

LAPORAN TUGAS AKHIR

PEMBUATAN *BIODIGESTER*

DENGAN UJI COBA KOTORAN SAPI

SEBAGAI BAHAN BAKU



Disusun oleh:

- | | |
|-----------------------------------|------------------|
| 1. Herlina Dewi Mayasari | I 8307018 |
| 2. Iir Muchlis Riftanto | I 8307019 |
| 3. Lely Nur 'Aini | I 8307021 |
| 4. Muhammad Rizky Ariyanto | I 8307027 |

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KIMIA

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2010

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul Pembuatan Biodigester. Laporan ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi Diploma III Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Laporan tugas akhir ini disusun berdasarkan studi pustaka dan hasil percobaan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam penyusunan laporan, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dwi Ardiana S., S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi D3 Jurusan Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ibu Endang Kwartiningsih, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan dorongan dan pengarahan selama penyelesaian Tugas Akhir dan penyusunan laporan ini.
3. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Penyusun telah berusaha semaksimal mungkin demi terciptanya laporan ini, tetapi kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penyusun demi kesempurnaan laporan. Akhir kata, penyusun berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Surakarta, Juli 2010

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR KONSULTASI.....	iii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan	3
D. Manfaat	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
A. Tinjauan Pustaka	4
B. Kerangka Pemikiran	13
BAB III METODOLOGI	15
A. Alat dan Bahan	15
B. Lokasi Pembuatan Alat dan Pengoperasian	16
C. Rangkaian Alat	16
D. Prinsip Kerja Alat	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
A. Performansi Alat	20
B. Tinggi Kenaikan Drum.....	21
C. Volume Biogas	22
D. Kecepatan Produksi Biogas.....	23
E. Analisis Kandungan Metana dalam Biogas	24

BAB V PENUTUP	26
A. Kesimpulan.....	25
B. Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA	xv
LAMPIRAN.....	xvi

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Tahapan Proses Pembentukan Biogas	7
Gambar II.2	Reaktor Kubah Tetap (<i>Fixed Dome Reactor</i>).....	8
Gambar II.3	Reaktor Terapung (<i>Floating Drum Reactor</i>).....	9
Gambar II.4	Reaktor Balon (<i>Balloon Reactor</i>).....	10
Gambar III.1	Rangkaian Alat Penghasil Biogas	19
Gambar IV.1	Grafik Hubungan antara Waktu (hari) vs Tinggi Kenaikan Drum (cm).....	21
Gambar IV.2	Grafik Hubungan antara Waktu (hari) vs Volume (liter)	22
Gambar IV.3	Grafik Hubungan antara Waktu (hari) vs Kecepatan (dV/dt)	24

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Data Populasi Ternak di Eks Karesidenan Surakarta	1
Tabel II.1	Komponen Penyusun Biogas.....	5

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) serta kecenderungan akan kelangkaan minyak tanah menjadikan pemanfaatan sumber energi alternatif mulai diperhitungkan. Salah satu sumber energi alternatif yang besar peluangnya untuk dikembangkan pemanfaatannya di Indonesia adalah energi biogas. Gas ini berasal dari berbagai macam limbah organik seperti sampah biomassa, kotoran manusia dan kotoran hewan yang dapat dimanfaatkan menjadi energi melalui proses *anaerobic digestion*. Pembuatan biogas dari kotoran hewan, khususnya sapi ini berpotensi sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan, karena selain dapat memanfaatkan limbah ternak, sisa dari pembuatan biogas yang berupa *slurry* dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang kaya akan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman.

Tabel I.1 Data Populasi Ternak di Eks Karesidenan Surakarta

Wilayah	Jumlah ternak sapi (ekor)
Boyolali	159.115
Wonogiri	130.818
Sukoharjo	59.535
Surakarta	67.869
Sragen	77.027
Jumlah	494.364

([Dinas](#) Peternakan Jawa Tengah, 2008)

Tabel I.1 menunjukkan bahwa sumber bahan baku untuk pembuatan biogas sangat banyak. Untuk satu ekor sapi rata-rata dapat menghasilkan 20 kg kotoran per hari yang setara dengan 1-1,2 m³. Kotoran sapi paling banyak dipilih sebab selain mudah didapat juga karena mengandung bakteri penghasil gas metana yang berguna dalam proses fermentasi. (Sufyandi, A., 2001)

Selama ini pemanfaatan kotoran sapi masih belum optimal. Biasanya hanya digunakan sebagai pupuk kandang atau bahkan hanya ditimbun sehingga dapat menimbulkan masalah lingkungan. Padahal kotoran sapi dapat dijadikan bahan baku untuk menghasilkan energi terbarukan (*renewable*) dalam bentuk biogas. Permasalahannya adalah masyarakat belum mampu memanfaatkan limbah kotoran sapi sebagai penghasil energi alternatif pengganti kayu dan BBM, karena kegiatan sehari-hari mereka sangat tergantung pada BBM dan kayu, baik untuk memasak maupun penerangan. Hal ini sangat berdampak terhadap pendapatan dari masyarakat desa (peternak) itu sendiri.

Dengan demikian pembuatan *biodigester* merupakan salah satu solusi untuk mengatasi kesulitan masyarakat akibat kenaikan harga BBM, teknologi ini bisa segera diaplikasikan, terutama untuk kalangan peternak sapi. Alat ini dapat menghasilkan biogas dengan mencampurkan kotoran sapi dan air kemudian disimpan dalam tempat tertutup (*anaerob*). Kotoran ternak ini akan diubah dulu menjadi gas oleh bakteri metanogen yang selanjutnya akan menghasilkan gas dengan kandungan gas metana yang cukup tinggi. Dalam rumah tangga biogas ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk memasak dengan menggunakan kompor gas biasa yang telah dimodifikasi atau dengan membuat kompor biogas sendiri. Selain itu biogas ini dapat digunakan sebagai bahan bakar penerangan.

Dalam rangka memenuhi keperluan energi rumah tangga, teknologi biogas ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam menghadapi kelangkaan minyak dan mahalnya harga bahan bakar di masyarakat.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah proses pembuatan biogas dari kotoran sapi dan cara membuat *biodigester*?
2. Bagaimanakah cara penggunaan biogas sebagai bahan bakar alternatif ?
3. Berapakah kadar metana yang terkandung dalam biogas ?

C. Tujuan

1. Mempelajari proses pembuatan biogas dari kotoran sapi dan membuat *biodigester*.
2. Menggunakan biogas yang dihasilkan sebagai bahan bakar alternatif.
3. Mengukur kadar metana yang terkandung dalam biogas.

D. Manfaat

1. Manfaat bagi mahasiswa
Mahasiswa dapat menambah wawasan tentang bahan alternatif penghasil biogas dan cara pengaplikasiannya.
2. Manfaat bagi masyarakat
 - a. Masyarakat dapat mengetahui cara-cara membuat alat penghasil biogas.
 - b. Masyarakat dapat memanfaatkan limbah kotoran sapi yang dapat menghasilkan biogas.
 - c. Masyarakat dapat membuat bahan bakar alternatif.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Biogas merupakan gas campuran metana (CH_4), karbondioksida (CO_2) dan gas lainnya yang didapat dari hasil penguraian bahan organik (seperti kotoran hewan, kotoran manusia, dan tumbuhan) oleh bakteri metanogen. Untuk menghasilkan biogas, bahan organik yang dibutuhkan, ditampung dalam *biodigester*. Proses penguraian bahan organik terjadi secara *anaerob* (tanpa oksigen). Biogas terbentuk pada hari ke 4-5 sesudah *biodigester* terisi penuh dan mencapai puncak pada hari ke 20-25. Biogas yang dihasilkan sebagian besar terdiri dari 50-70% metana (CH_4), 30-40% karbondioksida (CO_2) dan gas lainnya dalam jumlah kecil (Fitria, B., 2009).

Biogas dihasilkan apabila bahan-bahan organik terurai menjadi senyawa-senyawa pembentuknya dalam keadaan tanpa oksigen (*anaerob*). Fermentasi anaerobik ini biasa terjadi secara alami di tanah yang basah, seperti dasar danau dan di dalam tanah pada kedalaman tertentu. Proses fermentasi adalah penguraian bahan-bahan organik dengan bantuan mikroorganisme. Fermentasi *anaerob* dapat menghasilkan gas yang mengandung sedikitnya 50% metana. Gas inilah yang biasa disebut dengan biogas. Biogas dapat dihasilkan dari fermentasi sampah organik seperti sampah pasar, daun daunan, dan kotoran hewan yang berasal dari sapi, babi, kambing, kuda, atau yang lainnya, bahkan kotoran manusia sekalipun. Gas yang dihasilkan memiliki komposisi yang berbeda tergantung dari jenis hewan yang menghasilkannya (Firdaus, U.I., 2009).

Biogas dapat dijadikan sebagai bahan bakar karena mengandung gas metana (CH_4) dalam prosentase yang cukup tinggi. Komponen biogas selengkapnya adalah sebagai berikut:

Tabel II.1 Komponen Penyusun Biogas

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 ₂ S)	0 - 3

Sumber : Juangga, 2007

Sifat–sifat kimia dan fisika dari biogas antara lain :

1. Tidak seperti LPG yang bisa dicairkan dengan tekanan tinggi pada suhu normal, biogas hanya dapat dicairkan pada suhu $-178\text{ }^{\circ}\text{C}$ sehingga untuk menyimpannya dalam sebuah tangki yang praktis mungkin sangat sulit. Jalan terbaik adalah menyalurkan biogas yang dihasilkan untuk langsung dipakai baik sebagai bahan bakar untuk memasak, penerangan dan lain–lain.
2. Biogas dengan udara (oksigen) dapat membentuk campuran yang mudah meledak apabila terkena nyala api karena *flash point* dari metana (CH₄) yaitu sebesar $-188\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan *autoignition* dari metana adalah sebesar $595\text{ }^{\circ}\text{C}$.

(www.encyclopedia.com, 2009)

3. Biogas tidak menghasilkan karbon monoksida apabila dibakar sehingga aman dipakai untuk keperluan rumah tangga.
4. Komponen metana dalam biogas bersifat narkotika pada manusia, apabila dihirup langsung dapat mengakibatkan kesulitan bernapas dan mengakibatkan kematian(Purnama, C., 2009).

Kotoran hewan lebih sering dipilih sebagai bahan pembuat biogas karena banyak tersedia dan mudah diperoleh. Bahan ini memiliki keseimbangan nutrisi, mudah diencerkan dan relatif dapat diproses secara biologi. Selain itu kotoran yang masih segar lebih mudah diproses

dibandingkan dengan kotoran yang lama dan telah mengering (Pambudi, A., 2008).

Kotoran sapi merupakan substrat yang paling cocok sebagai sumber penghasil biogas, karena telah mengandung bakteri penghasil gas metana yang terdapat dalam perut ruminansia. Bakteri tersebut membantu dalam proses fermentasi sehingga mempercepat proses pembentukan biogas (Sufyandi, A., 2001).

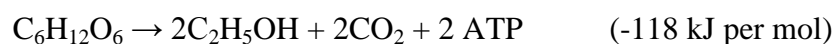
Secara garis besar proses pembentukan biogas dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu:

1. Tahap Hidrolisis (*Hydrolysis*)

Pada tahap ini, bakteri memutuskan rantai panjang karbohidrat kompleks; protein dan lipida menjadi senyawa rantai pendek. Contohnya polisakarida diubah menjadi monosakarida, sedangkan protein diubah menjadi peptide dan asam amino.

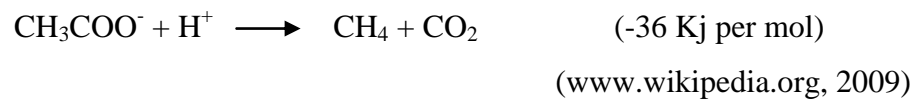
2. Tahap Asidifikasi (*Acidogenesis* dan *Acetogenesis*)

Pada tahap ini, bakteri (*Acetobacter aceti*) menghasilkan asam untuk mengubah senyawa rantai pendek hasil proses hidrolisis menjadi asam asetat, hidrogen, dan karbon dioksida. Bakteri tersebut merupakan bakteri *anaerob* yang dapat tumbuh dan berkembang dalam keadaan asam. Bakteri memerlukan oksigen dan karbondioksida yang diperoleh dari oksigen yang terlarut untuk menghasilkan asam asetat. Pembentukan asam pada kondisi anaerobik tersebut penting untuk pembentukan gas metana oleh mikroorganisme pada proses selanjutnya. Selain itu bakteri tersebut juga mengubah senyawa berantai pendek menjadi alkohol, asam organik, asam amino, karbon dioksida, hidrogen sulfida, dan sedikit gas metana. Tahap ini termasuk reaksi eksotermis yang menghasilkan energi.

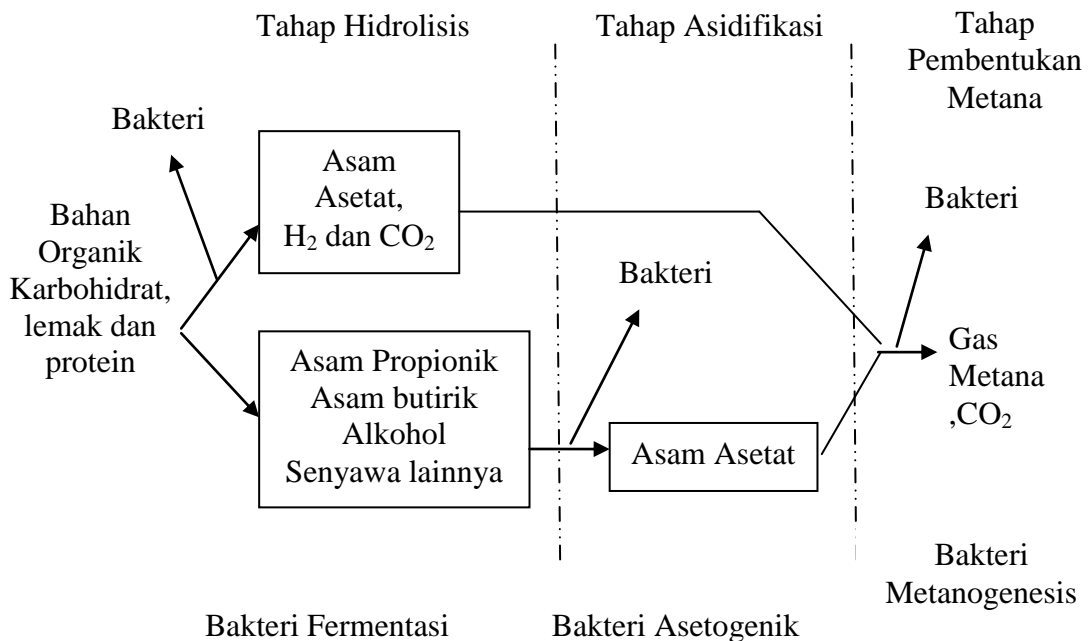


3. Tahap Pembentukan Gas Metana (*Methanogenesis*)

Pada tahap ini, bakteri *Methanobacterium omelianski* mengubah senyawa hasil proses asidifikasi menjadi metana dan CO₂ dalam kondisi *anaerob*. Proses pembentukan gas metana ini termasuk reaksi eksotermis.



Tahap–tahap reaksi pembentukan secara biologis dan kimia pada fermentasi *anaerob* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar II.1 Tahapan Proses Pembentukan Biogas (Sufyandi, A., 2001)

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

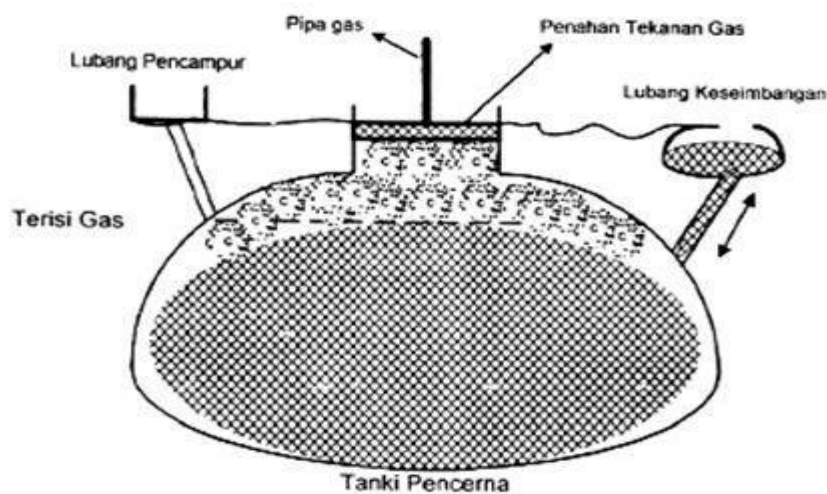
Ada beberapa jenis reaktor biogas yang sering digunakan antara lain:

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 seringnya terjadi kehilangan gas pada bagian kubah karena konstruksi tetapnya.

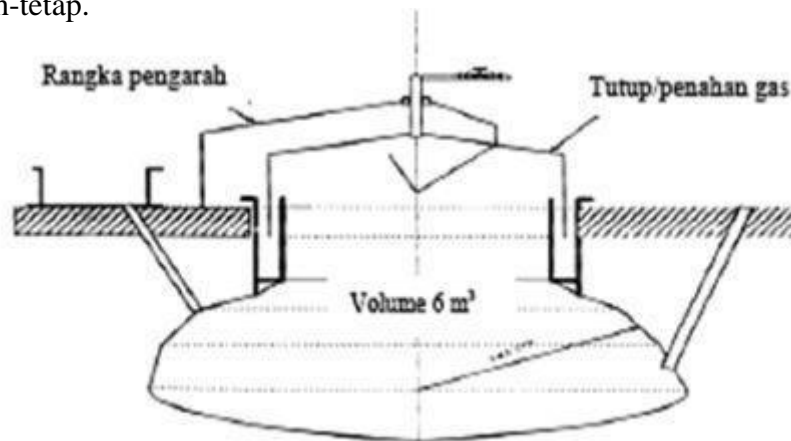


Gambar II.2 Reaktor Kubah Tetap (*Fixed Dome*)

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.

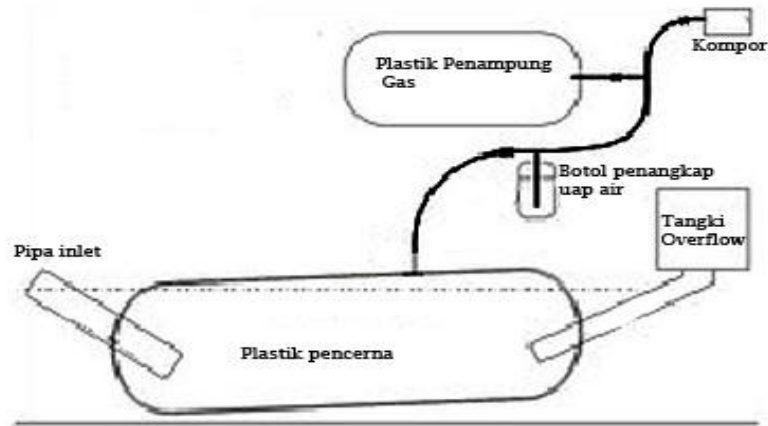
Kelebihan dari reaktor ini adalah dapat melihat secara langsung volum gas yang tersimpan pada drum karena pergerakannya. Karena tempat penyimpanannya yang terapung maka tekanan gas konstan. Sedangkan kekurangannya adalah biaya material konstruksi dari drum lebih mahal. Faktor korosi pada drum juga menjadi masalah sehingga bagian pengumpul gas pada reaktor ini memiliki umur yang lebih pendek dibandingkan tipe kubah-tetap.



Gambar II.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 II.4 Reaktor Balon (*Balloon Reactor*)

Sumber : Pambudi, A., 2008

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* (suhu 4-20°C), biasanya untuk negara-negara subtropis.
- b. *Mesophilic* (suhu 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).

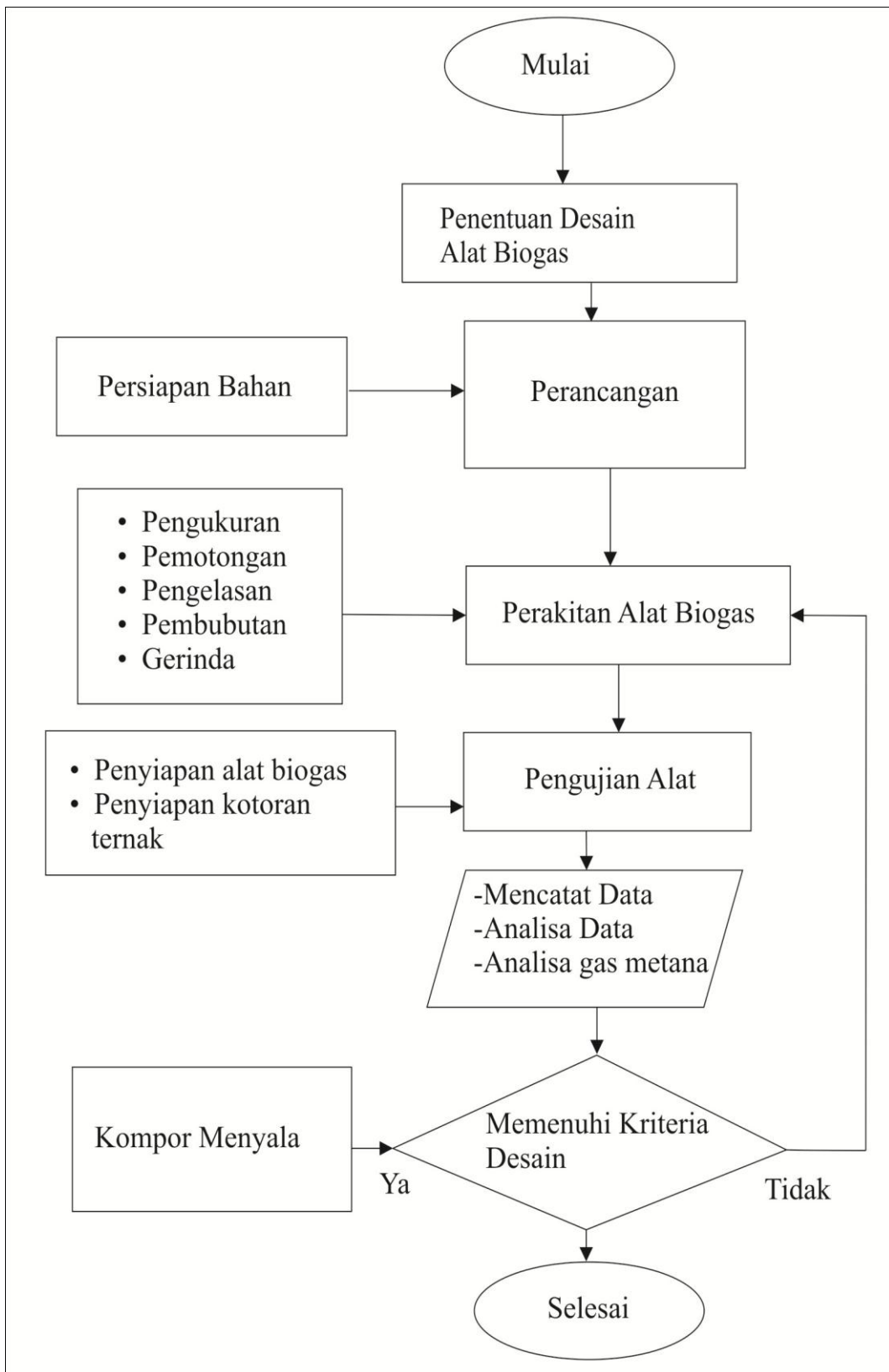
Dalam pembuatan biogas, komposisi bahan baku feses, air dan rumen (starter) harus seimbang agar menghasilkan biogas yang maksimal. Jika perbandingan tidak seimbang, misal rumen lebih banyak dari feses dan air, maka biogas yang dihasilkan sedikit, karena pada campuran bahan baku ini hanya ada sumber bakteri 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](#)).

B. Kerangka Pemikiran

Kotoran ternak seringkali menimbulkan dampak lingkungan. Misalnya bau busuk yang menyengat bila penanganannya tidak serius, sehingga dapat mengganggu masyarakat sekitar. Untuk itu perlu diusahakan pemanfaatan kotoran ternak tersebut menjadi bentuk lain yang lebih bermanfaat, misalnya diubah menjadi biogas.

Sebenarnya biogas dapat terbentuk pada kondisi alami. Namun untuk mempercepat jumlah gas yang diperoleh dan menampung gas ini diperlukan suatu alat untuk memenuhi terbentuknya gas tersebut. Oleh karena itu, kami akan membuat alat penghasil biogas dengan memanfaatkan limbah kotoran sapi serta penggunaannya.



BAB III

METODOLOGI

A. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat-alat yang digunakan untuk menunjang berhasilnya pembuatan alat penghasil biogas adalah :

- a. Las
- b. Martil
- c. Pahat besi
- d. Gergaji besi
- e. Penggaris
- f. Mesin bubut

2. Bahan

Pembuatan alat mengharapkan hasil yang maksimal dengan menggunakan bahan-bahan yang relatif murah dan mudah didapat. Bahan yang digunakan untuk membuat alat penghasil biogas ini berupa:

- a. Dua buah drum besar tertutup (200 liter), 1 buah drum besar terbuka (200 liter), dan 1 drum kecil terbuka (100 liter)
- b. Pipa besi dengan diameter 1-1,5 cm dengan kran untuk saluran gas
- c. Pipa besi dengan garis tengah 8 cm untuk saluran isian dan buangan
- d. Seng tebal atau pelat besi setebal 1-2 mm untuk membuat corong pemasukkan isian, dapat pula digunakan corong yang sudah jadi
- e. Selang karet atau selang plastik untuk mengalirkan gas
- f. Manometer sebanyak 3 buah

B. Lokasi Pembuatan Alat dan Pengoperasian

Pembuatan alat *biodigester* ini dikerjakan oleh bengkel las Bapak Tono di Pajang-Solo, karena keterbatasan tenaga dan peralatan yang dimiliki oleh mahasiswa.

Pengoperasian *biodigester* berlokasi di Laboratorium Operasi Teknik Kimia, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

C. Rangkaian Alat

Rangkaian pembuatan alat tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar III.1. Cara pembuatan alat penghasil biogas dapat dibagi menjadi dua bagian penting, yaitu pembuatan penampung isian (tabung pencernaan) dan pembuatan tabung pengumpul gas.

1. Pembuatan tabung pencernaan

Tabung ini dibuat dari 1 buah drum besar (tabung 200 liter) yang berjumlah 2 drum, dilengkapi dengan pipa pemasukan isian dan pipa pengeluaran buangan. Pembuatan secara lengkap sebagai berikut :

- a. Menguji kebocoran dengan cara memasukkan air dan diamati seluruh bagian drum. Kebocoran ditandai dengan keluarnya air dari bagian tersebut.
- b. Jika ada kebocoran perlu diadakan penambalan dengan cara pengelasan.
- c. Membuat lubang dengan diameter 8 cm tepat disisi tutup yang masih utuh kedua tersebut.
- d. Membuat lubang diameter 1-1,5 cm di posisi atas drum.
- e. Menyambung pipa pemasukan isian (60 cm) yang telah dilengkapi corong pada salah satu lubang dengan membentuk sudut 30°, kemudian mengelasnya. Untuk memperkuat perlu ditopang dengan plat baja.
- f. Menyambung pipa pengeluaran buangan (60 cm) pada salah satu lubang dengan membentuk sudut 30°, kemudian dilas. Untuk memperkuat perlu ditopang dengan plat baja.

- g. Menyambung pipa pengeluaran gas dengan cara dilas pada lubang berdiameter 1-1,5 cm.
- h. Memasang Manometer di sebelah pipa pengeluaran gas.

2. Pembuatan tabung pengumpul gas

Tabung pengumpul gas dibuat terpisah dari tabung pencerna yang terdiri dari 2 drum. Drum 200 liter terbuka dan 100 liter terbuka. Drum yang memiliki volume 100 liter sebagai *floating drum* dan drum 200 liter sebagai tabung penyekat. Pembuatannya secara lengkap adalah sebagai berikut :

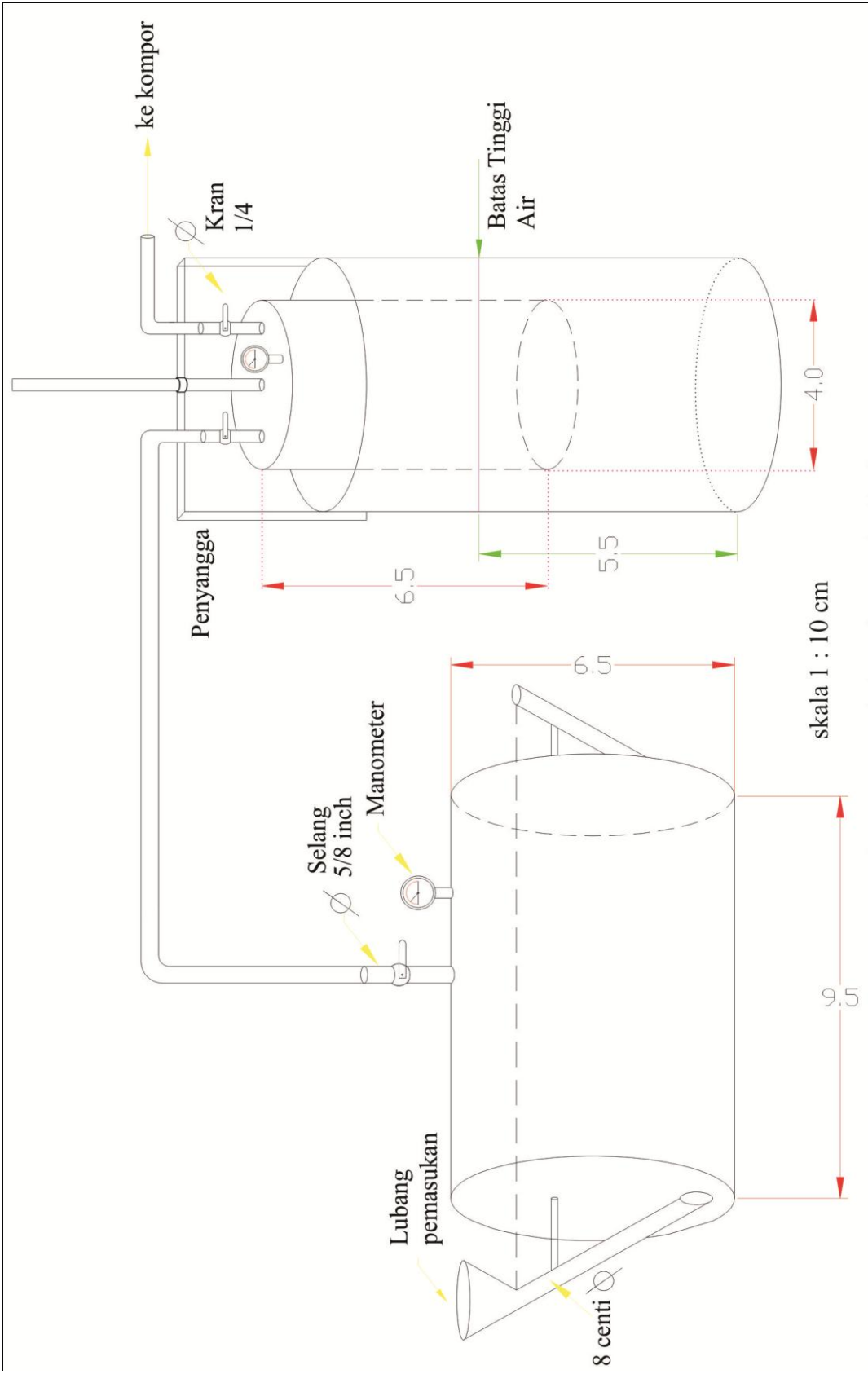
- a. Membuat 2 lubang berdiameter 1-1,5 cm pada tutup drum 100 liter.
- b. Menyambungkan pada kedua lubang tersebut dua pipa berdiameter 1-1,5 cm dengan cara dilas. Salah satu pipa untuk pemasukan gas dari tabung pencerna dan satu lagi yang telah dilengkapi dengan kran untuk pengeluaran gas.
- c. Mengelas pipa besi pada sisi tengah atas drum kecil.
- d. Memasukkan drum kecil ke dalam drum besar yang telah diisi dengan air setinggi 50 cm dari dasar drum.
- e. Membuat penyangga dari besi yang dilas pada drum besar yang berupa cincin tempat pipa besi di atas drum kecil.
- f. Menyambungkan drum kecil tersebut dengan manometer untuk mengetahui tekanan dalam tabung pengumpul.

D. Prinsip Kerja Alat

Cara mengoperasikan alat ini cukup sederhana. Setelah perlengkapannya siap digunakan, yang perlu dilakukan adalah membuat isian dari kotoran ternak. Kebutuhan awal isian untuk alat ini sekitar 140 liter. Isian sebanyak itu terdiri dari 56 liter kotoran ternak sapi yang dicampur dengan sekitar 84 liter air. Selanjutnya, isian yang telah dibuat dimasukkan kedalam tabung pencerna. Cara penggunaan secara lengkap adalah sebagai berikut :

1. Membuat isian dengan mencampurkan kotoran sapi segar dengan air, perbandingan 1 : 1,5. Mengaduk kotoran sapi sampai merata kemudian menyaring campuran tersebut sambil membuang benda-benda keras yang mungkin tercampur.
2. Memasukkan isian yang telah siap ke dalam tabung pencernaan melalui pipa pemasukan isian. Pemasukan isian dihentikan setelah tabung pencernaan penuh yang ditandai dengan keluarnya buangan dari pipa buangan.
3. Membuka kran pengeluaran gas dan menghubungkan dengan pipa pemasukan gas tabung pengumpul dengan selang karet atau plastik yang telah disiapkan.
4. Menutup kran pengeluaran gas tabung pengumpul.
5. Setelah \pm 1 minggu, biasanya gas pertama mulai terbentuk yang ditandai dengan naiknya drum kecil (*floating drum*) pada tabung pengumpul.

Gas pertama yang dihasilkan masih bercampur dengan udara sehingga belum dapat digunakan karena mudah meledak. Gas pertama ini perlu dibuang dengan membuka kran pengeluaran gas pengumpul. Setelah gas pertama habis yang ditandai dengan turunnya ketinggian drum pengumpul, kran gas pengumpul ditutup kembali. Gas yang terbentuk kemudian sudah dapat dipakai untuk beberapa kebutuhan.



skala 1 : 10 cm

Gambar III.1 Rangkaian Alat Penghasil Biogas

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Performansi Alat

Alat penghasil biogas model terapung ini terbuat dari bahan yang murah dan mudah didapat, yaitu terbuat dari tangki besi yang biasa digunakan sebagai tempat penyimpanan minyak tanah. Alat ini terdiri atas tiga komponen utama, yaitu:

- Tangki pencerna (*biodigester*)
- Tangki pengumpul gas
- Tangki penyekat

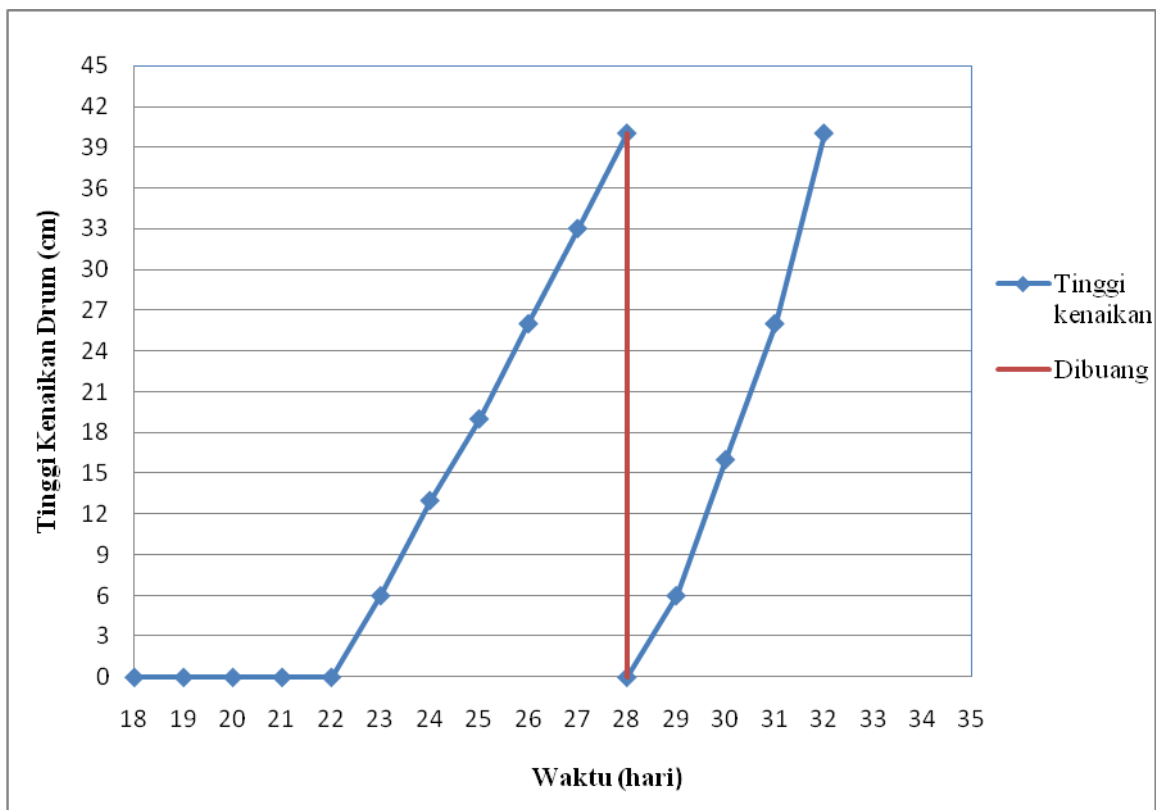
Alat penghasil biogas model terapung ini bekerja dengan cara memasukkan bahan isian (kotoran sapi) dengan perbandingan bahan isian dan air 1 : 1,5 dengan komposisi 56 liter kotoran ternak sapi yang dicampur dengan sekitar 84 liter air melalui saluran pemasukan (satu buah digester). Campuran bahan dan air diaduk terlebih dahulu secara merata agar pemasukan bahan ke digester dapat berlangsung baik, kemudian menyaring campuran tersebut untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang terikut ataupun jerami. Pada lubang saluran pemasukan dan pengeluaran ditutup untuk mengkondisikan digester *anaerob*.

Produksi gas hasil fermentasi *anaerob* oleh *biodigester* mulai pada hari ke-23. Gas yang dihasilkan dengan sendirinya mengalir ke tangki penampung gas. Massa tangki pengumpul dapat terangkat dengan semakin bertambahnya produk biogas dengan memanfaatkan gaya dorong air yang ada pada tangki penyekat.

Secara konstruksi alat ini termasuk dalam jenis *floating drum*, karena produksi gas yang dihasilkan dari tangki pencerna memiliki tekanan yang cukup untuk mengapungkan tangki pengumpul.

B. Tinggi Kenaikan Drum

Drum menggunakan sistem *floating* atau terapung dengan memanfaatkan sebuah drum 100 liter yang dapat naik ketinggiannya jika terisi oleh gas. Hal ini bisa digunakan untuk mengetahui volume gas yang terbentuk di dalam drum *floating*. Tabel IV.1 menunjukkan tinggi kenaikan drum mulai hari ke-18 sampai hari ke-32.



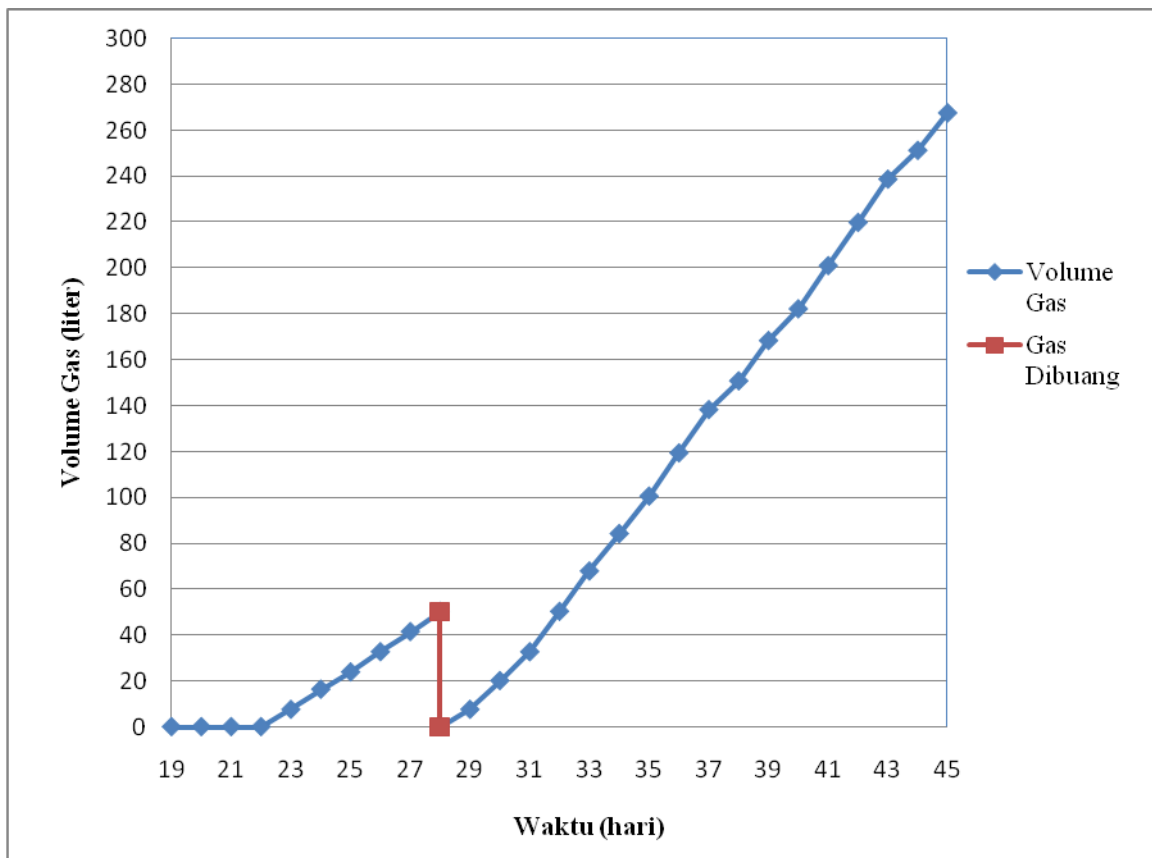
Gambar IV.1 Grafik Hubungan antara Waktu (hari) vs Tinggi Kenaikan Drum (cm)

Tabel IV.1 menunjukkan bahwa mulai hari ke-23 gas mulai terbentuk dengan ditandai tinggi drum mulai naik sebesar 6 cm, lalu pada hari ke-28, tinggi drum telah mencapai 40 cm. Tinggi tersebut merupakan tinggi maksimal yang dapat dicapai, drum hanya bisa naik hingga ketinggian 40 cm karena terhalang oleh penyangga. Jika gas tidak dibuang maka tekanan dalam tabung pengumpul akan naik dan menyebabkan air di sekitar tangki pengumpul naik.

Pada hari ke-29 gas mulai terbentuk kembali. Ketinggian drum pada hari ke- 29 sebesar 6 cm dan membutuhkan waktu 4 hari untuk menaikkan drum setinggi 40 cm. Namun setelah hari ke 32, kecepatan produksi gas mulai terlihat konstan. Untuk menaikkan tinggi drum sebesar 40 cm hanya memakan waktu selama 3 hari.

C. Volume Biogas

Perubahan volume pada alat penghasil biogas ini dimulai pada hari ke-23. Penampung gas telah mengalami kenaikan. Volume gas yang dihasilkan oleh dua buah *biodigester* adalah ± 16 liter/hari yang dapat diketahui dari tinggi kenaikan drum pengumpul gas. Jadi terhitung dari hari ke-29 sampai hari ke-45 (17 hari), total volume biogas adalah sekitar 267 liter.



Gambar IV.2 Grafik Hubungan antara Waktu (hari) vs Volume Biogas (liter)

Grafik IV.2 menunjukkan bahwa, pada hari ke-1 sampai ke-22 belum terjadi kenaikan volume gas yang ditandai dengan tidak naiknya ketinggian drum pengumpul gas. Pada hari ke-23 ketinggian drum mulai naik sebesar 6 cm. sampai hari ke-28 volume gas menjadi 50,24 liter. Gas yang telah terkumpul dibuang terlebih dahulu karena masih mengandung udara untuk menghindari ledakan gas jika bereaksi dengan oksigen. Pada hari ke-29 sampai hari ke-32 volume gas naik kembali menjadi 50,24 liter. Biogas sudah dapat digunakan untuk menyalakan kompor.

Gas sebesar 50,24 liter mampu untuk menyalakan kompor untuk memasak selama kurang lebih 7 menit dengan api sedang. Biogas akan terus dihasilkan oleh *biodigester* dengan rata-rata jumlah volume per hari sekitar ± 16 liter dihitung dari hari ke-29 sampai hari ke-45. Kebutuhan biogas untuk 1 keluarga (4 orang) sebesar 646 liter/hari dengan lama penggunaan biogas rata-rata 1,5 jam. Untuk kebutuhan tersebut, maka tiap keluarga yang memiliki 1 ekor sapi dapat memanfaatkan biogas sebagai bahan bakar rumah tangga. Tiap sapi mampu menghasilkan kotoran 20 kg per hari yang dapat menghasilkan biogas sebanyak 1-1,2 m³ dan dapat memenuhi kebutuhan memasak selama 2,32 – 2,78 jam.

D. Kecepatan Produksi Biogas

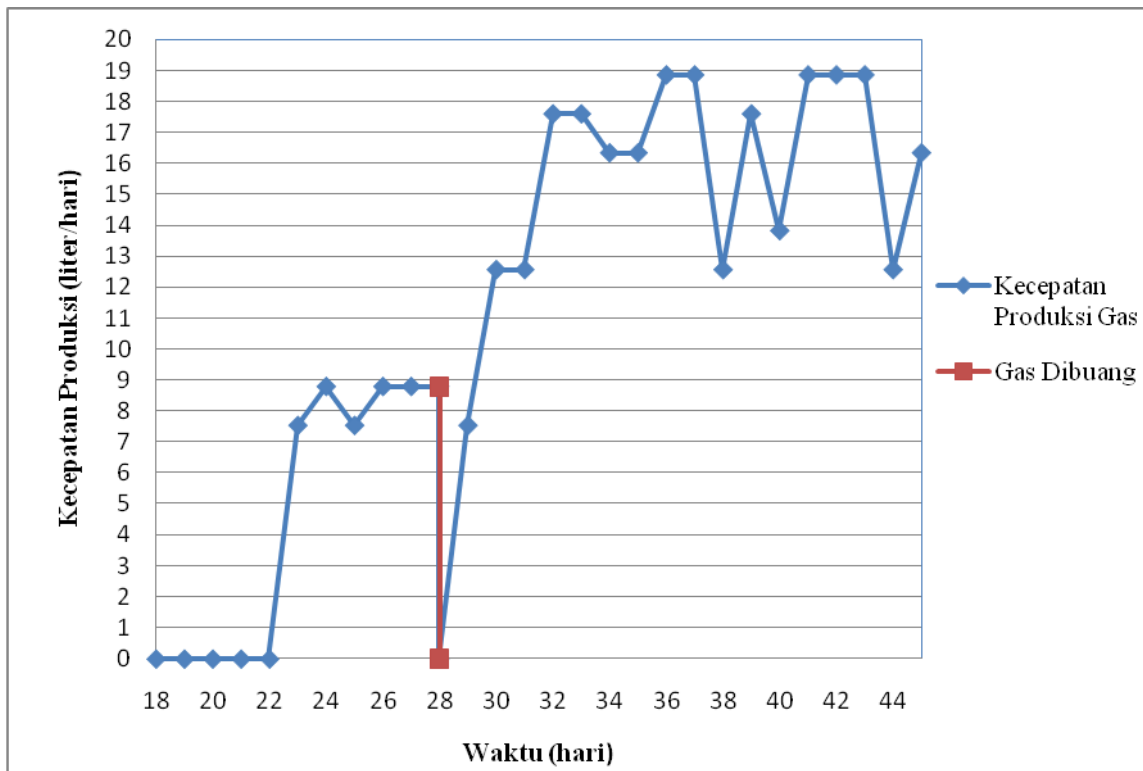
Kecepatan produksi biogas dibutuhkan untuk mengetahui banyaknya biogas yang dihasilkan oleh dua buah digester per hari. Selain itu, kecepatan ini juga digunakan untuk mengetahui lama waktu biogas diproduksi.

Dari data yang diambil dalam selang waktu satu bulan, kecepatan pembentukan biogas dapat dilihat pada grafik IV.3.

Grafik IV.3 menunjukkan bahwa, pada hari ke-1 sampai ke-22 tidak ada aktivitas produksi biogas. Hal ini disebabkan oleh adanya proses pemasakan dan pengembangan bakteri di dalam digester. Kran digester dalam kondisi tertutup untuk menjaga agar tidak ada udara yang masuk.

Pada hari ke-23, gas mulai terbentuk dengan kecepatan 7,5 liter/hari. Hingga hari ke-28 rata-rata kecepatan adalah $\pm 8,37$ liter/hari. Pada hari ke-28

gas dibuang terlebih dahulu karena kemungkinan masih ada udara yang bercampur dengan metana. Setelah itu, aktivitas produksi gas mulai berjalan hingga hari ke-45 dengan kecepatan berkisar ± 16 liter/hari.



Gambar IV.3 Grafik Hubungan antara Waktu (hari) vs Kecepatan (dV/dt)

E. Analisis Kandungan Metana dalam Biogas

Analisis kandungan metana dalam biogas dibutuhkan untuk mengetahui persen mol metana dalam biogas. Hasil analisis yang diambil dari Laboratorium Analisis Instrumen Universitas Gadjah Mada dengan menggunakan *Gas Chromatograph* didapat persentase metana sebesar 47% mol. Kandungan metana dalam biogas ini tidak sesuai dengan referensi yang dikemukakan oleh Juangga, 2007 yaitu sebesar 50-70%. Hal ini disebabkan karena:

1. Pengambilan sampel dalam keadaan terbuka (terkontaminasi)
2. Tidak adanya alat penangkap uap air untuk mengurangi kandungan H_2O dalam biogas

3. Faktor suhu (letak alat di tempat terbuka sehingga tidak terjaga suhu yang diinginkan)
4. Tidak melakukan pengecekan terhadap kondisi operasi digester (suhu dan pH)

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Pembuatan *biodigester* dapat dilakukan dengan cara yang sederhana dengan memanfaatkan alat yang mudah didapat dan biaya yang relatif murah dengan menggunakan drum pengumpul bertipe *floating drum*.
2. Biogas yang dihasilkan sebesar 16 liter/hari, dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti LPG. Namun belum mencukupi kebutuhan memasak untuk satu kepala keluarga, kebutuhan biogas rata-rata 646 liter/hari dengan lama penggunaan biogas selama 1,5 jam.
3. Analisis biogas dengan menggunakan *Gas Chromatograph* menunjukkan kadar metana sebesar 47 % mol.

B. Saran

1. Kapasitas *biodigester* perlu diperbesar karena produk biogasnya belum mencukupi kebutuhan untuk memasak.
2. Perlu dilakukan pengecekan terhadap suhu (20-30 °C), pH (6,6-7) dan pengadukan terhadap bahan baku dalam *biodigester* supaya kadar metana dalam biogas 50-70 %.
3. Biogas dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif maka dibutuhkan sosialisasi kepada masyarakat karena biaya yang digunakan cukup terjangkau. Jika satu keluarga (4 orang) memiliki 1 ekor sapi, kotorannya dapat dimanfaatkan sebagai penghasil biogas dengan volume 1-1,2 m³ yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan memasak setiap hari selama 2,32-2,78 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim ,2009, “Fermentasi” , <http://id.wikipedia.org/wiki/Fermentasi>
- Anonim ,2009, “Gas Encyclopaedia” , <http://www.airliquide.com/GasEncyclopaedia.html>
- Anonim ,2009, “Methanogenesis” , <http://id.wikipedia.org/wiki/Methanogenesis>
- Dinas Peternakan Jawa Tengah, 2008, “Daftar Jumlah Ternak” , www.jawa-tengah.co.id
- Erawati, T., 2009, ”Biogas Sebagai Sumber Energi Alternatif” , <http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2009/12/biogas-sebagai-sumber-energi-alternatif>
- Firdaus, I.U., 2009, “Energi Alternatif Biogas” , <http://www.migas-indonesia.com/index.php>
- Fitria, B., 2009, “Biogas” , <http://biobakteri.wordpress.com/2009/06/07/8-biogas>
- Juangga, 2007, “Proses *Anaerobic Digestion*” , USU Press : Medan
- Pambudi, A., 2008, “Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif” , <http://www.dikti.org/?q=node/99>
- Purnama, C., 2009, “Penelitian Pembuatan Prototipe Pengolahan Limbah Menjadi Biogas” , <http://www.sttal.ac.id/index.php/lppm/64-biogas>
- Saputro, R.R.,2004, ”Pembuatan Biogas Dari Limbah Peternakan” ,Undip Press : Semarang.
- Sufyandi, A., 2001, “Informasi Teknologi Tepat Guna untuk Pedesaan Biogas” , Bandung
- Suriawiria, Unus, H., 2002, “Menuai Biogas Dari Limbah” , <http://www.pikiran-rakyat.com/squirreml>
- Zachrayni, I., 2009, “Antisipasi Masyarakat Terhadap Krisis Energi” <http://al-khazanah.blogspot.com/2009/09/antisipasi-masyarakat-terhadap-krisis.html>