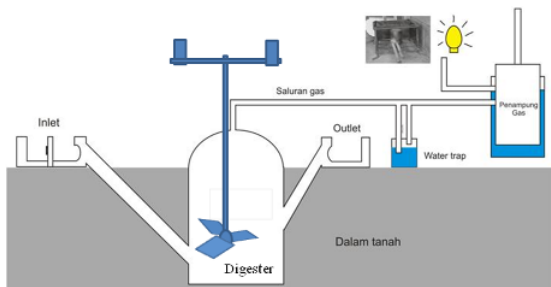
Metode Gagasan

Metode gagasan ini meliputi tahap-tahap perancangan, perakitan, pengujian hasil rancangan, pengamatan dan pengolahan data.

Prosedur Perakitan

- (1) Menyiapkan material yang dibutuhkan dalam proses pemasangan instalasi.
- (2) Melakukan pemotongan drum, dua buah pada sisi bagian atas dan satu buah pada bagian tengah.

- (3) Melakukan penyambungan kedua buah drum sebagai digester melalui teknik pengelasan dan diratakan melalui teknik pengerindaan.
- (4) Melubangi kedua sisi drum sebesar 2 in yang kemudian dihubungkan dengan pipa ukuran yang sama untuk *inlet* dan *outlet* kotoran. (5) Membuat pengaduk dengan plat untuk membuat batang dan sudu pengaduk melalui teknik pengelasan.
- (6) Pembuatan lubang reaktor, panjang 3 m, lebar 1,1 m, dan dalam 1 m.
- (7) Memasukkan digester ke dalam lubang yang telah dibuat sebelumnya.
- (8) Memasang instalasi lainnya berupa drum penampung gas dan kompor biogas yang dihubungkan dengan pipa dan selang berukuran 0,5 in lengkap dengan kran beserta *pressure gauge*.
- (9) Kotoran sapi (feses) awal sebanyak 200 liter campuran kotoran sapi dengan air dengan perbandingan 1:1 atau 1:2. Persiapan awal ini untuk mempercepat produksi gas yang siap untuk digunakan (dinyalakan).
- (10) Menunggu hasil fermentasi hingga menghasilkan gas metana (CH₄).

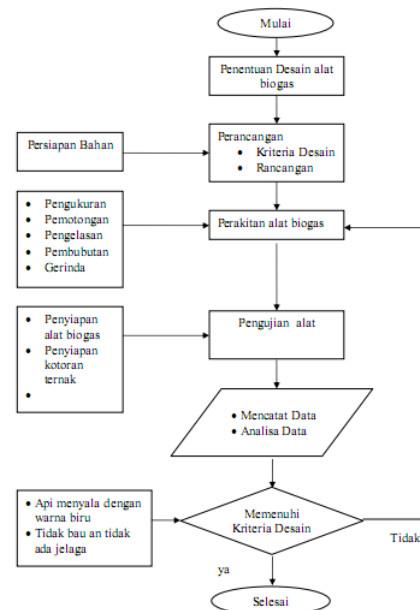


Gambar 2 Rangkaian komponen alat biogas.

Cara Pengoperasian 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 200 liter, selanjutnya akan berlangsung proses produksi biogas di dalam reaktor.
- (3) Kemudian diaduk terus menerus dalam 1 hari di dalam reaktor biogas dan penampung biogas akan terlihat tenggelam karena adanya biogas yang dihasilkan, jika jarang diaduk maka biogas yang dihasilkan dalam waktu 2 hari. Biogas sudah dapat digunakan sebagai bahan bakar, kompor biogas dapat dioperasikan.
- (4) Sekali-sekali reaktor biogas diaduk 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.



Gambar 3 Flow chart penelitian.

Hasil Perhitungan

Gas metana yang dihasilkan oleh kotoran sapi dapat diketahui dari:

- (1) Satu ekor sapi menghasilkan rata-rata 23,59 kg kotoran per hari.
- (2) Tabung gas yang digunakan adalah tabung gas berukuran 12 kg.
- (3) Volume tabung gas adalah 0,032153 m³.
- (4) Tekanan gas dalam tabung berkisar 0,40 Kg/cm².
- (5) Selama satu hari gas metana campuran didapat sebesar 0,10285 kg.
- (6) Gas metana murni dapat dikumpulkan setiap hari dengan asumsi 60% dari gas total, maka diperoleh 0,061714 kg.
- (7) Gas metana yang dihasilkan dari satu ekor sapi per hari 23,5 kg kotoran sapi di atas dapat digunakan untuk menyalakan jet pump selama 3 jam.

Pengujian Alat

Setelah alat di rakit, maka dilakukan pengujian dengan memasukan kotoran sapi ke dalam drum pencernaan inlet (30 kg) dan akan menghasilkan 1 m³

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 lalu dimasukkan ke dalam zenset atau jika api yang dihasilkan berwarna biru, tidak bau, dan tidak menghasilkan jelaga.

Keunggulan Teknologi

Dengan adanya alat biogas dari kotoran ternak ini, maka diharapkan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat di pedesaan sebagai bahan pengganti minyak tanah dan gas yang harganya semakin mahal. Disamping untuk bahan bakar memasak, alat ini juga dapat dikembangkan menjadi alat penerangan.

- (1) Konstruksi sederhana, mudah dan cepat pemasangannya tidak sampai 1 hari.
- (2) Harga terjangkau, sekitar Rp2.445.000,00 sudah termasuk pemasangan dan satu unit kompor biogas.
- (3) Awet karena menggunakan material besi yang anti-bocor.
- (4) Mudah dalam perawatan dan penggunaan.
- (5) Produksi gas setara dengan 1,49 liter minyak tanah/hari, cukup untuk dijadikan bahan bakar memasak.
- (6) Menghasilkan kompos (pupuk organik) yang sangat bagus kualitasnya dan dapat langsung digunakan pada lahan/usaha budidaya pertanian.

Analisis Ekonomi

Biaya satu unit alat biogas adalah Rp 2.195.000,00. Untuk 3 - 5 orang anggota keluarga dibutuhkan BBM 1,5 liter. Sedangkan harga minyak tanah sekarang Rp8.500,00. Jadi kebutuhan BBM satu bulan adalah Rp510.000,00 (Rp6.120.000,00 per tahun).

Produksi biogas per hari 2,4 m³ setara dengan 1,49 liter BBM @ Rp8.500,00 jika dikorelasikan produksinya dengan uang sejumlah Rp12.750,00 sehingga penghematan untuk satu bulan adalah Rp382.500,00 atau Rp4.890.000,00 per tahun.

Maka dalam kurun waktu satu tahun, masyarakat dapat melakukan penghematan yang sangat luar biasa, jika dibandingkan dengan peng-

gunaan BBM yang harganya semakin tinggi dan jumlahnya semakin langka. Selain itu, limbah hasil fermentasi (*slurry*) dapat dijadikan pupuk kompos yang nantinya juga dapat dijual hingga dapat bernilai ekonomis untuk masyarakat.

Kesimpulan dan Saran

Reaktor biogas adalah salah satu teknologi yang dapat dijadikan sebagai sebuah solusi mengenai kelangkaan bahan bakar minyak saat ini. Produknya yang berupa biogas merupakan gas bio yang dihasilkan dari proses fermentasi material organik oleh bakteri anaerob. Proses fermentasi ini terdiri dari empat tahap. Empat tahapan lengkap proses fermentasi yang dilakukan oleh bakteri anaerob ini, di antaranya hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan methanogenesis.

Dalam pembuatan biogas memiliki banyak manfaat yang di dalamnya masih terdapat keunggulan lainnya. Biogas menjadi sumber energi alternatif berupa bahan bakar yang dapat diperbaharui. Selain itu, biogas memiliki nilai tambah di bidang ekonomi dan dalam hal menyejahterakan masyarakat. Walaupun begitu, tidak mudah untuk menerapkan teknologi baru kepada masyarakat terutama di pedesaan. Faktor utamanya adalah karena latar belakang pendidikan yang kurang. Untuk itu perlu adanya penyuluhan/pelatihan kepada masyarakat desa dengan sebuah program yang kontinyu.

Referensi

- [a] Departemen Pertanian, *Pengembangan Biogas Ternak Bersama Masyarakat (BATA-MAS)* (Direktorat Budidaya Ternak Ruminansia, Jakarta, 2006).
- [b] E. Hambali, *Teknologi Bioenergi* (Agro Media, Jakarta, 2007).
- [c] Y.S. Indartono, *Reaktor Biogas Skala Kecil/Menengah*, dokumen WWW, (<http://beritaplanet.com>).
- [d] T. Haryati, *Jurnal Wartazoa* **6** (3), 160 (2006).
- [e] S. Wahyuni, *Biogas* (Penebar Swadaya, Surabaya, 2009).