



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

KAJIAN PRODUKSI BIOGAS DENGAN BAHAN BAKU SAMPAH ORGANIK

SKRIPSI



**ASEP DIAN PRIMA
07 118 066**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2012**

**KAJIAN PRODUKSI BIOGAS DENGAN BAHAN BAKU
SAMPAH ORGANIK**

Oleh :

ASEP DIAN PRIMA
No. BP 07 118 066

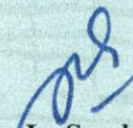
Menyetujui,

Pembimbing I



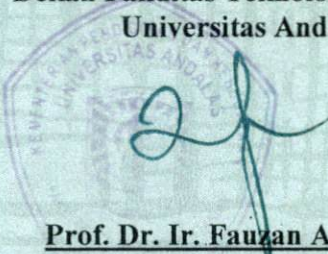
Prof. Dr. Ir. Santosa, MP
NIP. 19640728 198903 1 003

Pembimbing II



Dr. Ir. Sandra, MP
NIP. 19631231 199303 1 021

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Andalas



Prof. Dr. Ir. Fauzan Azima, MS
NIP. 19621205 199302 1 001

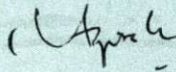
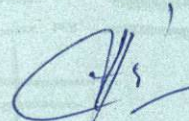
Ketua Program Studi Teknik Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Andalas

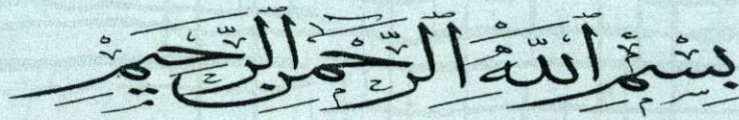


Moh. Agita Tjandra, Ph.D
NIP. 19610817 199903 1 001



**Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Panitia Sidang Ujian
Tugas Akhir Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Padang
pada tanggal 19 Juli 2012**

No.	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1.	Moh. Agita Tjandra, Ph.D	()	Ketua
2.	Mislaini. R, S.TP, MP	()	Sekretaris
3.	Prof. Dr. Ir, Santosa, MP	()	Anggota
4.	Dr. Ir. Sandra, MP	()	Anggota
5.	Delvi Yanti, S.TP, MP	()	Anggota



**"Bacalah dengan menyebut nama Tuhanmu yang menciptakan.."
(QS. Al-Alaq :1)**

Yang Utama Dari Segalanya...

Alhamdulillahirabbil'alamin...

Sembah sujud dan syukur kepada Allah SWT, atas taburan rahmat, karunia, cinta dan kasih sayang-Mu memberikanku kekuatan, kesabaran, ilmu dan memperkenalkanku dengan cinta sehingga hamba bisa melangkah sampai sejauh ini dalam kehidupan yang fana ini. Sholawat dan salam semoga selalu terlimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW.

Ibunda dan Ayahanda Tercinta

Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kepada Ibunda dan Ayahanda yang telah memberikan cinta dan kasih sayang, serta segala dukungan yang tanpa henti dan tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan satu karya kecil ini. Kupersembahkan karyaku yang tidak ada apa-apanya ini untuk ibunda Yurlimiati dan ayahanda Syafrianto.

Kuberdoa selalu semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada ibunda dan ayahanda berdua. Terima kasih atas semua pengorbanan yang telah ibunda dan ayahanda lakukan untuk anakmu ini...

Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibunda dan Ayahanda bahagia karna ananda sadar selama ini belum bisa berbuat yang lebih untuk membahagiakan Ibunda dan ayahanda, tapi yakinlah dalam hati ini telah tertancap tekad yang kuat walaupun ananda tahu takkan mampu ananda membalas kebaikan dan kebahagiaan yang telah ibunda dan ayahanda berikan.

My Brotha dan Sista

Untuk adik-adikku, tiada yang paling mengharukan saat kumpul bersama kalian. walaupun sering bertengkar tapi hal itu selalu menjadi warna yang tak akan bisa tergantikan. terima kasih atas doa dan bantuan kalian selama ini,

To my little bro, Ozi Dwinanda Putra...

Yang serius baraja yo, ji...!

Dunia campuz ndk samo jo maso sakola doh.

Ambil pengaruh yang baik saja, tinggalkan yang buruk!!!

to my little sist, Nicya Trinanda...

jarawek lah mulai bersemi nahi a, elok2 jo hati2 dalam pergaulan dihi, chayank.

Semoga jadi wanita yang tegar dan tabah,

Mudah-mudahan masa depan nanti lebih cerah dan ceria yang menantikan kebersamaan kita.

Dambaan hatiQ Rizka A. Ramadhani, SE...

Akhirnya jarak kita semakin dekat, hanya tinggal 1 langkah lagi, insyaallah... impian kita berdua bisa terwujud @_^, abng harap @de' bisa bersabar dikit lagi yhi. makasih atas semangat dan dukungan @de' dalam segala hal hingga karya kecil abng ini bisa diselesaikan. Tunggu y,s@y@ng...
I'll be there just for U !!!

My lecturers

Buat Bapak Prof. Dr. Ir. Santosa, MP dan Bapak Dr. Ir. Sandra, MP, terima kasih banyak atas nasehat, bimbingan dan dukungannya. Anakmu ini banyak merepotkan dan menyusahkan. Namun, anakmu ini akan berusaha lebih baik lagi dalam bersikap, bergaul dan bermasyarakat nanti.
Semoga rahmat dan karunia Allah SWT selalu bersama bapak, Amiiiiiiiiin...

My Nakamas

Hambur kehidupan kampus ini tanpa canda tawa dan curhatan dari kalian semua. Terima kasih atas kontribusi, ide dan kerjasama dari teman2. Untuk Sariadi (kompre se lah langsung, fufufu... dulu ambo saketek, broer), Nurwan "bakwan" (ang jan ilang2 taruih juo, karajo_an la TA tu lai), Fadli (nan sadang berGelora Asmara, haighaiqhaiq... cari la karajo lai), Ilham, S.TP (yuang, wisuda jo den jadinyo, mokasi support-nyo),

Untuq kawan2 seperjuang_an TEP '07, Reno R, S.TP jo M. Iqbal A, S.TP (mokasi banyak, broer... gamu akan selalu ada di hatiku, huahahaha... wuueaaakk), Hendri D. Saputra, S.TP (mas Dwi, akhirx kita divonis STP seumur hidup jg, fufufu...), Ferini A, S.TP (bagi2 tmn2 yg mau sminar ato kompre, hubung_i j tmn kita ini, dijamin masalah konsumsi rebessss, fufu...), mokasi banyak_yo, Ka) Wenda A, S.TP, bang Imran R, S, S.TP, Faisal W, S.TP, Reinnaass A.G, S.TP, Shinta A, S.TP, Yuhelmi, S.TP, Rini Asnova, S.TP, Ratna Y, S.TP, Bismil K, S.TP, Fitriyatul U, S.TP, Mina A, S.TP, Yezi L, S.TP, Deni S, S.TP, Ibrahim H, S.TP, Anita R, S.TP, bang Bayu B. Putra, S.TP, bang Bobbi Sandi, S.TP and bang Aulia A, S.TP.

Ini bukan merupakan akhir perjuangan, tapi batu loncatan untuk mewujudkan mimpi-mimpi yang selama ini menjadi semangat kita untuk terus berjuang. Tetap jaga tali silaturahmi kita yah, guys !!!

Tetap semangat dan terus berjuang, bagi teman2 lain, Rini A, Desmanora, M. Arif (sanak, doa_an bia qito bisa sakampuang capek2 yo?), Hamdi W, Asra F, Alfata, Alfi H, Ihsan, M. Ilham, Yose A, M. Subhan P, Dayat A, Dani, Parwanto, Dirto S, M Zaini Chian. (bagi yang namanya tidak tercantum, harap maklum... volume otak ane udah hampir penuh, fufu...)

Tetap gigih mencapai apa yang kita inginkan !!!

O iya untuk adik2 BP '08, '09 dan '10, cepat menyusul yah. Terima kasih atas semuanya !!!
Untuk teman2 Mande Clan, semua yang kita lalui bersama merupakan pengalaman yang berharga
Akhirnya tittle 'BP Gaek' bisa diserahkan juga buat adik2 '08. Ba a Andika A, Andra, Litok, Romy, Riky, Anggi...? Lai aman2 se kps2-an ?
terima kasih juga untuk pak koz and buk koz Mande Clan and koz pink,

Teruslah berusaha walau sekelilingmu meragukan kamu.

Teruslah tersenyum karena orang-orang yang kamu sayang menginginkan senyummu.

Teruslah bersinar untuk mereka yang ada di kegelapan.

Teruslah melangkah karena orang-orang yang menyayangimu akan selalu menopangmu.

Dan percayalah Tuhan tidak akan mengubah nasib kaumnya tanpa usaha kaum itu.



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada 01 September 1989 di Solok. Penulis bertempat tinggal di Aia Taganang, Jorong Sawah Sudut, Nagari Salayo, Kecamatan Kubung, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat. Penulis adalah anak pertama dari tiga orang bersaudara, putra dari pasangan Syafrianto dan Yurlimiati.

Pendidikan formal penulis di mulai di SD Negeri 08 Sawah Sudut Salayo pada tahun 1995 dan lulus pada tahun 2001. Penulis melanjutkan pendidikan ke SLTP Negeri 2 Gunung Talang hingga tahun 2004 kemudian berlanjut ke SMA Negeri 1 Gunung Talang hingga tahun 2007. Tahun 2007 penulis mendapat kesempatan melanjutkan pendidikan Program Strata I di Universitas Andalas Padang melalui jalur Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB) 2007. Penulis memilih Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian dari tahun 2007 hingga tahun 2012.

Semasa kuliah, penulis pernah menjabat sebagai asisten Instrumentasi (2008-2009) di Laboratorium Teknik Pasca Panen, Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Padang.

Padang, September 2012

Asep D Prima

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya dan dengan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW yang merupakan panutan umat manusia di dunia.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada **Bapak Prof. Dr. Ir. Santosa, MP** selaku dosen Pembimbing I dan **Bapak Dr. Ir. Sandra, MP** selaku dosen Pembimbing II yang telah memberikan bantuan, arahan, nasehat, dan saran dalam penyusunan skripsi ini. Penulis juga berterima kasih kepada **Bapak Moh. Agita Tjandra, Ph.D, Ibu Mislaini. R, S.TP, MP** dan **Ibu Delviyanti, S.TP, MP** selaku dosen penguji skripsi. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada Bapak Dekan, Bapak Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Pertanian, Staf pengajar dan teman-teman mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian atas bantuan yang telah diberikan dan juga orang tua penulis yang tercinta yang telah memberikan kasih sayang dan dorongan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Semoga skripsi ini bermanfaat untuk pedoman dalam pelaksanaan penelitian nantinya dan dapat bermanfaat bagi kita semuanya. Amin.

Padang, September 2012

Asep D Prima

DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
ABSTRAK	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 LPG, LNG, dan Biodiesel.....	3
2.2 Sampah	4
2.3 Sampah Organik Sebagai Bahan Baku Biogas	4
2.4 Pemanfaatan Energi Biogas	6
2.5 Proses Pembentukan Biogas	6
2.6 Reaktor Biogas	7
2.7 Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Biogas	9
2.8 Gas Ideal	10
III. BAHAN DAN METODE.....	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Metode Penelitian.....	11
3.4 Persiapan Penelitian.....	13
3.5 Studi Parameter Fisika dan Kimia.....	14
3.5.1 Mengetahui Waktu Mulainya Menghasilkan Biogas	14
3.5.2 Mengetahui Volume dan Tekanan Biogas yang Dihasilkan	14
3.5.3 Energi yang Dihasilkan oleh Biogas.....	15
3.5.4 Suhu Lingkungan dan Kelembapan Relatif	15

3.5.5 Produktivitas Biogas	15
3.5.6 Derajat Keasaman Bahan Baku (pH).....	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Mengetahui Waktu Mulainya Menghasilkan Biogas	16
4.2 Volume dan Tekanan Biogas yang Dihasilkan	16
4.3 Kelembapan Relatif dan Suhu Lingkungan	19
4.4 Energi yang Dihasilkan.....	21
4.5 Derajat Keasaman Bahan Baku (pH)	22
4.6 Produktivitas Biogas yang Dihasilkan.....	23
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	24
5.1 Kesimpulan	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN.....	27

DAFTAR TABEL

Tabel	<u>Halaman</u>
1. Komponen Penyusun Biogas	5
2. Waktu Mulai Menghasilkan Gas	16
3. Rata-Rata Suhu Bola Basah, Suhu Bola Kering dan RH.....	21
4. Energi yang Dihasilkan.....	22
5. Nilai pH Bahan Baku.....	22
6. Produktivitas Biogas yang Dihasilkan.....	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar	<u>Halaman</u>
1. Reaksi Kimia Gas Metana.....	5
2. Proses Pembentukan Biogas.....	7
3. Diagram Alir Pengamatan Produksi Biogas	12
4. Pertambahan Volume Biogas	17
5. Tekanan Gas.....	18
6. Suhu Lingkungan dan RH pada Perlakuan I.....	20
7. Suhu Lingkungan dan RH pada Perlakuan II.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	<u>Halaman</u>
1. Data Pengamatan Volume pada Perlakuan I.....	27
2. Data Pengamatan Volume pada Perlakuan II.....	28
3. Data Pengamatan Tekanan pada Perlakuan I.....	29
4. Data Pengamatan Tekanan pada Perlakuan II.....	30
5. <i>Psychrometric Chart</i>	31
6. Data Pengamatan Suhu dan RH pada Perlakuan I.....	32
7. Data Pengamatan Suhu dan RH pada Perlakuan II	33
8. Perhitungan Energi yang Dihasilkan dan Perhitungan Produktivitas pada Perlakuan I dan II	34
9. Dokumentasi	35

KAJIAN PRODUKSI BIOGAS DENGAN BAHAN BAKU SAMPAH ORGANIK

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2011 - Maret 2012 di Laboratorium Produksi dan Manajemen Alat Mesin Pertanian Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang. Tujuan penelitian ini adalah melakukan studi parameter fisika (menentukan waktu mulai menghasilkan gas, volume dan tekanan gas, suhu lingkungan, kelembaban relatif, dan energi yang dihasilkan biogas), sedangkan parameter kimia yang dikaji berupa pH awal dan akhir pengamatan. Penelitian ini dilakukan dengan 2 kali perlakuan. Perlakuan pertama menggunakan bahan baku campuran lobak dan sawi dengan perbandingan 1:1 seberat 70 kg dan perlakuan kedua menggunakan bahan baku sawi seberat 70 kg. Kedua perlakuan dicampur dengan 4 liter EM4 sebagai zat starter dan 70 liter air selama masing-masing 30 hari. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa untuk perlakuan pertama diperoleh energi biogas sebesar 554,4 kJ dan produktivitas sebesar 0,47 liter biogas / kg bahan baku, waktu pertama menghasilkan biogas pada hari ke- 9, suhu lingkungan 26,8 °C, kelembaban relatif sebesar 80,1 %, tekanan gas sebesar 456,1 Pa, pH awal 6,1, dan pH akhir 6,6. Pada perlakuan kedua diperoleh energi biogas sebesar 537,6 kJ dan produktivitas sebesar 0,42 liter biogas / kg bahan baku, waktu pertama kali menghasilkan biogas pada hari ke- 9, dengan suhu lingkungan 28,2 °C, kelembaban relatif 82,1 %, tekanan gas sebesar 436,2 Pa, pH, dan pH akhir 6,8.

Kata kunci : biogas, sampah organik, EM4, lobak, sawi

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia menghadapi masalah krisis energi dan peningkatan sampah. Krisis energi yang melanda negeri ini diperkirakan masih akan berlangsung beberapa tahun ke depan yang disebabkan oleh penggunaan energi dalam jumlah besar, sedangkan energi tersebut semakin menipis. Oleh karena itu, akan terjadi kelangkaan untuk mendapatkannya. Dengan kata lain, pada akhirnya akan menyebabkan krisis energi. Penggunaan energi dari bahan bakar fosil seperti BBM (bahan bakar minyak) dan gas elpiji ternyata memiliki efek yang patut dipertimbangkan. Hal ini disebabkan oleh penggunaan bahan bakar ini semakin besar, tetapi proses terbentuknya bahan bakar ini memerlukan waktu yang sangat lama hingga ratusan tahun lamanya.

Jika penggunaan bahan bakar ini semakin bertambah besar, maka bisa diprediksikan dalam waktu yang tidak lama lagi bahan bakar ini bisa menipis dan bahkan habis. Untuk mengantisipasi dampak tersebut perlu adanya energi alternatif baru yang dapat diperbaharui dalam waktu yang singkat dan dapat dilakukan oleh semua orang. Jumlah sampah di Indonesia sangat besar. Khusus untuk sampah rumah tangga jumlah yang dihasilkan pada tahun 2020 diperkirakan akan meningkat 5 kali lipat. Peningkatan tersebut bukan saja karena pertambahan penduduk tetapi juga karena meningkatnya timbunan sampah per kapita yang disebabkan oleh perbaikan tingkat ekonomi dan kesejahteraan. Diperkirakan setiap orang menghasilkan sampah organik sekitar setengah kilogram per hari (Sudrajat, 2006).

Penerapan teknologi energi alternatif telah banyak digunakan pada saat ini, terutama biogas. Banyak orang menyangka teknologi biogas ini rumit dan butuh biaya yang besar. Namun, kenyataannya pendapat tersebut tidak benar karena pembuatan reaktor biogas bisa dengan menggunakan bahan dan alat yang ada di lingkungan sekitar. Selain mudah dilakukan dan biaya pembuatan reaktornya murah, teknologi biogas juga bisa menekan angka penyebaran sampah karena sampah bisa digunakan sebagai bahan baku biogas, yaitu sampah organik.

Penelitian tentang penerapan biogas dengan bahan baku sampah organik ini telah dilakukan sebelumnya, seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Sirin Fairus, Salafudin, Lathifa Rahman dan Emma Apriani dari Institut Teknologi Nasional, Bandung pada tahun 2011 dengan judul penelitian Pemanfaatan Sampah Organik Secara Padu Menjadi Alternatif Energi : Biogas dan *Precursor* Briket dan penelitian oleh M. Syarif dari Universitas Muhammadiyah, Malang pada tahun 2009 dengan judul Perancangan Alat Penangkap Gas Methan Dari Sampah Menjadi Biogas.

Jadi, dengan penerapan teknologi biogas, minimal pada masing-masing rumah tangga bisa menjawab menjadi salah satu solusi ketergantungan penduduk Indonesia terhadap energi yang semakin sulit didapat dan semakin mahal. Selain itu, penerapan teknologi ini dapat mengurangi tingkat penyebaran sampah sehingga lingkungan bersih dan sehat. Pengembangan biogas di daerah-daerah yang berpotensi untuk memproduksinya juga merupakan suatu langkah untuk membuka lapangan kerja baru

Oleh karena masalah sampah yang semakin hari semakin mengkhawatirkan dan masalah energi yang semakin langka dan mahal dari hari ke hari, maka penulis ingin melakukan penelitian yang berjudul **Kajian Produksi Biogas dengan Bahan Baku Sampah Organik.**

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk melakukan studi parameter fisika dan kimia biogas, yaitu menghitung waktu mulai pertama kali menghasilkan gas, besarnya volume dan tekanan gas, suhu dan RH lingkungan, energi yang dihasilkan, produktivitas biogas yang dihasilkan, dan pH bahan baku.

1.3 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui waktu mulainya menghasilkan gas, suhu dan RH lingkungan, volume dan tekanan gas, energi dan produktivitas biogas, dan pH bahan baku. Secara umum, penelitian ini dapat menjadi salah satu solusi dalam memecahkan masalah sampah dan krisis energi. Karena bahan dan cara pembuatan alat tergolong cukup mudah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 LPG, LNG , dan Biodiesel

Elpiji (*Liquefied Petroleum Gas/ LPG*) merupakan campuran dari berbagai unsur *hydrocarbon* yang berasal dari penyulingan minyak mentah dan berbentuk gas. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya, gas berubah menjadi cair, sehingga dapat disebut sebagai bahan bakar gas cair. Komponennya didominasi propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}). Elpiji juga mengandung *hydrocarbon* ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana (C_2H_6) dan pentana (C_5H_{12}). Dalam kondisi atmosferis, Elpiji berupa gas dan dapat dicairkan pada tekanan diatas 5 kg/cm^2 . Volume Elpiji dalam bentuk cair lebih kecil dibandingkan dalam bentuk gas untuk berat yang sama. Karena itu elpiji dipasarkan dalam bentuk cair. Sifat lain elpiji lebih berat dibanding udara, karena butana dalam bentuk gas mempunyai berat jenis dua kali berat jenis udara (http://www.jurnalinsinyurmesin.com/index.php?option=com_content&view=article&id=50, 2012)

LNG (*Liquified Natural Gas*) adalah gas alam yang dicairkan, yang komposisi kimia terbanyaknya adalah metana, lalu sedikit etana, propana, butana dan sedikit sekali pentana dan nitrogen. LNG biasanya di pakai di Industri sebagai bahan bakar. LNG adalah gas alam yang didinginkan lalu di kondensasikan menjadi *liquid* (cair). Kandungan utama dari LNG adalah metana dengan sedikit ethana, propana, Iso-butana, normal-butana, iso pentana⁺, serta kandungan-kandungan H_2S . Pada umumnya LNG disimpan pada temperatur yang sangat rendah yaitu $-150 \text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan 17 bar.g. LNG adalah gas metana yang dicairkan, sedangkan LPG adalah gas propana atau butana yang dicairkan. (http://www.jurnalinsinyurmesin.com/index.php?option=com_content&view=article&id=50, 2012).

Biodiesel adalah senyawa mono alkil ester yang diproduksi melalui reaksi transterifikasi antara trigliserida (minyak nabati, seperti minyak sawit, minyak jarak dll) dengan metanol menjadi metil ester dan gliserol dengan bantuan katalis basa. Biodiesel mempunyai rantai karbon antara 12 sampai 20 serta mengandung oksigen Biodiesel dapat digunakan sebagai bahan bakar pada mesin yang

menggunakan diesel sebagai bahan bakarnya tanpa memerlukan modifikasi mesin. Biodiesel tidak mengandung petroleum diesel atau solar (<http://www.indobiofuel.com/biodiesel%20utama.php>, 2012).

2.2 Sampah

Sampah dikatakan mempunyai nilai negatif karena penanganan untuk membuang dan membersihkannya memerlukan biaya yang cukup besar dan dapat mencemari lingkungan. Penumpukan sampah yang meningkat tiap tahun, membuat beberapa tempat umum dijadikan sebagai tempat pembuangan sampah. Hal ini menjadi sangat penting ketika tatanan kota terlihat tidak enak untuk dilihat. Pemerintah daerah harus lebih tegas dalam menanggapi persoalan yang sering dihiraukan ini (Ramadhan, 2009).

Setiap hari pasar tradisional rata-rata menghasilkan sampah organik sebanyak 5 ton. Dari 5 ton sampah organik yang dicampur air dengan perbandingan 1:1, maka setiap hari dapat menghasilkan 0,9-1,8 m³ biogas. Dengan hasil tersebut, bisa disimpulkan biogas dapat digunakan paling tidak oleh 10 warung di sekitar pasar dan menghasilkan sekitar 2 ton pupuk organik padat. Dengan menjadikan pasar tradisional lebih bersih dan sehat, maka akan mempertahankan keberadaan pasar tradisional yang semakin menurun sekitar 8,1 % per tahun akibat terdesak pasar modern (Wahyuni, 2008).

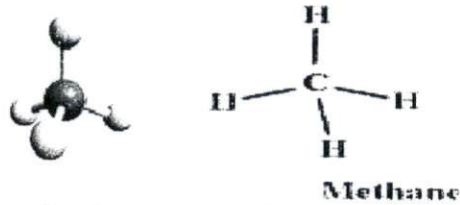
2.3 Sampah Organik Sebagai Bahan Baku Biogas

Biogas merupakan *renewable energy* yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar yang berasal dari fosil seperti minyak tanah dan gas alam (Houdkova *et al.*, 2008). Biogas juga sebagai salah satu jenis bioenergi yang didefinisikan sebagai gas yang dilepaskan jika bahan-bahan organik seperti kotoran ternak, kotoran manusia, jerami, sekam, dan daun-daun hasil sortiran sayur difermentasi atau mengalami proses metanisasi (Hambali, 2008).

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 (Firdaus, 2009).

Menurut Murjito (2008), nilai kalori dari 1 m³ biogas adalah sekitar 6.000 watt/jam 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 ataupun bahan-bahan lain yang berasal dari fosil. Gambar reaksi pada gas metana dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber : Murjito (2008)

Gambar 1. Reaksi Kimia Gas Metana

Menurut Bacracharya (1985), biogas yang terbentuk dapat dijadikan bahan bakar karena mengandung gas metana (CH₄) dalam persentase yang cukup tinggi. Komponen biogas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Penyusun Biogas

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

Sumber : Bacracharya, dkk., 1985

Sebagai pembangkit tenaga listrik, energi yang dihasilkan oleh biogas setara dengan 60 – 100 watt lampu selama 6 jam penerangan. Kesetaraan biogas dibandingkan dengan bahan bakar lain, yaitu 1 m³ biogas sama dengan 0,46 kg elpiji, 0,62 liter minyak tanah dan 0,52 liter solar (Wahyuni, 2008).

Pemanfaatan biogas sebagai sumber energi pada industri kecil berbasis pengolahan hasil pertanian dapat memberikan pengaruh positif dan dapat menjadi penggerak dinamika pembangunan pedesaan. Selain itu, dapat juga dipergunakan untuk meningkatkan nilai tambah dengan cara pemberian *green labelling* pada

produk-produk olahan yang diproses dengan menggunakan *green energy* (Widodo dkk., 2006).

2.4 Pemanfaatan Energi Biogas

Energi biogas sangat potensial untuk dikembangkan saat ini, dengan alasan regulasi di bidang energi seperti kenaikan tarif listrik, kenaikan harga LPG, premium, minyak tanah, minyak solar, minyak diesel dan minyak bakar telah mendorong perkembangan sumber energi alternatif yang murah, berkelanjutan dan ramah lingkungan (Nurhasanah *et al.*, 2006).

Menurut Murjito (2008), tujuan utama pembuatan biogas adalah untuk mengisi kekurangan atau mensubstitusi sumber energi alternatif sebagai bahan bakar keperluan rumah tangga, terutama untuk memasak dan lampu penerangan. Selain itu, dapat digunakan untuk menjalankan *generator* untuk menghasilkan listrik dan menggerakkan motor bakar. Seperti terlihat pada Tabel 2, walaupun kandungan kalornya relatif rendah dibanding dengan gas alam, butana dan propane, tetapi masih lebih tinggi dari gas dan batubara. Selain itu, biogas ramah lingkungan, karena sumber bahannya memiliki rantai karbon yang lebih pendek bila dibandingkan dengan minyak tanah, sehingga gas CO yang dihasilkan relatif lebih sedikit.

2.5 Proses Pembentukan Biogas

Menurut Murjito (2008), secara garis besar proses pembentukan biogas dibagi dalam tiga tahap, yaitu hidrolisis, asidifikasi (pengasaman) dan pembentukan gas metana.

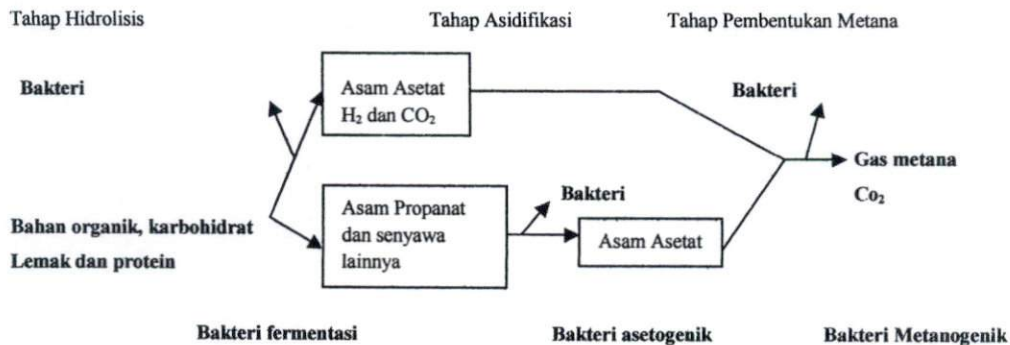
a. Tahap Hidrolisis

Pada tahap hidrolisis, bahan organik dienzimatik 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 (Murjito, 2008).

b. Tahap Asidifikasi (Pengasaman)

Menurut Murjito (2008), 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. Pembentukan asam pada kondisi anaerobik tersebut penting untuk pembentuk 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. Proses pembentukan biogas lebih lengkap dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Pembentukan Biogas

Sumber : Murjito, 2008

c. Tahap Pembentukan Gas Metana

Pada tahap ini bakteri metanogenik mendekomposisikan 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 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 (Murjito, 2008).

2.6 Reaktor Biogas

Menurut Badrussalam (2008), *digester* biogas di Indonesia sudah dikembangkan di berbagai daerah. Secara garis besar, *digester* yang dikembangkan ada empat tipe, yaitu :

1) Reaktor Kubah Tetap (*Fixed-Dome*)

Reaktor ini disebut juga reaktor Cina karena reaktor ini pertama kali dibuat di Cina sekitar tahun 1930-an. Pada reaktor ini memiliki dua bagian, yaitu

digester sebagai tempat mencerna material biogas dan sebagai rumah bagi bakteri pembentuk gas metana. Bagian ini dapat dibuat dengan kedalaman tertentu menggunakan batu, batubara atau beton. Strukturnya harus kuat karena menahan gas agar tidak terjadi kebocoran. Bagian yang kedua adalah kubah tetap (*Fixed-Dome*) karena bentuknya menyerupai kubah dan bagian ini merupakan pengumpul gas yang tidak bergerak (*Fixed*) (Badrussalam, 2008).

Gas yang dihasilkan dari material organik pada *digester* akan mengalir dan disimpan di bagian kubah. Keuntungan dari reaktor ini adalah biaya konstruksi lebih murah daripada menggunakan reaktor terapung, karena tidak memiliki bagian yang bergerak menggunakan besi yang tentunya harganya relatif lebih mahal dan perawatannya lebih mudah, sedangkan kerugian dari reaktor ini adalah apabila terjadi gempa bumi mudah retak dan jika bocor sulit untuk diperbaiki (Badrussalam, 2008).

2) Reaktor Terapung (*Floating*)

Reaktor jenis terapung pertama kali dikembangkan di India pada tahun 1937 sehingga dinamakan dengan reaktor India. Memiliki bagian *digester* yang sama dengan reaktor kubah, perbedaannya terletak pada bagian penampung gas menggunakan peralatan bergerak dari drum. Drum ini dapat bergerak naik-turun yang berfungsi untuk menyimpan gas hasil fermentasi dalam *digester*. Keuntungan dari reaktor ini adalah dapat dilihat secara langsung volume gas yang tersimpan pada drum karena pergerakannya. Karena tempat penyimpanan yang terapung sehingga tekanan gas konstan, sedangkan kerugiannya 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 menggunakan tipe kubah tetap (Badrussalam, 2008).

3) Reaktor Balon

Reaktor ini menggunakan bahan plastik sehingga lebih efisien dalam penanganan dan perubahan tempat biogas. Reaktor ini terdiri dari satu bagian yang berfungsi sebagai *digester* sekaligus penyimpan gas masing-masing tercampur dalam suatu ruangan tanpa sekat. Material organik terletak di bagian bawah karena memiliki berat yang lebih besar dibandingkan gas yang akan

mengisi pada rongga atas. Kelemahan reaktor ini adalah mudah bocor, tetapi kelebihanannya adalah harganya lebih murah (Badrussalam, 2008).

4) Reaktor *Fiberglass*

Reaktor ini menggunakan bahan *fiberglass* sehingga lebih efisien dalam penanganan dan perubahan tempat biogas. Reaktor ini terdiri dari satu bagian yang berfungsi sebagai *digester* sekaligus penyimpanan gas yang masing-masing bercampur dalam satu ruangan tanpa sekat. Reaktor dari bahan *fiberglass* ini sangat efisien karena kedap, ringan dan kuat. Jika terjadi kebocoran, mudah diperbaiki atau dibentuk kembali seperti semula dan lebih efisien. Reaktor dapat dipindahkan sewaktu-waktu jika peternak sudah tidak menggunakannya lagi (Badrussalam, 2008).

2.7 Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Biogas

Bakteri pembentuk biogas memerlukan kondisi anaerobik sehingga alat yang dibutuhkan harus kedap udara. Sedikit saja terjadi kebocoran pada alat dapat menyebabkan kegagalan terbentuknya biogas. Selain itu, ada faktor lain yang dapat mempengaruhi produksi atau terbentuknya biogas, yaitu bahan baku, temperatur pencernaan, dan pengenceran bahan baku (Paimin, 1999).

a. Bahan Baku

Menurut Erawati (2009), *biodigester* harus tetap dijaga dalam keadaan anaerobik (tanpa kontak langsung dengan Oksigen). Oksigen yang memasuki *biodigester* menyebabkan penurunan produksi metana, karena bakteri berkembang pada kondisi yang tidak sepenuhnya *anaerob*.

Biogas akan terbentuk bila bahan bakunya berupa padatan berbentuk bubur halus atau butiran kecil. Agar pembentukan biogas berlangsung secara sempurna, maka bahan baku yang berupa padatan yang sulit dicerna sebaiknya digiling atau dirajang terlebih dahulu. Namun, bila bahan baku berbentuk padatan yang mudah dicerna, maka bahan baku tersebut dapat langsung dicampur dengan air secara merata. Kandungan padatan ini sebaiknya hanya 7-9 % (Paimin, 1999).

b. Temperatur Pencernaan

Menurut Erawati (2009), perkembangan bakteri sangat dipengaruhi oleh kondisi temperatur. Temperatur yang tinggi akan memberikan hasil biogas yang baik. Hal ini disebabkan pada umumnya bakteri metana merupakan bakteri

golongan mesofil. Bakteri ini hanya dapat hidup subur bila suhu di sekitarnya berada pada suhu kamar. Untuk itu, suhu pembentukan biogas harus disesuaikan dengan suhu kebutuhan bakteri metana. Suhu yang baik untuk proses pembentukan biogas berkisar antara 20-40 °C. Dengan demikian, harus dijaga agar suhu pembuatan biogas berada pada suhu optimum (Paimin, 1999).

c. Pengenceran Bahan Baku

Isian dalam pembuatan biogas harus berupa bubur. Bentuk bubur ini dapat diperoleh bila bahan bakunya mempunyai kandungan air yang tinggi. Bahan baku dengan kadar air yang rendah dapat dijadikan berkadar air tinggi dengan menambahkan air ke dalamnya dengan perbandingan tertentu sesuai dengan kadar bahan kering bahan tersebut. Jika terlalu banyak atau terlalu sedikit menambahkan air, maka akan berakibat biogas yang terbentuk tidak optimal. Isian bahan baku yang paling baik mengandung 7-9 % bahan kering. Pada keadaan ini proses pencernaan anaerobik akan berjalan baik (Paimin, 1999).

2.8 Gas Ideal

Gas ideal merupakan gas yang tenaga ikat antar molekulnya dapat diabaikan dengan persamaan: $PV = nRT$, dengan P = Tekanan (atm), V = Volume (liter), $R = 0,082$, T = Temperatur (Kelvin) dan n = mol gas. Makna persamaan ini bahwa tekanan dikalikan dengan volume gas ideal akan sebanding dengan jumlah mol gas ideal dikalikan dengan suhu dalam satuan Kelvin (www.nsaadah75.wordpress.com, 2012).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilakukan di Laboratorium Produksi dan Manajemen Alat dan Mesin Pertanian Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Padang mulai bulan Desember 2011 sampai dengan Maret 2012.

3.2 Alat dan Bahan

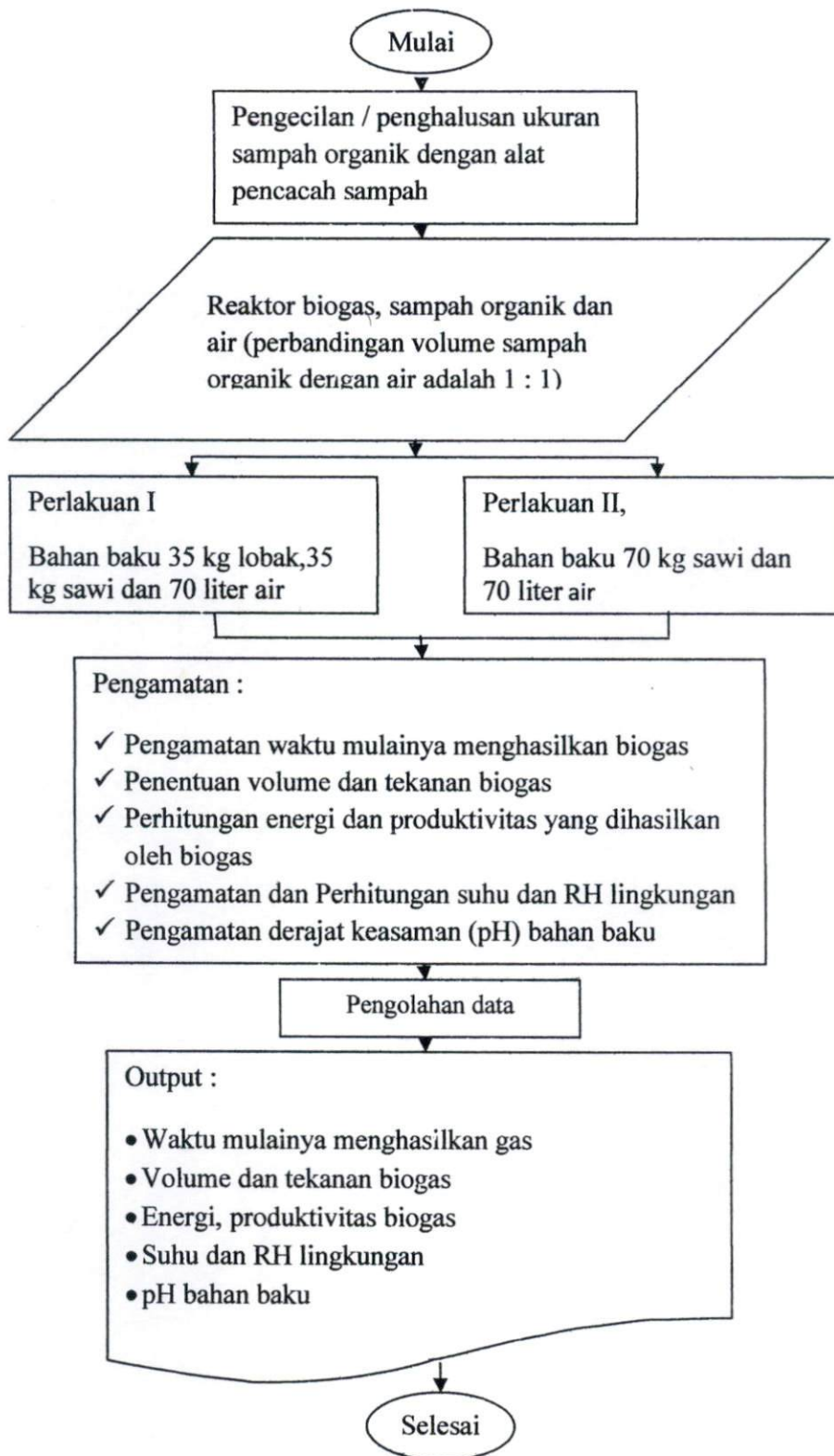
Peralatan yang diperlukan dalam pembuatan alat ini, yaitu 1 unit reaktor biogas, 2 buah thermometer, kapas, pisau, ember, karet dan plastik tebal.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 70 liter sampah organik yang telah halus, yaitu masing-masing campuran sawi dan lobak dan sawi, 70 liter air dan 8 liter EM4 (4 liter untuk masing-masing perlakuan).

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pengamatan suhu inkungan, RH lingkungan, volume dan tekanan gas, energi, produktivitas biogas yang dihasilkan, dan pH bahan baku. Sebelum melakukan pengamatan, terlebih dahulu dilakukan pemotongan ukuran bahan baku menggunakan pisau.

Reaktor biogas ini berupa tiga buah drum bekas yang di antaranya berfungsi sebagai drum pencerna, drum penyekat dan drum pengumpul biogas. Tangki pencerna dan tangki penyekat terbuat dari drum besi bervolume 200 liter dan tangki pengumpul berupa drum besi bervolume 120 liter. Tangki pencerna berfungsi sebagai tempat penampung dan tempat berlangsungnya proses fermentasi *anaerob* bahan baku. Tangki pengumpul berfungsi sebagai tempat penampung biogas yang telah terbentuk. Tangki penyekat berfungsi agar gas yang telah terbentuk dalam tangki pengumpul bisa dialirkan dari tangki pengumpul ke komponen pengguna biogas, seperti kompor biogas. Ketiga drum tersebut terhubung melalui selang karet untuk pendistribusian gas. Selang yang digunakan adalah selang kompresor yang kuat untuk mencegah terjadi kebocoran (Guska, 2009). Diagram alir pengamatan produksi biogas disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Pengamatan Produksi Biogas

3.4 Persiapan Penelitian

Pertama kali dilakukan pengujian alat yang bertujuan untuk melihat apakah alat sudah benar-benar dalam kondisi baik atau belum. Kalau terjadi kebocoran pada alat, maka proses dalam terbentuknya biogas akan terganggu, sebab dalam proses pembentukan biogas tidak boleh terjadinya kebocoran pada reaktor biogas.

Dalam tahap pengujian ini bahan baku yang digunakan adalah campuran sampah organik dengan air yang dicampur hingga rata dengan perbandingan sampah organik dan air yaitu 1:1 (Wahyuni, 2008). Penelitian ini dilakukan dengan 2 kali perlakuan, yaitu :

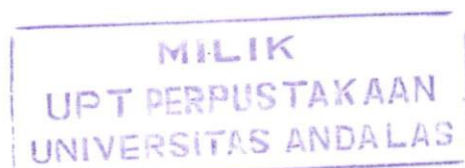
- a. Perlakuan pertama dengan campuran lobak dan sawi, perbandingan 1:1.
- b. Perlakuan kedua dengan bahan baku sawi.

1. Penyiapan Bahan Baku

- a. Bahan isian merupakan campuran sampah organik dan air dengan perbandingan 1:1. Sampah organik yang akan dijadikan bahan isian memiliki ukuran yang telah diperkecil dan tercampur rata dengan air serta bebas dari benda-benda keras lainnya seperti batu, kerikil, plastik dan sebagainya.
- b. Bahan bakunya berupa sampah organik pasar, yaitu campuran lobak dan sawi (masing-masing 35 kg) dan sawi (70 kg).
- c. Proses pengecilan ukuran bisa dengan pemotongan dengan pisau, penumbukan bahan baku atau manual dengan tangan sehingga ukurannya lebih kecil dan halus.

2. Pengisian Bahan Baku

- a. Penambahan zat starter ke dalam campuran bahan baku untuk mempercepat penguraian. Zat starter yang dipakai adalah EM4 sebanyak 4 liter untuk masing-masing perlakuan.
- b. Setelah bahan baku dikecilkan ukurannya, maka dimasukkan ke dalam tangki pencernaan kemudian air yang sudah dicampur dengan EM4 melalui pipa pemasukan.



- c. Kran pengeluaran pada bagian atas tabung pencernaan dibuka agar gas yang terbentuk nantinya dapat mengalir ke dalam tabung pengumpul.
- d. Tangki penyekat yang telah disiapkan tanpa tangki pengumpul kemudian diisi air dan kran pipa pada tangki pengumpul dipastikan dalam keadaan tertutup agar gas yang terbentuk dan tertampung nantinya tidak terbuang ke luar.

3.5 Studi Paramater Fisika dan Kimia

3.5.1 Mengetahui Waktu Mulainya Menghasilkan Gas

Pengamatan ini dihitung mulai dari hari pertama pemasukan bahan baku atau sampah organik ke dalam tabung reaktor. Gas yang mulai terbentuk dari hasil pencernaan bahan baku dalam tabung reaktor ditandai dengan terjadi kenaikan tangki pengumpul.

3.5.2 Mengetahui Volume dan Tekanan Biogas yang Dihasilkan

Pengamatan volume dan tekanan akan dilakukan setiap hari pada pukul 10.00 WIB selama satu bulan, yang diamati yaitu berapa kenaikan volume dan tekanan biogas dalam tangki pengumpul. Dipilih jam 10 pagi karena cenderung pada pagi hari suhu pada saat itu stabil (setara suhu kamar). Jika volume dan tekanan dalam tangki tersebut meningkat, maka gas yang dihasilkan semakin banyak, yaitu dengan persamaan :

$$V_{\text{gas}} = \pi \cdot r^2 \cdot t \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} V_{\text{gas}} &= \text{Volume Gas (liter)} \\ t &= \text{tinggi kenaikan tangki pengumpul (dm)} \\ r &= \text{jari-jari tangki pengumpul (dm)} \end{aligned}$$

Tekanan dihitung dengan rumus :

$$\text{Tekanan gas} = \frac{n}{10,33 \text{ m}} \times 101.325 \text{ Pa} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} n &= \text{beda tinggi kolom air (m)} \\ 10,33 \text{ m} &= 1 \text{ atm (10,33 m kolom air)} \end{aligned}$$

Dalam pengamatan tekanan yang terjadi dalam tangki pengumpul dapat dilihat dengan mengamati apakah sudah tangki pengumpul telah mengalami kenaikan.

3.5.3 Energi yang Dihasilkan oleh Biogas

Energi untuk mendidihkan air dapat dihitung dengan persamaan :

$$q = m \cdot c \cdot \Delta t \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

q	=	jumlah energi untuk mendidihkan air (joule)
m	=	masa air yang dididihkan (kg)
c air	=	panas jenis air (kalori/ kg °C)
Δt	=	selisih antara suhu didih dan suhu kamar (°C)

3.5.4 Suhu Lingkungan dan Kelembaban Relatif

Untuk menghitung suhu lingkungan rata-rata dapat diukur dengan thermometer. Datanya diambil selama produksi biogas tersebut yakni selama 30 hari. Pengamatan kelembaban Relatif (RH) dicari dengan menggunakan *Psychrometric chart*.

3.5.5 Produktivitas Biogas

Produktivitas (liter/bahan baku) didapatkan dengan rumus :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Volume Biogas(masing-masing perlakuan)}}{\text{Bahan Baku(140 kg)}} \dots\dots\dots(5)$$

3.5.6 Derajat Keasaman Bahan Baku (pH)

Untuk mengetahui seberapa besar derajat keasaman (pH) bahan yang terdapat dalam tabung reaktor, pengambilan sampel bahan baku yang akan diukur pH-nya dapat dilakukan pada saat produksi biogas akan terjadi dalam tabung reaktor atau pada hari pengamatan ke-30. Pengukuran pH bahan baku dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas, dengan menggunakan pH meter.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Mengetahui Waktu Mulainya Menghasilkan Gas

Data hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu Mulai Menghasilkan Gas

Bahan Baku	Waktu Mulai Menghasilkan Biogas (Hari ke-)
Lobak dan Sawi (perbandingan 1 : 1)	9
Sawi	9

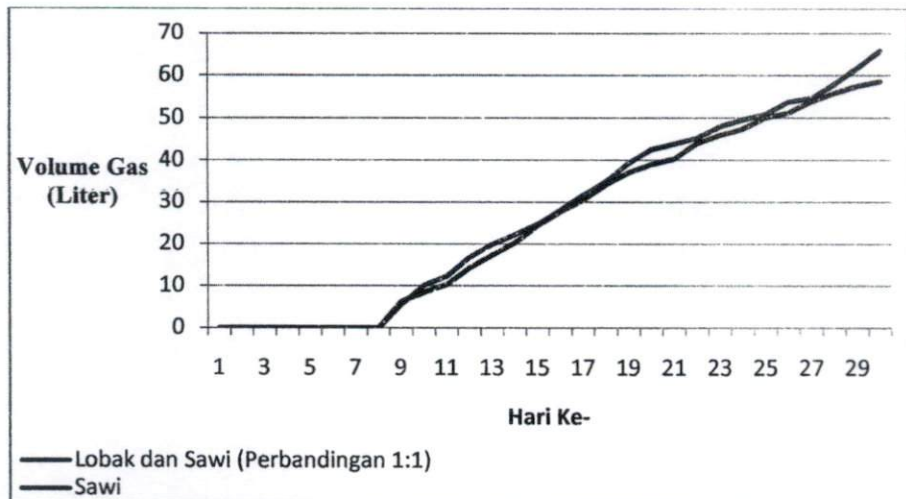
Berdasarkan Tabel 2, waktu mulai terciptanya gas untuk kedua perlakuan adalah sama, yaitu pada hari ke- 9. Apabila gas sudah mulai terbentuk atau dihasilkan, maka tangki pengumpul yang dimasukkan ke dalam tangki penyekat yang sudah diisi air sebelumnya akan terangkat akibat tekanan dari gas yang dialirkan ke dalam tangki pengumpul. Lama waktu untuk menghasilkan biogas sejak pemasukan bahan baku (campuran sampah organik dengan air) ke dalam tangki reaktor juga dipengaruhi oleh kadar air, pH bahan baku, dan suhu lingkungan. Waktu tinggal fermentasi adalah waktu yang dibutuhkan dalam proses fermentasi sampah organik pasar untuk menghasilkan gas. Waktu fermentasi yaitu 7 hari, 9 hari, 12 hari, 15 hari, 18 hari, dan 21 hari dan pada tahap awal proses fermentasi bakteri berkembangbiak untuk hidup dan menguraikan sampah organik (Khoirul dan Bunga, 2006).

Gas yang dihasilkan dengan sendirinya mengalir ke tangki penampung gas. Dengan memanfaatkan gaya dorong air yang ada pada tangki penyekat, maka massa tangki pengumpul dapat terangkat dengan semakin bertambahnya produksi biogas dan dengan adanya tekanan gas dari tangki pengumpul, maka gas dapat dialirkan ke kompor biogas (Lazuardy, 2008)

Waktu pertama kali menghasilkan biogas dengan bahan baku kotoran ternak adalah hari ke- 7 (Guska, 2009). Hal ini disebabkan pada kotoran ternak telah mengandung enzim selulase sebagai zat pengurai (dekompsitor) sehingga proses dekomposisi lebih cepat terjadi daripada bahan baku sampah organik yang memerlukan EM4 sebagai dekompositor.

4.2 Volume dan Tekanan Biogas yang Dihasilkan

Pengamatan volume dan tekanan dilakukan setiap pada hari pada pukul 10.00 WIB, dan pengamatan dilakukan selama 30 hari untuk masing-masing perlakuan. Grafik volume gas yang dihasilkan pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pertambahan Volume Biogas

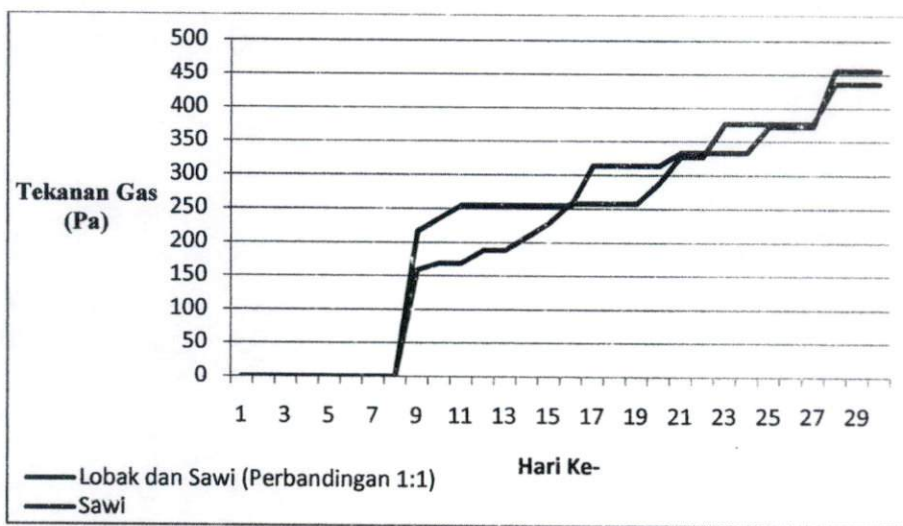
Pada Gambar 4, pada perlakuan I (bahan baku lobak dan sawi) terlihat pertambahan volume tertinggi terjadi pada hari ke- 9 sebesar 5,61 liter. Walaupun pertambahan volume terus meningkat, tapi setelah hari ke-9 pertambahan volume gas semakin mengecil. Hal ini disebabkan oleh gas yang tercipta pada tabung pencernaan semakin menipis sehingga volume tabung pengumpul mengalami penurunan. Data volume gas perlakuan I dapat dilihat pada Lampiran 1.

Pada perlakuan II (bahan baku sawi) volume mulai terbentuk pada hari ke- 9 dengan volume sebesar 6,33 liter. Data pengamatan volume gas dapat dilihat pada Lampiran 2. Jumlah volume biogas yang didapat untuk perlakuan I adalah 65,84 liter dan perlakuan II sebesar 58,60 liter. Dengan bahan baku kotoran ternak 180 liter dihasilkan volume sebesar 87,75 liter (Guska, 2009).

Walaupun relatif kecil, tetapi volume biogas kedua perlakuan pada Gambar 4 terus mengalami peningkatan hingga hari ke- 30. Tinggi rendahnya volume juga dipengaruhi oleh kapasitas tampungan bahan baku oleh reaktor. Semakin tinggi daya tampung reaktor, maka semakin besar volume yang dihasilkan. Begitu juga sebaliknya.

Menurut Fairus, Salafudin, Lathifa dan Emma (2011), suatu bahan untuk dapat terdistribusi dengan air tergantung pada ukuran partikel suatu bahan. Ukuran partikel yang kecil sangat mendukung dalam proses pelarutan bahan-bahan organik guna menguraikan zat organik tersebut menjadi asam organik yang kemudian dikonversi menjadi CH_4 dan CO_2 . Volume biogas yang besar belum dapat memastikan gas metana yang dihasilkan besar pula (Budihardjo, 2012)

Perubahan tekanan biogas pada kedua perlakuan secara garis besar mengalami peningkatan selama 30 hari pengamatan. Tekanan dapat dihitung dengan memasukkan data pengamatan beda tinggi kolom air pada tangki penyekat ke dalam rumus (2). Grafik tekanan biogas disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tekanan Gas

Pada Gambar 5, pada perlakuan 1 terlihat awal terjadi tekanan pada hari ke-9 sebesar 215,8 Pa dan pada hari ke-30 tekanan menjadi 456,1 Pa. Kalau dihubungkan dengan Gambar 4 terlihat bahwa seiring dengan meningkatnya volume, maka nilai tekanan juga meningkat. Hal ini dapat dibuktikan dengan melihat Gambar 5, yaitu volume dan tekanan sama-sama tercipta pada ke-9 dan selanjutnya nilai keduanya terus mengalami peningkatan. Hal ini terjadi karena peningkatan tekanan gas disebabkan oleh penambahan massa tangki pengumpul sehingga peningkatan massa menyebabkan tekanan semakin tinggi.

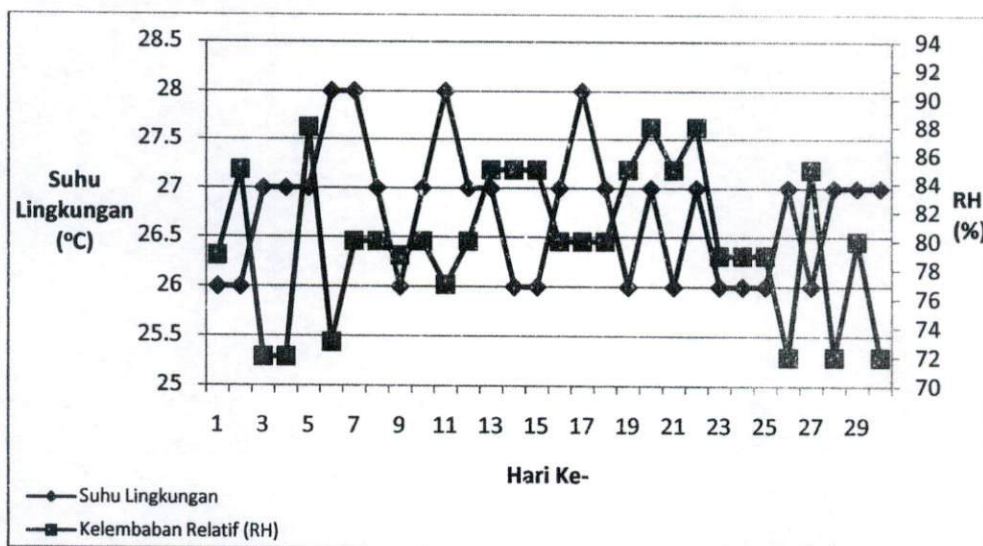
Pada perlakuan 2 terlihat tekanan mulai tampak pada hari ke-9 dengan nilai 158,6 Pa. Jika volume gas semakin bertambah, maka tekanan gas juga semakin tinggi dan sebaliknya. Namun, pada perlakuan 1 dapat dilihat pertambahan

tekanan pada hari ke-11 mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan tenaga atau tekanan yang lebih besar untuk mengangkat atau mendorong benda diawal kerja karena dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Data pengamatan tekanan gas berturut-turut pada perlakuan I dan II dapat dilihat pada Lampiran 3 dan 4.

4.3 Kelembaban Relatif dan Suhu Lingkungan

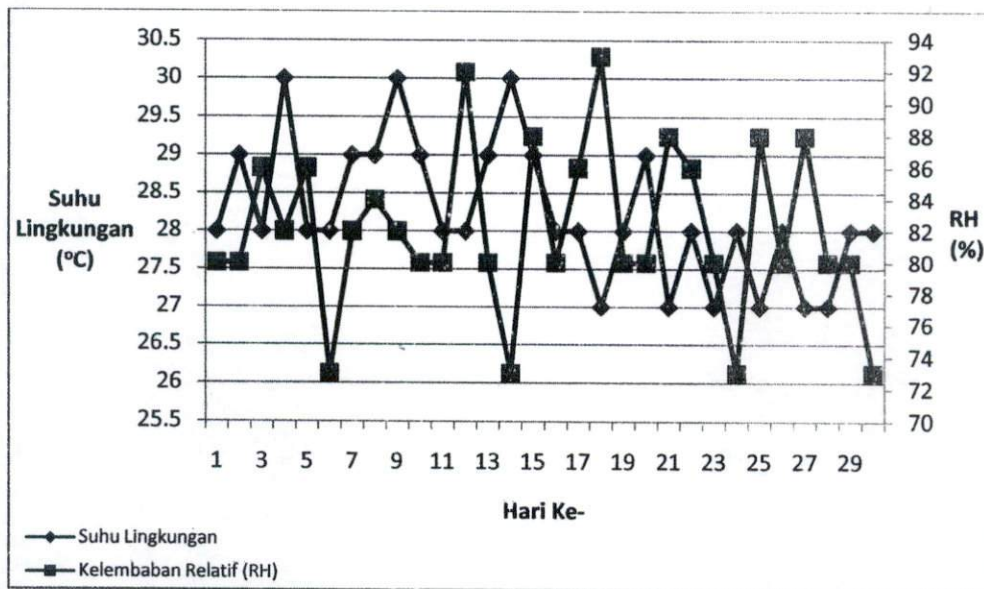
Hasil perhitungan kelembaban relatif (RH) dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai RH rata-rata perlakuan I adalah 80,1 % dan perlakuan II adalah 82,1 %. Nilai RH didapat dengan menggunakan memasukkan data suhu lingkungan ke dalam *Psychrometric chart* yang dapat dilihat pada Lampiran 5.

Pengamatan suhu lingkungan dilakukan pada pukul 10.00 WIB di sekitar reaktor biogas selama proses produksi biogas tersebut. Hasil pengamatan yang dilakukan selama 30 hari untuk 2 kali perlakuan dapat dilihat pada grafik suhu lingkungan selama produksi biogas pada Gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Suhu Lingkungan dan RH pada Perlakuan I

Pada Gambar 6, terlihat suhu lingkungan tertinggi sebesar 28 °C dan terendah sebesar 26°C. Nilai rata-rata suhu lingkungan adalah 26,8 °C. Nilai RH yang didapatkan untuk perlakuan 1 sebesar 80,1 %. Berdasarkan gambar 6 di atas, dapat dilihat perbedaan suhu tidak terlalu jauh, yaitu dari 26 – 28 °C. Data pengamatan suhu lingkungan dapat dilihat pada Lampiran 6. Grafik suhu lingkungan perlakuan II untuk selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Suhu Lingkungan dan RH pada Perlakuan II

Pada Gambar 7, terlihat suhu lingkungan yang paling tinggi adalah 30 °C dan terendah adalah 27 °C. Rata-rata suhu lingkungan adalah 28,2 °C. Nilai RH pada perlakuan II adalah 82,1 %. Data pengamatan suhu lingkungan pada perlakuan II dapat dilihat pada Lampiran 7. Pada perlakuan 2 rata-rata suhu lingkungannya lebih tinggi daripada perlakuan I, yaitu 28,2 °C. Hal ini karena cuaca pada saat pengambilan data perlakuan II lebih tinggi sehingga RH atau kelembaban relatif pada perlakuan II lebih rendah daripada perlakuan I.

Menurut Paimin (1999), suhu untuk proses pembentukan biogas yang baik berkisaran antara 20-40 °C, dengan suhu optimumnya 28-30 °C. Dengan demikian, dalam produksi biogas harus dijaga suhunya agar pembentukan biogas berada pada suhu optimum untuk menghasilkan biogas yang optimal selama produksi biogas. Dari perhitungan yang dilakukan, maka didapat nilai rata-rata suhu bola basah, suhu bola kering dan kelembapan relatif (RH) untuk ketiga perlakuan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata- Rata Suhu Lingkungan dan Kelembaban Relatif (RH)

Parameter Lingkungan	Perlakuan	
	I	II
Suhu Bola Basah (°C)	23,8	25,5
Suhu Bola Kering (°C)	26,8	28,2
RH (%)	80,1	82,1

Berdasarkan Tabel 3, dapat terlihat suhu bola basah dari kedua perlakuan berkisar 24°C dan suhu bola kering sekitar 27°C . Menurut Paimin (1999), suhu untuk proses pembentukan biogas yang baik berkisaran antara $20-40^{\circ}\text{C}$. Dengan demikian, dalam produksi biogas harus dijaga suhunya agar pembentukan biogas berada pada suhu optimum untuk menghasilkan biogas yang optimal selama produksi biogas. Dengan demikian, suhu lingkungan yang didapat merupakan suhu yang baik untuk pembentukan biogas.

4.4 Energi yang Dihasilkan oleh Biogas

Perhitungan energi yang dihasilkan oleh biogas dapat dihitung dengan mendidihkan air. Setelah dilakukan penelitian, maka jumlah air yang dapat dididihkan adalah sebanyak 2 kg di tiap perlakuan dengan suhu yang berbeda-beda. Data energi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Energi yang Dihasilkan

Perlakuan	Energi yang Dihasilkan (kJ)
I	554,4
II	537,6
Rata-Rata	546

Pada Tabel 4, dapat dilihat bahwa air sebanyak 2 kg tidak sampai mendidih atau hanya mencapai 93°C pada perlakuan I dan 92°C pada perlakuan II. Rata-rata energi yang dihasilkan dari 2 kali perlakuan adalah 546 kJ. Data pengamatan energi pada perlakuan I dan II berturut-turut disajikan pada Lampiran 8. Titik didih air dipengaruhi oleh ketinggian tempat melakukan pengujian dari permukaan laut, seperti contoh titik didih air akan berbeda apabila memasak air didataran rendah akan lebih tinggi titik didihnya dibandingkan memasak air didataran tinggi. Menurut Guska (2009), energi biogas yang didapatkan dari 180 liter bahan baku kotoran ternak adalah 10.017 kJ.

Gas metana tidak berbau dan tidak berwarna, dengan titik didih 162°C yang memproduksi api biru dan bisa terbakar dengan mudah. Densitas gas metan sekitar 0.75 kg/m^3 . Kandungan energi gas metan sebesar $39,8 \text{ MJ/m}^3$ atau setara dengan $11,06 \text{ kWh/m}^3$ (Exantas Tehnologie Alimentara, 2012).

4.5 Derajat Keasaman Bahan Baku (pH)

Pengukuran pH dilakukan pada hari pertama dan terakhir dengan menggunakan pH meter, hasil pengukuran nilai pH dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Nilai pH Bahan Baku

pH Bahan Baku	Perlakuan		
	I	II	Rata-Rata
pH Awal	6,1	6,3	6,2
pH Akhir	6,6	6,8	6,7

Sampel pengujian pH bahan baku diambil pada hari pengamatan yang ke-1 dan ke-30. Pada perlakuan pertama dengan bahan baku lobak dan sawi diperoleh pH awal sebesar 6,1. Selama pH masih dalam keadaan asam produksi biogas dan CH_4 akan terus berlangsung. Nilai pH yang baik untuk produksi biogas adalah di atas 6. Oleh karena itu, pH bahan baku biogas pada saat terjadinya produksi harus di atas 6, karna pH di bawah 6 produksi biogas tidak akan berjalan dengan optimal. Menurut Budihardjo (2012), proses *methanogenesis* dengan bakteri yang menggunakan CO_2 dan CO sebagai substrat sangat sensitif terhadap perubahan pH.

Derajat keasaman sangat berpengaruh terhadap kehidupan mikroorganisme. Pada tahap awal fermentasi, bahan organik akan terbentuk asam (asam organik) yang akan menurunkan pH. Untuk mencegah terjadinya penurunan pH dapat dilakukan dengan menambahkan larutan kapur (Ca(OH)_2 atau CaCO_3 (Simamora, 2006). Menurut Yunus (1987), pada proses fermentasi anaerobik sampah organik didominasi oleh tahap pembentukan gas metana (*methanogenesis*), yaitu *methanogenic bacteria* menjadi lebih efisien bekerja pada pH 6,2 – 7,8.

Pada minggu pertama sampai kedua terjadi proses hidrolisis yang mengindikasikan tingginya aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisi bahan organik polimer menjadi monomer yang mudah larut dilakukan oleh sekelompok bakteri fakultatif (Sudrajat, 2006).

4.6 Produktivitas Biogas yang Dihasilkan

Dari pengamatan yang dilakukan selama 30 hari maka didapatkan jumlah volume total biogas seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Produktivitas Biogas yang Dihasilkan

Perlakuan	Nilai Produktivitas (liter tiap kg bahan baku)
I	0,47
II	0,42
Rata-Rata	0,445

Berdasarkan Tabel 6 di atas terlihat nilai produktivitas perlakuan pertama, yakni dengan bahan baku lobak dan sawi (perbandingan 1:1) paling tinggi. Jadi. Dengan penambahan lobak sebagai campuran bahan baku, maka produktivitas gas yang dihasilkan lebih tinggi daripada hanya bahan baku sawi saja. Perhitungan produktivitas kedua perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 8.

Suatu bahan untuk dapat terdistribusi dengan air tergantung pada ukuran partikel suatu bahan. Ukuran partikel yang kecil sangat mendukung dalam proses pelarutan bahan-bahan organik guna menguraikan zat organik tersebut menjadi asam organik yang kemudian dikonversi menjadi CH₄ dan CO₂ (Fairus, Salafudin, Lathifa dan Emma, 2011).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan pertama dengan bahan baku campuran lobak dan sawi dengan perbandingan 1:1 diperoleh energi biogas sebesar 554,4 kJ dan produktivitas sebesar 0,47 liter biogas/kg bahan baku. Waktu pertama menghasilkan gas pada hari ke- 9, suhu lingkungan 26,8 °C, kelembaban relatif sebesar 80,1 %, tekanan gas sebesar 456,1 Pa, pH awal 6,1, dan pH akhir 6,6.
2. Pada perlakuan kedua dengan bahan baku sawi diperoleh energi sebesar 537,6 kJ dan produktivitas sebesar 0,42 liter biogas/kg bahan baku. Waktu pertama kali menghasilkan gas pada hari ke- 9, dengan suhu lingkungan 28,2 °C, kelembaban relatif 82,1 %, tekanan gas sebesar 436,2 Pa, pH awal 6,3, dan pH akhir 6,8.
3. Dari kedua perlakuan, perlakuan pertama menghasilkan energi dan produktivitas lebih tinggi daripada perlakuan pertama dengan bahan baku campuran lobak dan sawi dengan perbandingan 1 : 1.
4. Apabila dibandingkan dengan produksi biogas dengan bahan baku kotoran ternak dengan hasil berupa volume 87,75 liter, energi 10.017 kJ dan produktivitas 0,4875 liter biogas/kg bahan baku (Guska, 2009). hasil penelitian dengan bahan baku sampah organik ini lebih rendah. Hal disebabkan oleh bahan baku kotoran ternak memiliki bakteri pengurai alami sehingga dalam proses pembentukan gas, bahan baku ini lebih optimal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka perlu disarankan bahwa perlu adanya penambahan bagian alat, seperti alat pengaduk dan pengukur suhu dalam reaktor agar hasil biogas yang dihasilkan lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012. *Alternative Energy for Better Life*.
<http://www.indobiofuel.com/biodiesel%20utama.php> (30 Juli 2012).
- Anonim. 2012. *Pengertian Thermometer dan Satuan Thermometer*.
<http://www.scribd.com/doc/97351722/45/Suhu-Bola-Kering-dan-Suhu-Bola-Basah> (30 Juli 2012).
- Anonim. 2012. *Perbedaan LPG, LNG dan CNG*.
http://www.jurnalinsinyurmesin.com/index.php?option=com_content&view=article&id=50 (30 Juli 2012).
- Badrussalam, R. 2008. *Membuat Biogas dari Sayuran*. Bentara Cipta Prima. Jakarta.
- Bajracharya, T.R, A. Dhungana, N. Thapaliya dan G. Hamal. 1985. *Purification and Compression of Biogas : Research Experience*. Journal of the Institute of Engineering 7 (1) : 1 – 9.
- Budiardjo, M. Arief. 2012. *Kombinasi Feeding Biostarter dan Air Dalam Anaerobik Digester*. Fakultas Teknik UNDIP. Semarang.
- Erawati, T. 2011. *Biogas Sebagai Sumber Energi Alternatif*. <http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2009/12/biogas-sebagai-sumber-energi-alternatif> (11 Agustus 2011).
- Exantas Tehnologie Alimentara. 2012. *Bioenergy*.
<http://bioenergy.exantas.ro/pages.php?page=biogazul> (11 April 2012).
- Fairus, S., Salafudin, Rahman, L., Apriani, E. 2011. *Pemanfaatan Sampah Organik Secara Padu menjadi Alternatif Energi : Biogas dan Precursor Briket*. Insitut Teknologi Nasional. Bandung
- Firdaus, I.U. 2011. *Energi Alternatif Biogas*.
<http://www.migasindonesia.com/index.php> (21 Juli 2011).
- Fitria, B. 2011. *Biogas*. <http://biobakteri.wordpress.com/2009/06/07/8-biogas> (4 Juli 2011).
- Guska, Andri. 2009. *Pengembangan Model Bioreaktor Biogas dari Drum [skripsi]*. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Houdkova L, J. Boran, J. Pecek and P. Sumpela. 2008. *Biogas-A Renewable Source of Energy*. Journal of Thermal Science 12(4) : 27 – 33.
- Khoirul, A. dan J. Bunga. 2006. *Penentuan Produktivitas Biogas pada Berbagai Limbah Organik dengan Proses Fermentasi Anaerobik*. Teknik Kimia. ITENAS. Bandung.

- Lazuardy, Indra. 2008. Rancang Bangun Alat Penghasil Biogas Model Terapung. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Murjito. 2008. *Desain Alat Penangkap Gas Methan pada Sampah Menjadi Biogas*. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah. Malang.
- Nurhasanah, A, T.W. Widodo, A. Asaridan E, Rahmarestia. 2011. *Perkembangan Digester Biogas di Indonesia*. <http://www.mekanisasi.litbang.co.id>. (10 Agustus 2011).
- Paimin, B. Farry. 1999. *Alat Pembuatan Biogas dari Drum*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Simamora, S., Sahmdik, Sri. W., Surajudin. 2006. *Membuat Biogas*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Sudradjat, H.R. 2006. *Mengelola Sampah Kota*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Wahyuni, Sri. 2008. *Biogas*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Widodo. T.W, A. Nurhasanah, A. Asari dan A. Unadi. 2009. *Pemanfaatan Energi Biogas untuk mendukung Agribisnis di Pedesaan*. <http://www.mekanisasi.litbang.go.id> (10 Agustus 2009).
- Yunus, M. 1987. *Teknik Membuat dan Memanfaatkan Unit Gas Bio*. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Lampiran 1. Data Pengamatan Volume pada Perlakuan I

No	Tanggal	Hari ke	Tinggi Kenaikkan Tangki Penampung Perhari (dm)	Volume (liter)
1	11-02-2012	1	-	-
2	12-02-2012	2	-	-
3	13-02-2012	3	-	-
4	14-02-2012	4	-	-
5	15-02-2012	5	-	-
6	16-02-2012	6	-	-
7	17-02-2012	7	-	-
8	18-02-2012	8	-	-
9	19-02-2012	9	0,31	5,61
10	20-02-2012	10	0,25	10,13
11	21-02-2012	11	0,12	12,30
12	22-02-2012	12	0,25	16,82
13	23-02-2012	13	0,17	19,90
14	24-02-2012	14	0,13	22,25
15	25-02-2012	15	0,14	24,78
16	26-02-2012	16	0,18	28,04
17	27-02-2012	17	0,20	31,66
18	28-02-2012	18	0,18	34,92
19	29-02-2012	19	0,24	39,26
20	01-03-2012	20	0,18	42,52
21	02-03-2012	21	0,07	43,79
22	03-03-2012	22	0,08	45,24
23	04-03-2012	23	0,15	47,95
24	05-03-2012	24	0,09	49,58
25	06-03-2012	25	0,07	50,85
26	07-03-2012	26	0,16	53,74
27	08-03-2012	27	0,12	54,63
28	09-03-2012	28	0,18	57,89
29	10-03-2012	29	0,21	61,68
30	11-03-2012	30	0,23	65,84
Jumlah				65,84

$$\text{Volume} = \pi . r^2 . t$$

dengan:

r = jari-jari tangki pengumpul (dm)

t = tinggi kenaikkan tangki pengumpul (dm)

Lampiran 2. Data Pengamatan Volume pada Perlakuan II

No	Tanggal	Hari ke-	Tinggi Kenaikkan Tangki Penampung Perhari (dm)	Volume (liter)
1	09-01-2012	1	-	-
2	10-01-2012	2	-	-
3	11-01-2012	3	-	-
4	12-01-2012	4	-	-
5	13-01-2012	5	-	-
6	14-01-2012	6	-	-
7	15-01-2012	7	-	-
8	16-01-2012	8	-	-
9	17-01-2012	9	0,35	6,33
10	18-01-2012	10	0,12	8,5
11	19-01-2012	11	0,10	10,31
12	20-01-2012	12	0,22	14,29
13	21-01-2012	13	0,17	17,36
14	22-01-2012	14	0,16	20,25
15	23-01-2012	15	0,23	24,41
16	24-01-2012	16	0,18	27,67
17	25-01-2012	17	0,15	30,38
18	26-01-2012	18	0,21	34,17
19	27-01-2012	19	0,16	37,06
20	28-01-2012	20	0,11	39,05
21	29-01-2012	21	0,07	40,32
22	30-01-2012	22	0,20	43,94
23	31-01-2012	23	0,11	45,93
24	01-02-2012	24	0,08	47,38
25	02-02-2012	25	0,15	50,09
26	03-02-2012	26	0,06	51,18
27	04-02-2012	27	0,15	53,89
28	05-02-2012	28	0,11	55,88
29	06-02-2012	29	0,09	57,51
30	07-02-2012	30	0,06	58,6
Jumlah				58,6

$$\text{Volume} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

dengan:

r = jari-jari tangki pengumpul (dm)

t = tinggi kenaikan tangki pengumpul (dm)

Lampiran 3. Data Pengamatan Tekanan pada Perlakuan I

No	Tanggal	Hari ke-	Beda Tinggi Kolom Air Perhari (m)	Tekanan (Pa)
1	11-02-2012	1	-	-
2	12-02-2012	2	-	-
3	13-02-2012	3	-	-
4	14-02-2012	4	-	-
5	15-02-2012	5	-	-
6	16-02-2012	6	-	-
7	17-02-2012	7	-	-
8	18-02-2012	8	-	-
9	19-02-2012	9	0,022	215,8
10	20-02-2012	10	0,024	235,4
11	21-02-2012	11	0,026	255
12	22-02-2012	12	0,026	255
13	23-02-2012	13	0,026	255
14	24-02-2012	14	0,026	255
15	25-02-2012	15	0,026	255
16	26-02-2012	16	0,026	255
17	27-02-2012	17	0,032	313,9
18	28-02-2012	18	0,032	313,9
19	29-02-2012	19	0,032	313,9
20	01-03-2012	20	0,032	313,9
21	02-03-2012	21	0,034	333,5
22	03-03-2012	22	0,034	333,5
23	04-03-2012	23	0,034	333,5
24	05-03-2012	24	0,034	333,5
25	06-03-2012	25	0,038	372,7
26	07-03-2012	26	0,038	372,7
27	08-03-2012	27	0,038	372,7
28	09-03-2012	28	0,046	456,1
29	10-03-2012	29	0,046	456,1
30	11-03-2012	30	0,046	456,1

$$\text{Tekanan gas} = \frac{n}{10,33m} \times 101.325 \text{ Pa}$$

dengan :

$$\begin{aligned} n &= \text{beda tinggi kolom air (m)} \\ 10,33 \text{ m} &= 1 \text{ atm (10,33 m kolom air)} \end{aligned}$$

Lampiran 4. Data Pengamatan Tekanan pada Perlakuan II

No	Tanggal	Hari ke	Beda Tinggi Kolom Air Perhari (m)	Tekanan (Pa)
1	09-01-2012	1	-	-
2	10-01-2012	2	-	-
3	11-01-2012	3	-	-
4	12-01-2012	4	-	-
5	13-01-2012	5	-	-
6	14-01-2012	6	-	-
7	15-01-2012	7	-	-
8	16-01-2012	8	-	-
9	17-01-2012	9	0,016	158,6
10	18-01-2012	10	0,017	168,5
11	19-01-2012	11	0,017	168,5
12	20-01-2012	12	0,019	188,4
13	21-01-2012	13	0,019	188,4
14	22-01-2012	14	0,021	208,2
15	23-01-2012	15	0,023	228
16	24-01-2012	16	0,026	257,8
17	25-01-2012	17	0,026	257,8
18	26-01-2012	18	0,026	257,8
19	27-01-2012	19	0,026	257,8
20	28-01-2012	20	0,029	287,5
21	29-01-2012	21	0,033	327,1
22	30-01-2012	22	0,033	327,1
23	31-01-2012	23	0,038	376,7
24	01-02-2012	24	0,038	376,7
25	02-02-2012	25	0,038	376,7
26	03-02-2012	26	0,038	376,7
27	04-02-2012	27	0,038	376,7
28	05-02-2012	28	0,044	436,2
29	06-02-2012	29	0,044	436,2
30	07-02-2012	30	0,044	436,2

$$\text{Tekanan gas} = \frac{n}{10,33m} \times 101.325 \text{ Pa}$$

dengan :

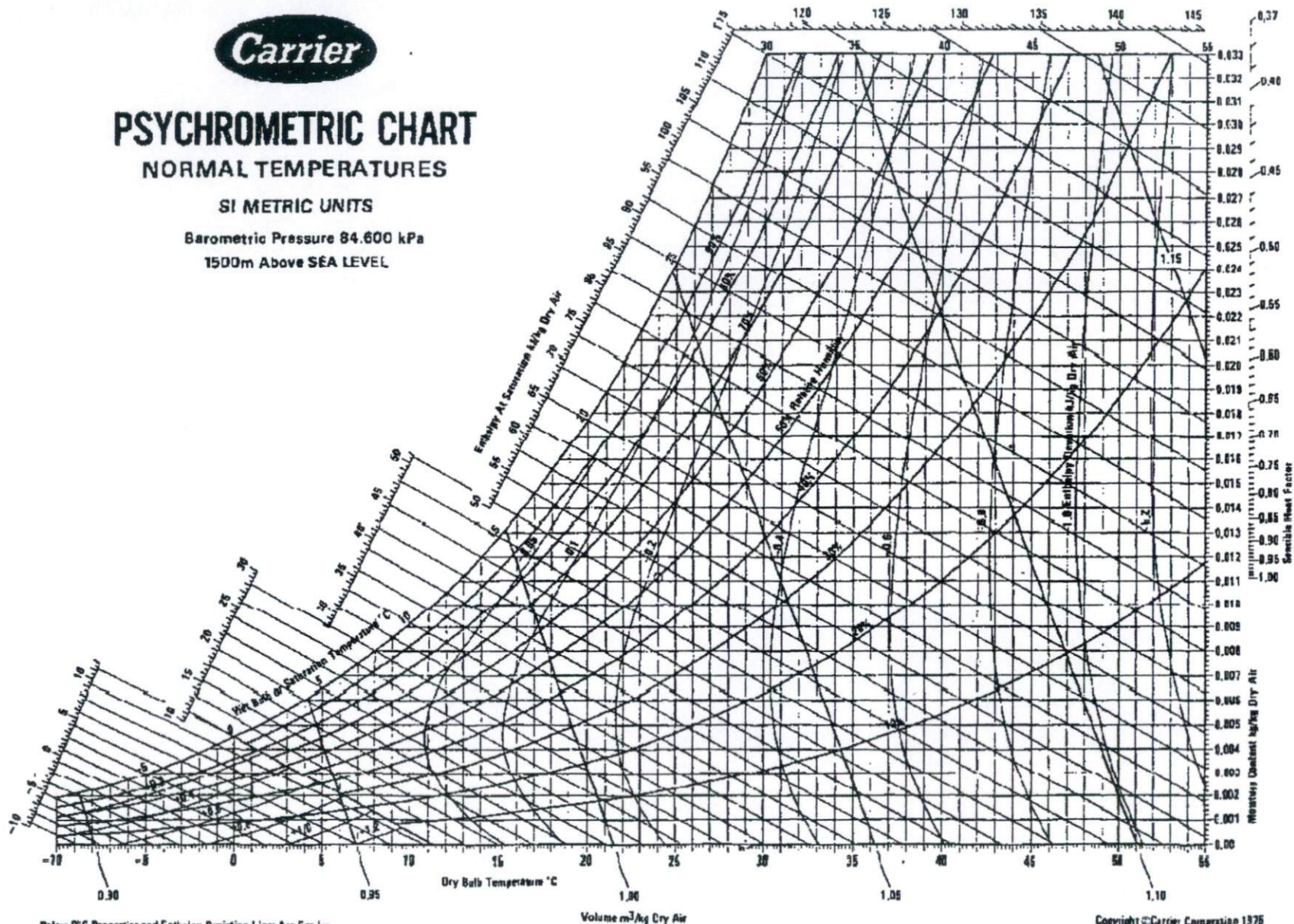
$$\begin{aligned} n &= \text{beda tinggi kolom air (m)} \\ 10,33 \text{ m} &= 1 \text{ atm (10,33 m kalori air)} \end{aligned}$$



PSYCHROMETRIC CHART
NORMAL TEMPERATURES

SI METRIC UNITS

Barometric Pressure 84.600 kPa
1500m Above SEA LEVEL



Below 0°C Properties and Enthalpy Deviation Lines Are For Ice

Volume m³/kg Dry Air

Copyright © Carrier Corporation 1976
Cat. No. 794-907 Printed in U.S.A.

Lampiran 5. Psychrometric Chart untuk Perhitungan RH

Lampiran 6. Data Pengamatan Suhu dan RH pada Perlakuan I

No	Tanggal	Hari ke-	Suhu BK (°C)	Suhu BB (°C)	RH (%)
1	11-02-2012	1	26	23	79
2	12-02-2012	2	26	24	85
3	13-02-2012	3	27	23	72
4	14-02-2012	4	27	23	72
5	15-02-2012	5	27	25	88
6	16-02-2012	6	28	24	73
7	17-02-2012	7	28	25	80
8	18-02-2012	8	27	24	80
9	19-02-2012	9	26	23	79
10	20-02-2012	10	27	24	80
11	21-02-2012	11	28	23	77
12	22-02-2012	12	27	24	80
13	23-02-2012	13	27	25	85
14	24-02-2012	14	26	24	85
15	25-02-2012	15	26	24	85
16	26-02-2012	16	27	24	80
17	27-02-2012	17	28	25	80
18	28-02-2012	18	27	24	80
19	29-02-2012	19	26	24	85
20	01-03-2012	20	27	25	88
21	02-03-2012	21	26	24	85
22	03-03-2012	22	27	25	88
23	04-03-2012	23	26	23	79
24	05-03-2012	24	26	23	79
25	06-03-2012	25	26	23	79
26	07-03-2012	26	27	23	72
27	08-03-2012	27	26	24	85
28	09-03-2012	28	27	23	72
29	10-03-2012	29	27	24	80
30	11-03-2012	30	27	23	72
Rata-rata			26,8	23,8	80,1

Lampiran 7. Data Pengamatan Suhu dan RH pada Perlakuan II

No	Tanggal	Hari ke-	Suhu BK (°C)	SUHU BB (°C)	RH (%)
1	09-01-2012	1	28	25	80
2	10-01-2012	2	29	26	80
3	11-01-2012	3	28	26	86
4	12-01-2012	4	30	27	82
5	13-01-2012	5	28	26	86
6	14-01-2012	6	28	24	73
7	15-01-2012	7	29	26	82
8	16-01-2012	8	29	25	84
9	17-01-2012	9	30	27	82
10	18-01-2012	10	29	26	80
11	19-01-2012	11	28	25	80
12	20-01-2012	12	28	27	92
13	21-01-2012	13	29	26	80
14	22-01-2012	14	30	26	73
15	23-01-2012	15	29	27	88
16	24-01-2012	16	28	25	80
17	25-01-2012	17	28	26	86
18	26-01-2012	18	27	26	93
19	27-01-2012	19	28	25	80
20	28-01-2012	20	29	26	80
21	29-01-2012	21	27	25	88
22	30-01-2012	22	28	26	86
23	31-01-2012	23	27	24	80
24	01-01-2012	24	28	24	73
25	02-01-2012	25	27	25	88
26	03-01-2012	26	28	25	80
27	04-01-2012	27	27	25	88
28	05-01-2012	28	27	24	80
29	06-01-2012	29	28	25	80
30	07-02-2012	30	28	24	73
Rata-rata			28,2	25,5	82,1

Lampiran 8. Perhitungan Energi yang Dihasilkan dan Perhitungan Produktifitas pada Perlakuan I dan II

a. Perhitungan Energi pada Perlakuan I,

$$\begin{aligned} Q &= M \times C \times \Delta t \\ &= 2 \times 4,2 \times (93-27) \\ &= 8,4 \times 66 \times 1000 = 554,4 \text{ k Joule} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Energi pada Perlakuan II,

$$\begin{aligned} Q &= M C \Delta t \\ &= 2 \times 4,2 \times (91-27) \\ &= 8,4 \times 64 \times 1000 = 537,6 \text{ k Joule} \end{aligned}$$

c. Perhitungan Produktivitas pada Perlakuan I

$$\text{Produktifitas} = \frac{\text{Biogas}}{\text{bahanbaku}}$$

Diket :

Biogas yang dihasilkan = 65,84 liter

Bahan baku = 140 liter

Maka ;

$$\text{Produktifitas} = \frac{\text{Biogas}}{\text{bahanbaku}} = \frac{65,84}{140} = 0,4703 \text{ liter biogas/liter bahan baku}$$

d. Perhitungan Produktivitas pada Perlakuan II

$$\text{Produktifitas} = \frac{\text{Biogas}}{\text{bahanbaku}}$$

Diket :

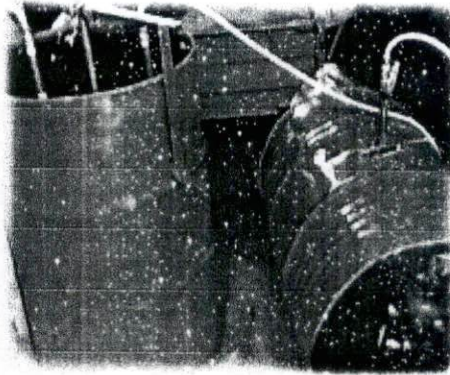
Biogas yang dihasilkan = $0,0586 \text{ m}^3 = 58,6 \text{ liter}$

Bahan baku = 140 liter

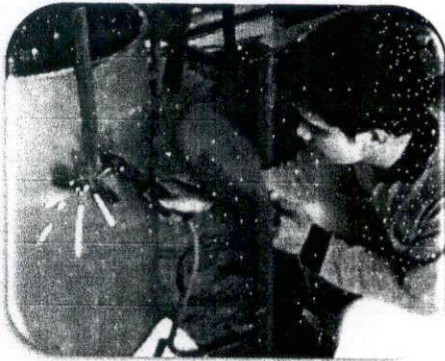
Maka ;

$$\begin{aligned} \text{Produktifitas} &= \frac{\text{Biogas}}{\text{bahanbaku}} \\ &= \frac{58,6}{140} = 0,4186 \text{ liter biogas/liter bahan baku} \end{aligned}$$

Lampiran 9. Dokumentasi



Reaktor Biogas



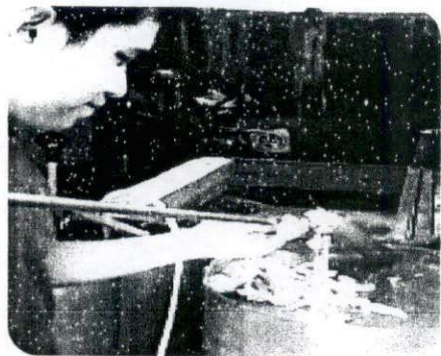
Pengelasan Tiang Penyangga



Pemasangan Komponen Alat



Pengecilan Ukuran Bahan Baku



Pemasukan Bahan Baku