



**ANALISIS KANDUNGAN METANA PADA BIOGAS DARI
LIMBAH BUAH JERUK (*Citrus sinensis osbeck*) SEBAGAI
SUMBER ENERGI TERBARUKAN**

SKRIPSI

Oleh :

**Ony Tauriza
NIM 101810201022**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**ANALISIS KANDUNGAN METANA PADA BIOGAS DARI
LIMBAH BUAH JERUK (*Citrus sinensis osbeck*) SEBAGAI
SUMBER ENERGI TERBARUKAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (SI)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

oleh

**Ony Tauriza
NIM 101810201022**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta, syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk:

1. ibunda Warsini dan Ayahanda Jumar yang tercinta, yang selalu menyayangiku, mendukungku, membimbingku, memberiku dzikir dan doa;
2. adikku Tigor Novram Sallosa dan Mayrita Budipratista tercinta, yang selalu memberikan motivasi dan dukungan selama ini;
3. teman serta sahabat seperjuangan dari awal kuliah hingga sekarang Aditya Nugroho, yang selalu mendampingi, memberiku nasehat dan semangat;
4. guru-guruku yang sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi telah memberikan ilmu dan membimbingku selama ini;
5. seluruh keluarga besar di Banyuwangi yang telah memberikan dukungan, motivasi dan nasehat yang sangat berguna;
6. teman-teman seperjuangan angkatan 2010 yang telah memberikan keceriaan, dorongan serta doa selama ini;
7. seluruh keluarga besar Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
8. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

Hai orang-orang yang beriman, mintalah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan mengerjakan shalat, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.

(terjemahan Surat *Al-baqarah* ayat 153) *)

Cobalah untuk tidak menjadi seseorang yang sukses, tetapi menjadi seseorang yang bernilai (berharga).

(*Albert Einstein*) **)

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2012. *Al-Hadi: Al Qur'an Terjemah Per Kata Latin dan Kode Tajwid*. Jakarta: Penerbit Satu Warna.

**) Setiawan, I. 2010. *Saripati Kata-kata Bijak Kata Motivasi Para Pemikir Top Inspirasional Dunia*. Yogyakarta: Diva Press.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ony Tauriza

NIM : 101810201022

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Analisis Kandungan Metana Pada Biogas Dari Limbah Buah Jeruk (*Citrus sinensis osbeck*) Sebagai Sumber Energi Terbarukan” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa, dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2015

Yang menyatakan,

Ony Tauriza

NIM 101810201022

SKRIPSI

**ANALISIS KANDUNGAN METANA PADA BIOGAS DARI
LIMBAH BUAH JERUK (*Citrus sinensis osbeck*) SEBAGAI
SUMBER ENERGI TERBARUKAN**

Oleh

Ony Tauriza
NIM 101810201022

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc, Ph.D

Dosen Pembimbing Anggota : Dra. Arry Yuariatun Nurhayati

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Analisis Kandungan Metana Pada Biogas Dari Limbah Buah Jeruk (Citrus sinensis osbeck) Sebagai Sumber Energi Terbarukan*” telah diuji dan disahkan pada:

hari :

tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc, Ph.D
NIP 19620311 198702 1 001

Dra. Arry Yuariatun Nurhayati
NIP 19610909 198601 2 001

Anggota I,

Anggota II,

Ir. Misto, M.Si
NIP 19591121 199103 1 002

Nurul Priyantari, S.Si., M.Si.
NIP 19700327 199702 2 001

Mengesahkan

Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
NIP 19610108 198602 1 001

RINGKASAN

Analisis Kandungan Metana Pada Biogas Dari Limbah Buah Jeruk (*Citrus sinensis osbeck*) Sebagai Sumber Energi Terbarukan; Ony Tauriza, 101810201022; 2015: 49 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Pemanfaatan energi dalam bentuk biogas merupakan salah satu alternatif sumber energi terbarukan (*renewable*) yang ramah lingkungan. Biogas terbentuk dari reaksi yang dilakukan oleh materi organik secara anaerobik dan menghasilkan energi yang kaya akan metana. Sampah yang dibiarkan saja akan menghasilkan gas metan yang akan berpengaruh terhadap pemanasan global sehingga memberikan efek rumah kaca yang dampaknya 21 kali lebih bersifat polutan dari pada gas CO₂. Proses fermentasi metana mempunyai kelemahan yaitu lambatnya reaksi penguraian polutan sehingga diperlukan proses penguraian yang kedap udara dengan komposisi campuran fermentasi yang bervariasi tergantung pada bahan utama limbah organik (Richardo, 2010).

Kulit jeruk kurang dimanfaatkan terutama oleh masyarakat konsumen buah jeruk, umumnya para konsumen hanya memakan daging buah jeruk saja dan kulit jeruknya hanya dijadikan limbah terbuang. Padahal jika diolah dengan benar kulit jeruk mempunyai potensi yang sangat besar. Salah satunya adalah potensi pemanfaatan kulit jeruk yang dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti bahan bakar fosil (Angga, 2011). Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menganalisis potensi gas metana yang dihasilkan dari limbah buah jeruk sebagai energi alternatif terbarukan. Dengan mempersiapkan alat dan bahan seperti: digester, limbah buah jeruk, KOH, HCl, termometer digital dan pHmeter, selanjutnya untuk mengetahui prosentase kandungan gas metana yaitu menggunakan metode Hansen. Diambil gas yang dihasilkan dari biodigester dan dimasukkan kedalam gelas ukur yang berisi HCl yang memiliki sifat asam kuat, diukur volume gas yang masuk dan dicatat sebagai V₁. Kemudian dimasukkan larutan KOH ke dalam gelas ukur hingga pH

larutan HCl ≥ 9 sehingga larutan KOH yang dimasukkan kedalam larutan HCl menyebabkan kandungan CO₂ dan gas pengotor lainnya terserap. Volume gas di dalam gelas ukur akan tersisa gas metana (CH₄) dan dicatat sebagai V₂.

Berdasarkan hasil penelitian analisis kandungan biogas dengan bahan dasar limbah buah jeruk buangan dan limbah buah busuk dibagi menjadi tiga bagian yaitu daging, kulit dan campuran. Ketiga bagian limbah hanya menghasilkan nilai total volume limbah buah jeruk buangan yaitu (452,67 ± 0,45)ml bagian daging, (431,67 ± 0,49)ml bagian kulit dan (482 ± 0,51)ml bagian campuran. Untuk Hasil nilai total volume limbah buah jeruk busuk yaitu (459,3 ± 0,52)ml bagian daging, (433,3 ± 0,35)ml bagian kulit dan (513 ± 0,41)ml bagian campuran. Total prosentase gas metana dari limbah buah jeruk buangan yaitu (11,32 ± 0,01)% bagian daging, (10,79 ± 0,01)% bagian kulit dan (12,05 ± 0,01)% bagian campuran. Untuk limbah buah jeruk busuk yaitu (11,48 ± 0,01)% bagian daging, (10,83 ± 0,01)% bagian kulit dan (12,83 ± 0,01)% bagian campuran. Nilai total kalor pada limbah buah buangan yaitu (47,24 ± 0,38)kJ bagian daging, (36,11 ± 0,24)kJ bagian kulit dan (48,41 ± 0,26)kJ bagian campuran, sedangkan total kalor pada limbah buah busuk yaitu (53,91 ± 0,43)kJ bagian daging, (43,71 ± 0,33)kJ bagian kulit dan (54,08 ± 0,43)kJ bagian campuran. Total nilai volume, nilai total persentase dan nilai total kalor berdasarkan perhitungan dan berdasarkan analisis uji statistik program SPSS dengan uji *one-way* ANOVA dapat disimpulkan bahwa limbah buah jeruk yang berpotensi lebih baik sebagai bahan energi terbarukan adalah limbah buah jeruk busuk.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kandungan Metana Pada Biogas Dari Limbah Buah Jeruk (*Citrus sinensis osbeck*) Sebagai Sumber Energi Terbarukan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini telah mendapatkan bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dra. Arry Yuariatun Nurhayati, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam membantu dan membimbing penulis dari awal sampai terselesaikannya penulisan skripsi ini;
2. Ir. Misto, M.Si, selaku Dosen Penguji Utama dan Nurul Priyantari S.Si., M.Si, selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan masukan demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Dr. Artoto Arkundato S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama perkuliahan;
4. Winda Ap, Lilik, Nurul, Anik, Safril, Imey, Veni, Lina, Lia, Devi P, Diar, Fatma, Aisyah, Dessy, Alit, Koko, Rohim, Bahar, Iqbal, Haerul, Dedi, Fitri dan teman-teman angkatan 2010 yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan kasih sayang, persahabatan, motivasi, dorongan, semangat dan membantu dalam penelitian;
5. teman-teman di Sindang Reret Arum, Mitha, Lia, Fiqya, Dian, Yuyun, Agustin, Emil, Yayuk, Pepy, Maya, Dana, Wati, Sinta, Nina, Eva, Indah dan lainnya yang selalu memberi motivasi dan semangat;

6. teman-teman tim Biofisika Putri, Ika, Wiwis, Ika, Mustaqim, Asih, Novdi dan lainnya yang telah membantu dalam pengambilan data dan memberikan saran-saran yang bermanfaat;
7. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Peneliti menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Desember 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PENYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Limbah Buah Jeruk	5
2.2 Limbah atau Sampah	6
2.2.1 Karakteristik Limbah	6
2.2.2 Golongan Limbah.....	7
2.3 Energi	7

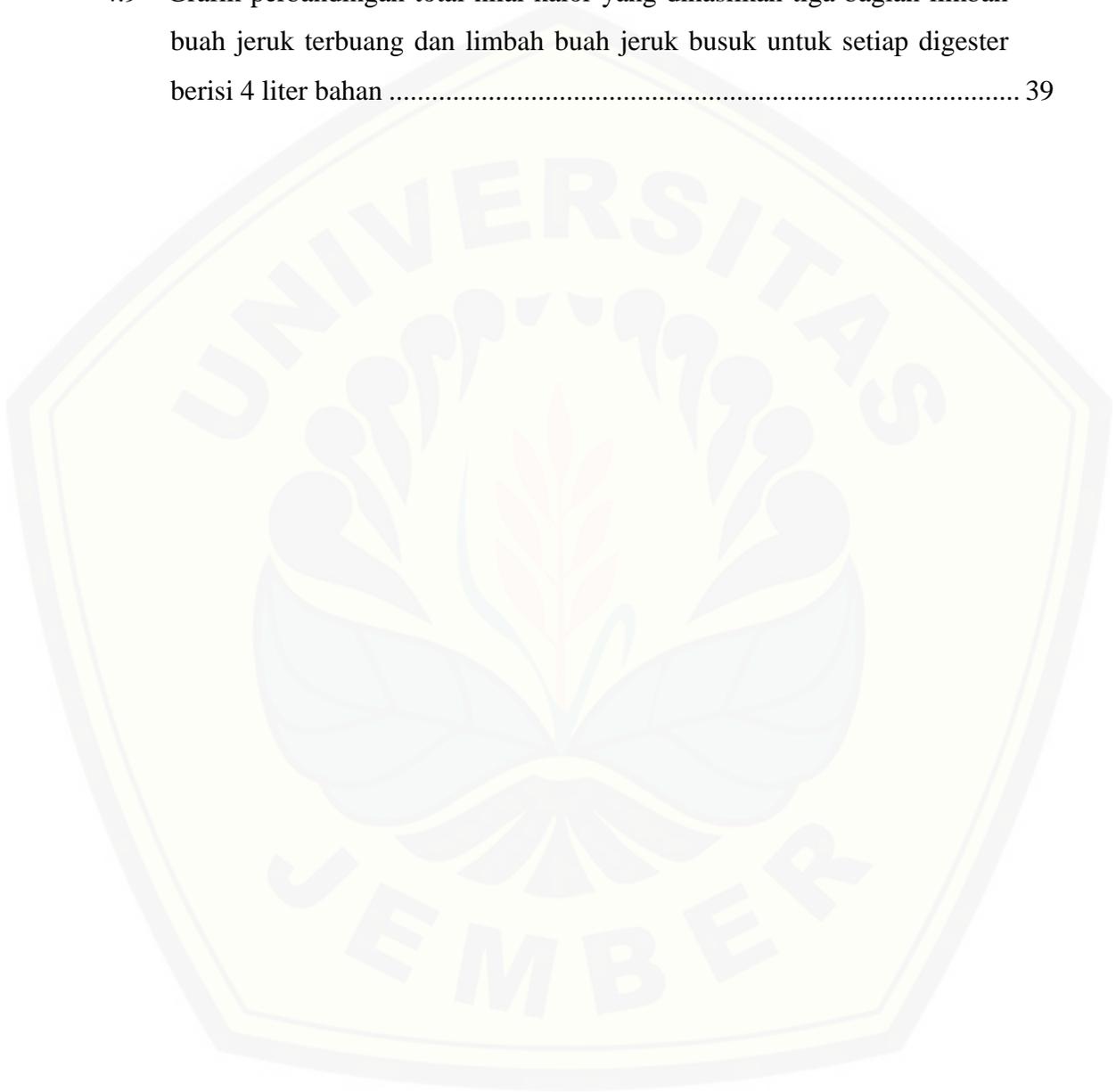
2.4 Biogas	9
2.4.1 Reaksi Hidrolisa / Tahap Pelarutan	11
2.4.2 Reaksi Asidogenik / Tahap Pengasaman	11
2.4.3 Reaksi Metanogenik / Tahap Gasifikasi	11
2.5 Larutan	12
2.5.1 Larutan HCl / Asam Klorida	12
2.5.2 Larutan KOH / Kalium Hidroksida	13
2.6 Reaktor Biogas (Biodigester)	13
2.6.1 Digester tipe kubah tetap (<i>fixed dome</i>)	13
2.6.2 Digester tipe drum terapung (<i>floating drum</i>)	14
2.7 Macam-macam Metode Pengukuran Gas metana	15
2.7.1 Metode VDI	15
2.7.2 Metode Moller	16
2.7.3 Metode Hansen	16
BAB 3. METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	18
3.3 Tahap Penelitian	21
3.3.1 Survey Literatur	22
3.3.2 Identifikasi Masalah	22
3.3.3 Studi Pustaka	22
3.3.4 Observasi Awal	22
3.3.5 Penelitian	25
3.3.6 Pengolahan Data	25
3.3.7 Pembahasan dan Kesimpulan	25
3.4 Analisi Data	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 HASIL	28

4.1.1 Hasil pengukuran volume rata-rata kandungan gas metana (CH ₄) pada limbah buah jeruk buangan.....	28
4.1.1 Hasil pengukuran volume rata-rata kandungan gas metana (CH ₄) pada limbah buah jeruk buangan.....	28
4.1.2 Hasil pengukuran volume rata-rata kandungan gas metana pada limbah jeruk busuk	29
4.1.3 Hasil total volume gas metana yang terkandung di dalam 4 liter limbah buah jeruk buangan dan limbah buah jeruk busuk.....	31
4.1.4 Hasil rata-rata prosentase kandungan gas metana pada limbah buah jeruk buangan setiap pengambilan data	32
4.1.5 Hasil rata-rata prosentase kandungan gas metana pada limbah buah jeruk busuk setiap pengambilan data	34
4.1.6 Hasil pengukuran total prosentase kandungan gas metana yang didapatkan limbah buah jeruk buangan dan limbah jeruk busuk pada ketiga bagian bahan untuk setiap digester	35
4.1.7 Hasil uji kalor yang terkandung di dalam tiga bagian bahan limbah buah jeruk buangan.....	36
4.1.8 Hasil uji kalor yang terkandung di dalam tiga bagian bahan limbah buah jeruk busuk.....	37
4.1.9 Hasil total uji kalor yang terkandung di dalam tiga bagian bahan limbah buah jeruk buangan dan limbah buah jeruk busuk untuk setiap digester berisi 4 liter bahan.....	39
4.2 PEMBAHASAN	40
BAB 5. PENUTUP.....	46
5.1 KESIMPULAN.....	46
5.2 SARAN.....	46
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Klasifikasi sumber energi berdasarkan sifat energi	8
2.2 Digester tipe <i>fixed dome</i>	14
2.3 Digester tipe <i>floating drum</i>	14
2.4 Rangkaian tabung berbentuk U	16
2.5 Rangkaian biodigester menggunakan metode Hansen	17
3.1 Keriteria limbah buah jeruk buangan dan limbah buah jeruk busuk	20
3.2 Skema Tahap Penelitian	21
3.3 Rancangan Biodigester	22
3.4 Rancangan pengambilan data menggunakan metode Hansen	23
3.5 Rangkaian biodigester menggunakan metode Hansen	24
4.1 Grafik rata-rata volume kandungan gas metana pada tiga berbahan limbah jeruk buangan	29
4.2 Grafik rata-rata volume kandungan gas metana pada tiga berbahan limbah jeruk busuk	30
4.3 Grafik nilai total volume kandungan gas metana yang terkandung di dalam 4 liter limbah buangan dan limbah jeruk busuk	31
4.4 Grafik nilai prosentase kandungan gas metana pada tiga bahan limbah jeruk buangan setiap pengambilan data	33
4.5 Grafik nilai prosentase gas metana yang terkandung dalam tiga bahan limbah jeruk busuk setiap pengambilan data	33
4.6 Grafik nilai total prosentase gas metana yang didapatkan limbah buah jeruk buangan dan limbah buah jeruk busuk pada tiga bagian bahan untuk setiap digester berisi 4 liter bahan	35
4.7 Grafik nilai rata-rata kalor yang dihasilkan tiga bagian bahan limbah buah jeruk buangan	37

4.8	Grafik nilai rata-rata kalor yang dihasilkan tiga bagian bahan limbah buah jeruk busuk	38
4.9	Grafik perbandingan total nilai kalor yang dihasilkan tiga bagian limbah buah jeruk terbuang dan limbah buah jeruk busuk untuk setiap digester berisi 4 liter bahan	39



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Tabel Komposisi Kandungan Gas Secara Umum.....	10
3.1 Tabel karakteristik limbah buah jeruk yang digunakan.....	20
4.1 Nilai rata-rata volume kandungan gas metana CH ₄ yang dihasilkan untuk setiap pengambilan data limbah buah jeruk buangan	28
4.2 Nilai rata-rata volume kandungan gas metana CH ₄ yang dihasilkan untuk setiap pengambilan data limbah buah jeruk busuk	30
4.3 Nilai total volume gas metana yang terkandung didalam 4 liter limbah buah jeruk buangan dan limbah buah jeruk busuk	31
4.4 Nilai F _{hitung} dan P (sig) uji statistik <i>one-way</i> ANOVA pada nilai total volume gas metan untuk limbah buah buangan dan limbah buah busuk setiap digester berisi 4 liter bahan	32
4.5 Nilai rata-rata prosentase kandungan gas metana pada limbah buah jeruk buangan untuk setiap pengambilan data	33
4.6 Nilai rata-rata prosentase kandungan gas metana pada limbah buah jeruk busuk untuk setiap pengambilan data	34
4.7 Nilai total prosentase kandungan gas metana pada limbah buah jeruk buangan dan limbah buah jeruk busuk setiap digester berisi 4 liter bahan.....	35
4.8 Nilai F _{hitung} dan P (sig) uji statistik <i>one-way</i> ANOVA pada nilai total prosentase gas metan untuk limbah buah buangan dan limbah buah busuk setiap digester berisi 4 liter bahan	36
4.9 Nilai rata-rata kalor ketiga bagian bahan limbah buah jeruk buangan.....	37
4.10 Nilai rata-rata kalor ketiga bagian bahan limbah buah jeruk buangan.....	38
4.11 Nilai total kalor pada tiga bagian limbah buah jeruk buangan dan limbah buah jeruk busuk setiap digester berisi 4 liter bahan	39

4.12 Nilai F_{hitung} dan P (sig) uji statistik *one-way* ANOVA pada nilai total kalor untuk limbah buah buangan dan limbah buah busuk setiap digester berisi 4 liter bahan 40



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Perhitungan volume gas metana	50
A.1 Volume metana pada jenis limbah buah jeruk buangan.....	50
A.1 Volume metana pada jenis limbah buah jeruk busuk.....	52
B . Perhitungan persentase gas metana setiap pengambilan data	56
B.1 Persentase gas metana pada limbah buah jeruk buangan	56
B.2 Persentase gas metana pada limbah buah jeruk busuk	58
C. Perhitungan total persentase gas metana setiap digester berisi 4 liter bahan	61
C.1 Total persentase gas metana pada limbah buah jeruk buangan	61
C.2 Total persentase gas metana pada limbah buah jeruk busuk	64
D. Perhitungan nilai kalor	67
D.1 nilai kalor limbah buah jeruk buangan	67
D.2 nilai kalor limbah buah jeruk busuk	70
E . Hasil uji <i>one-way</i> ANOVA pada tiga bagian limbah buah buangan dan limbah buah busuk	74
E.1.1 Hasil total volume pada limbah buah bagian daging	74
E.1.2 Hasil total volume pada limbah buah bagian kulit.....	75
E.1.3 Hasil total volume pada limbah buah bagian campuran	76
E.2.1 Hasil total persentase pada limbah buah bagian daging	77
E.2.2 Hasil total persentase pada limbah buah bagian kulit.....	78
E.2.3 Hasil total persentase pada limbah buah bagian campuran	79
E.3.1 Hasil total volume pada limbah buah bagian daging	80
E.3.2 Hasil total volume pada limbah buah bagian daging	81
E.3.3 Hasil total volume pada limbah buah bagian daging	82
F. Hasil statistik F	84

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi dan perkembangan energi terbarukan pada saat ini begitu cepat. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan pemanfaatan hasil pengembangan energi terbarukan terhadap peningkatan kebutuhan hidup masyarakat di era globalisasi seperti sekarang ini. Meningkatnya kebutuhan masyarakat yang memanfaatkan energi-energi di bumi ini mengakibatkan energi yang ada di dalam bumi ini berkurang. Pemanfaatan energi dalam bentuk biogas merupakan salah satu alternatif sumber energi terbarukan (*renewable*) yang ramah lingkungan. Biogas terbentuk dari degradasi materi organik secara anaerobik dan menghasilkan energi yang kaya akan metana. Dari pembuatan biogas diharapkan dapat mengurangi volume sampah yang dihasilkan dari limbah sampah organik dari perkotaan, industri dan pertanian sehingga meningkatkan produksi pupuk alami (*bio fertiliser*) dan memberi keuntungan secara ekonomi. Jika metana dibiarkan terbentuk dalam kondisi tidak terkontrol pada lingkungan maka akan terurai ke atmosfer, beberapa penelitian menunjukkan sekitar 18% penyebab pemanasan global adalah emisi metana (Bjornsson, 2000).

Menurut Sutrisno (2011) energi biogas adalah salah satu energi terbarukan yang saat ini menjadi topik pembicaraan dan bahkan banyak pabrik-pabrik yang langsung membuat biogas contohnya biogas dari limbah tahu. Energi biogas dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik dengan bantuan bakteri anaerob pada lingkungan tanpa oksigen bebas (terisolasi). Pada energi biogas terdapat gas metan yang prosentase lebih besar yaitu (55%-75%) dibandingkan dengan gas-gas lainnya. Hal tersebut juga dinyatakan oleh Wahyuni (2011) bahwa proses fermentasi biogas sebagian besar gas metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2), semakin tinggi kandungan metana maka semakin besar kandungan energi biogas yang dihasilkan dan

sebaliknya semakin kecil kandungan gas metana maka semakin kecil pula biogas yang diharapkan.

Biogas dapat digunakan menggantikan bahan bakar konvensional yang sudah umum digunakan seperti minyak tanah (*kerosene*) atau kayu bakar serta penggunaan biogas dapat menyelamatkan lingkungan dari pencemaran dan mengurangi kerusakan lingkungan hidup. Sampah yang dibiarkan saja akan menghasilkan gas metana yang akan berpengaruh terhadap pemanasan global sehingga memberikan efek rumah kaca yang dampaknya 21 kali lebih bersifat polutan dari pada gas CO₂. Proses fermentasi metana mempunyai kelemahan yaitu lambatnya reaksi penguraian polutan sehingga diperlukan proses penguraian yang kedap udara dengan komposisi campuran fermentasi yang bervariasi tergantung pada bahan utama limbah organik (Richardo 2010). Menurut Budihardjo (Tanpa tahun) teknologi pengolahan limbah sampah dipadukan dengan mikrobiologi sebagai stater untuk proses anaerob dalam upaya mempercepat proses dekomposisi material organik di dalam sampah. Derajat keasaman (pH) menjadi variabel kontrol terjadinya proses fermentasi sampah organik yang dikonversi menjadi biogas dan gas metana dalam sistem anaerobik. Derajat keasaman menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan pembentukan biogas dari sampah organik.

Sampah merupakan salah satu masalah global yang sulit untuk diatasi. Kurangnya usaha pemanfaatan sampah berdampak serius bagi lingkungan sekitar karena setiap harinya volume sampah bertambah. Jumlah rata-rata sampah di Surabaya per harinya adalah 8700 m³ dari total limbah sampah organik sebesar 87% yang didominasi oleh sampah sayur dan buah (Winanti, 2006). Menurut Renita (2004) banyak sampah atau limbah buah yang berpotensi menghasilkan biogas seperti : kelapa sawit, nanas, durian, nangka dan jeruk. Banyak proses untuk mengolah limbah menjadi bahan biogas salah satunya menggunakan bantuan bakteri pengurai, bakteri pengurai dicampurkan kedalam limbah sehingga limbah akan menjadi makanan bakteri dan melalui proses anaerob sehingga menghasilkan biogas yaitu gas metana (CH₄).

Di Indonesia sendiri jeruk merupakan komoditas buah-buahan terpenting setelah pisang dan mangga. Produksi jeruk di Indonesia pada tahun 2001 mencapai 744052 ton/tahun bila kebutuhan konsumsi buah jeruk segar diasumsikan 32,6 kg/kapita/tahun atau 30 kg/kapita/tahun, maka dengan jumlah penduduk 204 juta jiwa memerlukan ketersediaan 866247 ton. Tahun 2001 total ketersediaan buah jeruk hanya mencapai 817356 ton. Melihat ketersediaan buah jeruk di Indonesia cukup tinggi serta banyaknya buah busuk yang dibuang begitu saja tanpa adanya proses fermentasi sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan maka dibutuhkan berbagai teknologi-teknologi terbarukan untuk mengurangi dampak tersebut (Angga, 2011).

Jeruk mengandung asam sitrat yang tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif penghasil energi listrik khususnya dipergunakan sebagai bio-baterai. Bio-batrui yang dihasilkan dapat menyalakan lampu LED selama 18,14 jam dan besar arus 1,58 volt dengan rangkaian seri dari pasangan elektroda Cu-Fe (Imamah,2013). Berkurangnya gas alam seperti gas bumi yang telah keterbatasan pemakaian gas bumi serta makin mahalnya harga gas bumi sehingga perlu upaya dalam pemanfaatan sampah menjadi sesuatu yang berharga yaitu memanfaatkan sampah sebahai bahan utama pembuatan biogas sebagai alternatif mengatasi masalah bahan bakar gas yang semakin terbatas (Arum, *et al*, 2013).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana potensi gas metana yang dihasilkan dari bahan limbah buah jeruk sebagai energi alternatif terbarukan?

1.3 Tujuan Penellitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menganalisis potensi gas metana yang dihasilkan dari limbah buah jeruk sebagai energi alternatif terbarukan.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan dan kajian pustaka yang berguna bagi akademis khususnya dibidang Biofisika dalam lingkup biogas sebagai energi alternatif terbarukan.

2. Manfaat Lingkungan

Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan pembuangan limbah buah jeruk yang sudah rusak terutama di Lingkungan sungai.

3. Manfaat untuk Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan nilai jual buah jeruk, dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, dibatasi dengan bahan limbah yaitu :

1. menggunakan limbah buah jeruk (kulit dan daging buah)
2. Bakteri EM4 sebagai pembantu pembusukan dari limbah buah jeruk dan
3. Suhu yang digunakan untuk menyimpan digester yaitu suhu ruang.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Buah Jeruk

Limbah buah jeruk merupakan hasil buang dari pengkonsumsi buah jeruk. Jenis buah jeruk salah satunya adalah jeruk siam (*citrus sp.*) dengan Klasifikasi botani tanaman jeruk adalah sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rutales
Keluarga	: Rutaceae
Genus	: Citrus
Spesies	: Citrus sp.

Ada berbagai macam varietas jeruk yaitu jeruk dengan bentuk pohon besar tinggi yang buahnya berdaging dan rasanya masam segar, ada juga jeruk yang bentuk pohonnya kecil dan mempunyai rasa asam manis. Rasa asam memang berasal dari kandungan sitrat yang terkandung (Julian,2008)

Kulit jeruk kurang dimanfaatkan terutama oleh masyarakat konsumen buah jeruk, umumnya para konsumen hanya memakan daging buah jeruk saja dan kulit jeruknya hanya dijadikan limbah terbuang. Padahal jika diolah dengan benar kulit jeruk mempunyai potensi yang sangat besar. Salah satunya adalah potensi pemanfaatan kulit jeruk yang dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti bahan bakar fosil (Angga, 2011).

Menurut Imama (2013) di dalam kulit jeruk terdapat zat-zat pektin dan minyak atsiri yang mudah menguap. Selain itu, gas yang terdapat dari kulit jeruk tersebut juga mudah terbakar. Dalam kondisi yang masih segar, menyemprotkan minyak atsiri tersebut pada api lilin. Ternyata yang terjadi adalah api membesar dan

menimbulkan percikan-percikan api kecil, hal ini berarti bahwa minyak atsiri yang terkandung dalam kulit jeruk ini berpotensi sebagai bahan bakar. Salah satu bahan organik yang dimanfaatkan sebagai energi listrik ialah asam sitrat ($C_6 H_8 O_7$) yang banyak terdapat pada buah jeruk dan lemon. Penelitian yang dilakukan oleh Imamah (2013) yang berjudul efek variasi bahan elektroda serta variasi jarak antara elektroda terhadap kelisterikan yang dihasilkan oleh limbah buah jeruk bermanfaat bagi petani buah jeruk agar mempunyai gambaran untuk memanfaatkan limbah buah jeruk yang sebagai bio-batrai.

2.2 Limbah atau Sampah

Limbah atau sampah didefinisikan sebagai zat atau bahan buang yang dihasilkan dari proses kegiatan makhluk hidup. Sampah merupakan salah satu masalah global yang sulit untuk diatasi. Kurangnya usaha pemanfaatan sampah berdampak serius bagi lingkungan sekitar karena setiap harinya volume sampah bertambah. Jumlah rata-rata sampah di Surabaya per harinya adalah $8700 m^3$ dari total limbah sampah organik sebesar 87% yang didominasi oleh sampah sayur dan buah (Winanti, 2006).

Limbah biasa dilihat berupa tumpukan bekas, sisa kotoran hewan, tanaman atau sayuran. Jika limbah yang dikeluarkan melebihi ambang batas toleransi lingkungan sekitar sehingga yang terjadi yaitu konsentrasi keseimbangan lingkungan akan terganggu dan akan berdampak negatif terhadap lingkungan. Dampak yang diakibatkan misalnya di bidang kesehatan, maka solusi yang tepat yaitu melakukan penanganan terhadap limbah sesuai dengan bentuk dan jenis limbah.

2.2.1 Karakteristik Limbah

Adapun karakteristik dan jenis limbah secara umum sebagai berikut:

1. Berukuran mikro yaitu limbah yang ukurannya terdiri atas partikel-partikel kecil
2. Berukuran makro yaitu limbah yang ukurannya dapat dilihat dengan kasat mata

3. Limbah berdampak banyak yaitu limbah yang berdampak bukan pada lingkungan saja tetapi pada sektor-sektor lainnya seperti sektor perekonomian dan sector kesehatan.
4. Limbah yang berdampak jangka panjang yaitu limbah yang dihasilkan tidak dapat diselesaikan pada waktu singkat bahkan akan berdampak pada generasi berikutnya.

2.2.2 Golongan Limbah

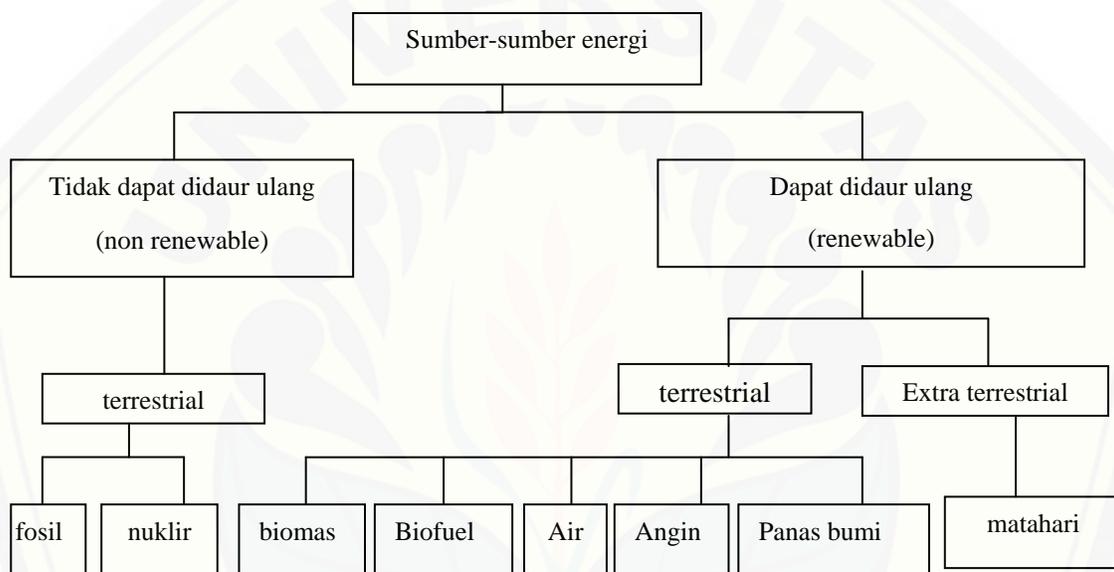
Limbah juga dapat digolongkan menjadi beberapa penggolongan yaitu:

- a. Berdasarkan polimer penyusun limbah dibagi menjadi dua
 1. Limbah yang dapat mengalami perubahan secara alami (mudah terurai) yaitu limbah yang dapat mengalami dekomposisi oleh bakteri dan jamur. Contoh: daun, sisa makanan dan kotoran
 2. Limbah yang lambat mengalami perubahan secara alami (tidak mudah terurai). Contoh: plastik, kaca dan kaleng.
- b. Berdasarkan wujudnya dibedakan menjadi tiga, yaitu:
 1. Limbah padat, limbah padat adalah limbah yang wujudnya padat dan bersifat kering, tidak dapat berpindah kecuali dipindahkan. Contoh : sampah plastik, logam, dan potongan kayu
 2. Limbah cair, limbah cair adalah limbah yang wujudnya cair yang bersifat larut dalam air dan selalu berpindah. Contoh: air bekas mencuci
 3. Limbah gas, limbah gas adalah limbah zat buangan yang berwujud gas. Contoh: gas buang kendaraan bermotor (Hafiudin, 2011).

2.3 Energi

Energi merupakan kemampuan sebuah benda untuk melakukan usaha. Energi juga disebut sesuatu yang bersifat abstrak yang sukar dibuktikan tetapi dapat dirasakan adanya. Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja (*energy is capacity fir doing work*). Availabilitas adalah kemampuan sistem untuk menghasilkan kerja yang berguna (*availability is an ability of a sistem to produce a useful effect*).

Jadi keberadaan availabilitas lebih realistis, mudah dibuat dan dapat dirasakan kegunaannya. Menurut hukum termodinamika pertama, energi bersifat kekal. Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi dapat dikonversi dari bentuk energi yang satu ke bentuk energi yang lain. Sedangkan availabilitas adalah kemampuan suatu sistem untuk menghasilkan suatu pengaruh yang berguna bagi kebutuhan manusia secara positif. Berikut secara diagram, sifat sumber energi dapat digambarkan seperti gambar 2.1



Gambar 2.1 Klasifikasi sumber energi berdasarkan sifat energi (Sumber : Zulkifli.1982)

a. Sumber energi yang tidak dapat didaur ulang

Sumber-sumber energi yang dapat habis dan tidak dapat didaur ulang yang berasal dari bumi adalah sumber energi konvensional yang pada umumnya merupakan energi tambang atau energi fosil yang berasal dari perut bumi, seperti minyak, gas dan batu bara.

b. sumber energi yang dapat didaur ulang

Dibedakan sumber energi yang dapat didaur ulang seperti biomassa, biofuel dan kayu bakar. Sumber-sumber ini mempunyai sifat pembentukan yang lebih singkat bahkan yang sudah tersedia di alam dan tidak merusak lingkungan.

1) Biomassa

Biomassa adalah proses daur ulang pada tumbuhan melalui fotosintesis dimana energi surya memegang peranan. Daun menyerap energi surya untuk proses pertumbuhannya dan mengeluarkan gas CO₂.

2) Biofuel

Biofuel adalah bahan bakar perantara yang terbentuk dari material organik umpan kimiawi sebagai transformasi prosen melalui radiasi surya secara fotosintesis untuk menghasilkan biogas, etanol cair, biodiesel dan arang bakar padat.

3) Biogas

Biogas adalah sumber energi yang bersih dan murah, diproduksi dari kotoran binatang maupun limbah sampah melalui proses anaerobik yang merupakan kegiatan microbial organism. Gas yang terdiri dari kandungan 70% gas metana dan sisanya gas lainnya seperti oksigen, hidrogen dan karbondioksida (Zulkifli, 1982).

2.4 Biogas

Menurut Astuti (2010) biogas dapat didefinisikan sebagai hasil gas dari limbah suatu produksi dari kotoran atau limbah sampah yang sudah tidak dapat didaur ulang yang dibantu dengan aktivitas anaerobik (fermentasi). Saat ini biogas sangat ramai dibicarakan baik masyarakat biasah maupun para peneliti, karena biogas adalah salah satu energi terbarukan yang ramah lingkungan. Biogas menghasilkan gas metana dan karbon, gas metana yang dihasilkan relatif lebih bersih, aman, dan emisi buang gas karbon lebih sedikit jika dibandingkan dengan batu bara. Saat ini, banyak negara-negara maju yang meningkatkan produksi biogas untuk rumah tangga.

Sejak tahun 2001 di Cina India dan Nepal produksi biogas mendapatkan apresiasi dari warga. Di Cina telah tersebar 2 juta rumah tangga yang menggunakan biogas setiap tahunnya. Pembuatan biogas merupakan cara efektif untuk mengurangi limbah yang berdampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan, di Cina pembuatan biogas menggunakan bahan dasar rumen sapi sangat berkembang dengan pesat. Masyarakat yang menggunakan biogas dari rumen sapi mempersiapkan

digester yang besar dan disalurkan dengan pipa menuju kompor sehingga biogas yang dihasilkan bisa langsung gunakan untuk memasak. (Edem dan Abeeku.2010).

Menurut Rahmiah (tanpa tahun) pemanfaatan sampah buah untuk produksi dapat memperkecil konsumsi sumber energi komersial seperti minyak bumi dan sekaligus mengurangi jumlah sampah. Biogas dihasilkan melalui proses pemecahan bahan organik yang melibatkan aktivitas bakteri mikroorganisme anaerob dengan tujuan penelitian yang dilakukan Rahmiah yaitu menentukan parameter-parameter produksi biogas dengan campuran buah. Parameter tersebut diantaranya total solid, volatile solid, dan pH. Data yang dihasilkan yaitu Biodigester beroperasi secara kontinyu dengan loading rate 2 kg/hari (sekali pengambilan data) dengan kapasitas biodigester 60 kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter-parameter proses awal produksi biogas diantaranya nilai rasio C/N sebesar 30, total solid sebesar 9,9%, volatile solid sebesar 78,9%, pH berkisar 6,5 - 7, dan suhu sebesar 28° C dapat menghasilkan produksi biogas yang semakin besar dengan kadar gas metana relatif konstan. Kadar gas metana kotoran sapi sebesar 50,1% (R-0), sementara untuk komposisi campuran sampah buah 1% sebesar 50,2% (R-1), 5% sebesar 50,0% (R-2), dan 10% sebesar 50,7% (R-3).

Secara umum besar kadar presentasi komposisi yang terkandung dalam biogas sebagai berikut:

2.1 Tabel Komposisi Kandunga Gas Secara Umum

Komponen	kandungan (%)
Metana (CH ₄)	55-75
Karbon Dioksida (CO ₂)	25-45
Nitrogen (N ₂)	0-0,3
Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	0-3
Oksigen (O ₂)	0.1-0,5
Hidrogen (H ₂)	0-5

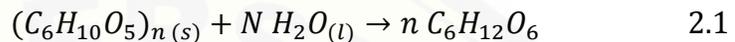
Sumber : (Edem dan Abeeku, 2010)

Reaksi kimia pembuatan biogas ada tiga tahap, yaitu :

2.4.1 Reaksi Hidrolisa / Tahap Pelarutan

Pada tahap ini bahan yang tidak larut seperti selulosa, polisakarida dan lemak diubah menjadi bahan yang larut dalam air seperti karbohidrat dan asam lemak. Tahap pelarutan berlangsung pada suhu 25° C di digester.

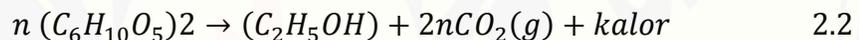
Reaksi :



2.4.2 Reaksi Asidogenik / Tahap Pengasaman

Pada tahap asidogenik, bakteri asam menghasilkan asam asetat dalam suasana anaerob. Tahap ini berlangsung suhu 25° C di digester

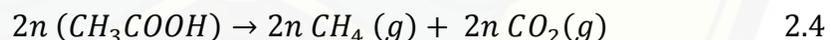
Reaksi :



2.4.3 Reaksi Metanogenik / Tahap Gasifikasi

Pada tahap ini, bakteri metana membentuk gas metana secara perlahan secara anaerob. Proses ini berlangsung selama 14 hari dengan suhu 25° C di dalam digester. Pada proses ini akan dihasilkan 70% CH₄, 30 % CO₂, sedikit H₂ dan H₂S

Reaksi :



Reaksi pembentukan metana dari limbah organik dituliskan disebagai berikut:



(Jean dan Pierre,2009).

Biogas memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari diantaranya yaitu sebagai bahan bakar pengganti LPG dan bahan bakar kendaraan bermotor pengganti bensin. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Fauzan *et al* (tanpa tahun) Mesin dapat dihidupkan menggunakan biogas dengan kandungan gas metana 56–60%. Hal ini sekaligus membuktikan bahwa digester yang dipergunakan dapat menghasilkan biogas yang layak untuk motor bakar.

3.5 Larutan

Larutan adalah campuran dari dua zat yang menjadi satu dengan konsentrasi tertentu, maka campuran suatu zat tersebut akan berubah. Zat yang jumlahnya lebih banyak maka disebut zat pelarut sedangkan zat yang jumlahnya lebih kecil disebut zat terlarut misalnya gula yang dicampur dengan air maka gula disebut sebagai zat terlarut dan air disebut sebagai zat pelarut (Ansari, 2013).

Ada beberapa jenis larutan diantaranya HCl dan KOH sebagai berikut:

3.5.1 Larutan HCl (Asam Klorida)

asam klorida yang dikenal dengan *HCl* adalah larutan jernih, tidak berwarna dan memiliki sifat koosif. Reaksi kimia HCl sebagai berikut:



Dengan kombinasi ion klorida Cl^- yang bersifat asam dan ion hidronium H_3O^+ hasil yang didapatkan yaitu larutan HCL dan air.

Beberapa manfaat HCl dalam kehidupan sehari-hari adalah

1. Asam klorida digunakan pada industri logam untuk menghilangkan karat atau kerak besi oksida dari besi atau baja.
2. Sebagai bahan baku pembuatan vinyl klorida, yaitu monomer untuk pembuatan plastik polyvinyl chloride atau PVC.
3. HCl merupakan bahan baku pembuatan besi (III) klorida ($FeCl_3$) dan polyalumunium chloride (PAC), yaitu bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku koagulan dan flokulan. Koagulan dan flokulan digunakan pada pengolahan air.
4. HCl merupakan bahan baku pembuatan besi (III) klorida ($FeCl_3$) dan polyalumunium chloride (PAC), yaitu bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku koagulan dan flokulan. Koagulan dan flokulan digunakan pada pengolahan air.
5. Di laboratorium, asam klorida biasa digunakan untuk titrasi penentuan kadar basa dalam sebuah larutan.

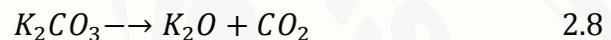
3.5.2 Larutan KOH / Kalium Hidroksida

Kalium Hidroksida atau yang sering dikenal dengan KOH adalah basa kuat yang terbuat dari logam alkali kalium yang memiliki nomor atom 19 pada tabel periodik. Adapun reaksi dalam proses pembuatan KOH yaitu:

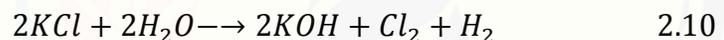
- a). Reaksi pembuatan kalium hidroksida (KOH) menggunakan logam kalium dikombinasikan dengan air



- b). Reaksi Pembuatan kalium hidroksida (KOH) dengan kalium karbonat dipanaskan hingga menjadi gas karbon dioksida dan oksida kalium setelah itu oksida kalium dikombinasikan dengan air



- c). Reaksi elektrolisis larutan kalium klorida



Dari ketiga reaksi di atas petunjuk yang harus diperhatikan yaitu kalium hidroksida KOH sangat berbahaya (Lukman, 2009).

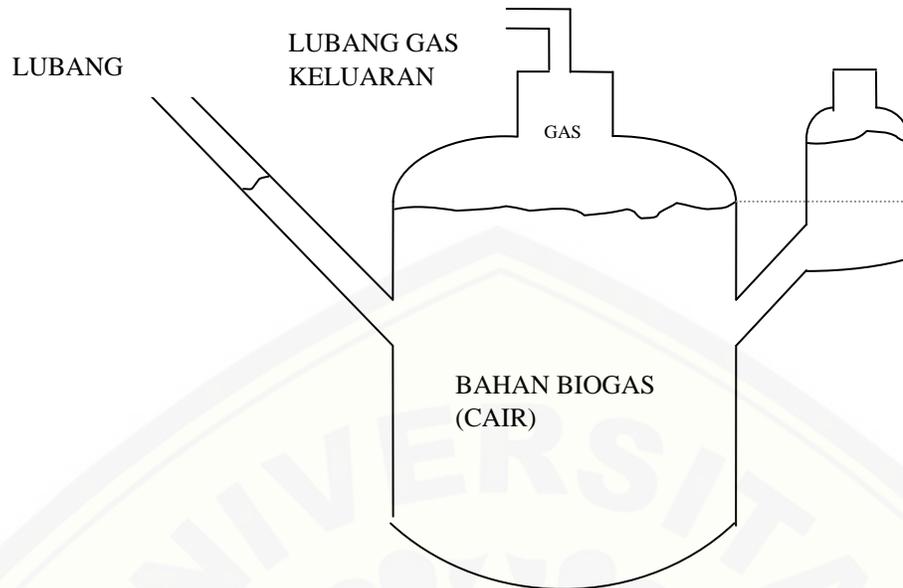
3.6 Reaktor Biogas (Biodigester)

Menurut Andianto (2011) terdapat beberapa jenis digester yang fungsi utamanya adalah memberikan kondisi anaerob (kedap udara) yaitu:

Secara umum ada dua jenis digester biogas berdasarkan konstruksinya yaitu:

3.6.1 Digester tipe kubah tetap (*fixed dome*)

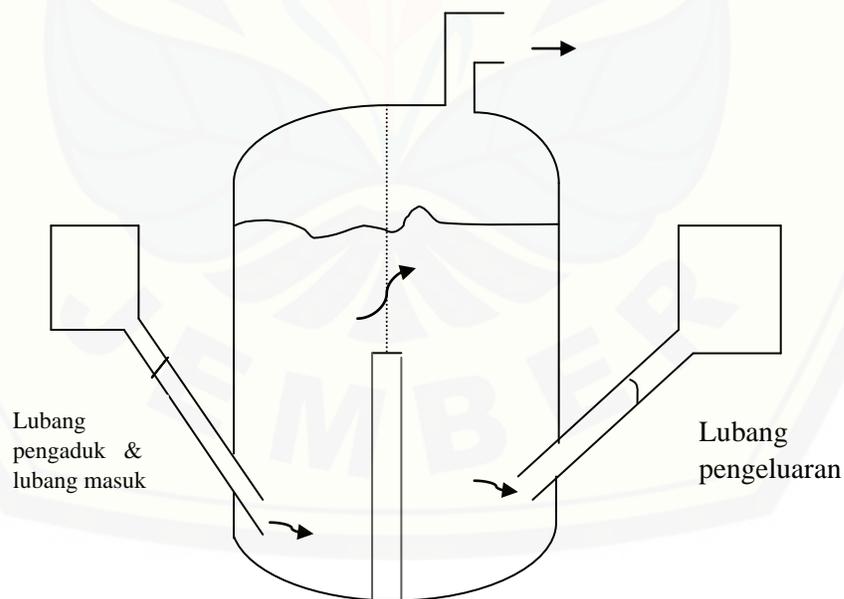
Digester tipe kubah tetap ini memiliki dua bagian yaitu digester dan bagian yang menyerupai kubah disebut kubah tetap. Digester merupakan tempat pencernaan material dan sebagai rumah bakteri, baik bakteri pembentuk asam ataupun bakteri pembentuk gas metana. Kubah tetap (*fixed dome*) merupakan tempat mengumpulkan gas (penyimpan gas).



Gambar 2.2. Digester tipe *fixed dome* (sumber: Andianto, 2011).

3.6.2 Digester tipe drum terapung (*floating drum*)

Digester tipe drum terapung memiliki drum yang berfungsi menyimpan gas hasil pencernaan dalam digester. Drum tipe ini dapat bergerak naik-turun, pergerakan drum mengapung pada cairan dan bergantung dari jumlah gas yang dihasilkan.



Gambar 2.4. Digester tipe *floating drum* (sumber: Andianto, 2011).

3.7 Macam-macam Metode Pengukuran Metana

Menurut Pham *et al* (2013) untuk mengukur jumlah metana pada gas menggunakan tiga metode yaitu metode *Verein Deutscher Ingenieure* (VDI), metode Moller dan metode Hansen.

3.7.1 Metode VDI

Langkah-langkah metode VDI sebagai berikut:

- a. Persiapan fermentasi
- b. Persiapan medium uji untuk memastikan nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan bakteri dan nilai pH yang standar mengikuti rekomendasi dari VDI 4630 dan ISO standard 11734
- c. Persiapan media yang digunakan meliputi: kalium dihidrogen fosfat (KH_2PO_4) sebanyak 0,27 gr, disodium hidrogen fosfat dodecahydrate ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 1,12 gr, ammonium chloride (NH_4Cl) sebanyak 0,53 gr, calcium chloride dihydrate ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 0,075 gr, magnesium chloride hexahydrate ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 0,10 gr, besi (II) chloride tetrahydrate ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 0,02 gr, sodium sulphide nonahydrate ($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 0,1 gr. Dan ditambahkan ke 1 liter aquades yang mengandung kurang dari 1 mg oksigen per liter.

Dari persiapan di atas, medium uji disiapkan sebelum nitrogen ditambahkan sehingga mengurangi oksigen dan kemudian 150 ml medium uji dimasukkan kedalam reaktor, menunggu adanya fermentasi selama satu minggu. Dengan perbandingan campuran larutan uji dengan substrat yaitu 2: 1 maka volume bertambah menjadi 620 ml. Reaktor ditempatkan di dalam ruangan dengan suhu 37°C . Untuk pengambilan gas menggunakan metode VDI yaitu mengambil gas dengan menggunakan metode suntik dan gas yang sudah didapatkan akan disuntikkan ke dalam tabung berbentuk U yang diisi dengan campuran larutan sehingga larutan akan turun, setelah itu larutan yang telah disuntikkan gas ditambah dengan KOH sehingga CO_2 akan terserap mengakibatkan larutan yang didalam tabung akan naik dan volume sisa tinggal gas

metana. Berikut adalah tabung berbentuk U yang digunakan untuk menghitung besar metana pada biogas yang dihasilkan :



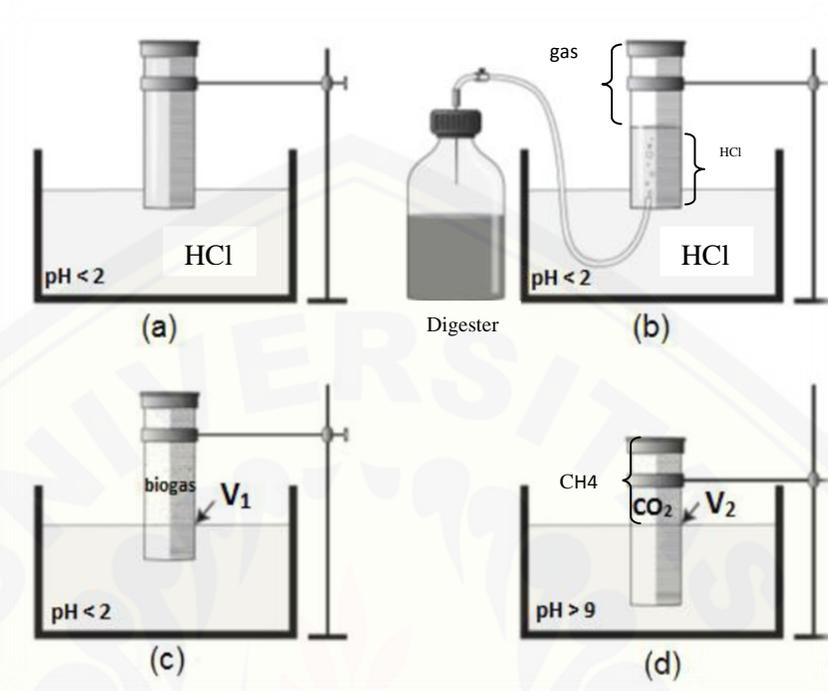
Gambar 2.4 Tabung berbentuk U (Sumber : Hadi, 2008)

3.7.2 Metode Moller

Dengan campuran bahan yang sama, campuran larutan uji yang sama dan pengambilan gas metan yang sama dengan metode VDI. Tetapi yang membedakan adalah perbandingan campuran larutan dan substrat limbah yaitu 1:1.

3.7.3 Metode Hansen

Dengan cara mempersiapkan fermentasi dan mempersiapkan rangkaian biodigester sebagai berikut:



Gambar 2.5. Rangkaian biodigester menggunakan metode Hansen

(Sumber : Pham et al. 2013)

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu penelitian dilakukan di Laboratorium Biofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada bulan Februari 2015 sampai selesai.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan sebanyak dua kali uji yaitu uji kandungan volume gas metana (CH_4) yang hasilnya dalam bentuk tabel dan grafik: milliliter metana untuk setiap pengambilan data, prosentase metana untuk setiap pengambilan data, prosentase untuk setiap digester berisi 4 liter bahan dan kilojoule kalor dari gas metana yang dihasilkan fermentasi limbah buah jeruk. Alat dan bahan yang digunakan pada kedua uji yaitu:

3.2.1 Alat dan bahan untuk mengukur kandungan volume gas metana (CH_4)

Beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk mengukur kandungan volume gas metana sebagai berikut:

- 1) Galon atau botol digunakan sebagai penampung limbah (tabung reaktor)
- 2) Selang digunakan sebagai penyambung antara tabung reaktor dengan gelas ukur gas metana
- 3) Kran digunakan sebagai sambungan agar gas yang tersalur melalui selang tidak bocor
- 4) Gelas ukur gas metana digunakan untuk pengambilan data gas metana
- 5) Bejana HCl digunakan untuk penampung larutan HCl
- 6) pH meter digunakan sebagai pengukur derajat keasaman larutan
- 7) Termometer digunakan sebagai pengukur suhu
- 8) Blender digunakan memperhalus limbah sehingga membantu proses fermentasi

- 9) Kulit dan daging limbah jeruk buangan (segar) digunakan sebagai bahan penelitian
- 10) Kulit dan daging jeruk busuk digunakan sebagai bahan penelitian
- 11) HCl digunakan sebagai larutan penyerap gas CO₂, gas metana dan gas pengotor lainnya
- 12) KOH digunakan sebagai larutan penyerap gas CO₂ dan gas pengotor lainnya
- 13) Bakteri EM4 digunakan untuk membantu proses fermentasi (*stater*)
- 14) Aquades

3.2.2 Alat dan bahan untuk mengukur nilai kalor yang dihasilkan dari gas limbah buah jeruk

Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk mengukur nilai kalor yang dihasilkan dari gas limbah buah jeruk (Uji kalor) sebagai berikut:

- 1) Gas yang dihasilkan oleh limbah buah jeruk digunakan sebagai bahan yang diukur nilai kalor
- 2) Air digunakan sebagai bahan yang dipanasi dari api yang dihasilkan
- 3) Kompor gas digunakan sebagai alat keluaran api yang dihasilkan oleh gas gas metana yang diperoleh dari fermentasi limbah buah jeruk
- 4) Cawan dan tutup digunakan sebagai tempat air dipanaskan
- 5) Termometer digital digunakan sebagai alat pengukur suhu
- 6) Stopwatch digunakan sebagai pengukur waktu seberapa lama api menyala
- 7) Gelas ukur digunakan sebagai pengukur air sesudah dan sebelum penelitian

Jenis limbah buah jeruk yang digunakan pada penelitian analisis kandungan metana pada biogas dari limbah buah jeruk sebagai sumber energi terbarukan adalah limbah buah jeruk siam (*Citrus sinensis osbeck*) dengan karakteristik yang ditampilkan dalam bentuk tabel 3.1 sebagai berikut:

















BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kedua bahan dasar limbah buah jeruk buangan dan limbah buah jeruk busuk memiliki potensi sebagai bahan limbah alternatif terbarukan yang hampir sama jika dilihat dari nilai total persentase. Kandungan metana dari limbah buah jeruk buangan untuk 3 bagian memiliki total prosentase yaitu $11,32 \pm 0,45\%$ bagian daging, $10,79 \pm 0,49\%$ bagian kulit dan $12,05 \pm 0,51\%$ bagian campuran. Sedangkan untuk limbah buah jeruk busuk yaitu $11,48 \pm 0,53\%$ bagian daging, $10,85 \pm 0,35\%$ bagian kulit dan $12,83 \pm 0,41\%$ katagori campuran.

Dari hasil analisis statistik pengukuran antara kadar metana pada limbah buah jeruk buangan dan limbah buah jeruk busuk yang dibagi menjadi 3 bagian hasilnya bervariasi dimana pada pengukuran total volume metana dan total kalor memiliki hasil analisis H_0 ditolak dan H_1 diterima yang artinya terdapat perbedaan yang tidak terlalu signifikan antara nilai total limbah buah jeruk buangan dengan limbah buah jeruk busuk. Tetapi untuk total kalor pada bahan kulit menunjukkan H_0 diterima dan H_1 ditolak yang artinya terdapat persamaan nilai total kalor pada limbah buah jeruk buangan dengan limbah buah jeruk busuk. Secara umum perbedaan nilai kandungan metana pada limbah buah buangan dan limbah buah busuk relatif tidak besar.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan dari hasil penelitian yang dapat dijadikan referensi dalam penyusunan tugas akhir untuk mendapatkan hasil yang sempurna dibutuhkan sarana alat yang memadai dan lebih canggih digunakan sebagai alat pengukur gas seperti kromatografi dan stargas.

DAFTAR PUSTAKA

- Adem C & Abeeku B. 2010. *Biogas technology dissemination in Ghana : history current status future prospects and policy significance. International Journal Of Energy and Environment*. Vol. 1 : 277-294;
- Andianto. 2011. *Aliran Slurry didalam Digester Biogas Tipe Aliran Kontinyu*. Universitas Indonesia: Jakarta;
- Angga, A. 2011. *Bisnis Kulit Jeruk dijadikan Sebagai Alternatif Pengganti Bahan Bakar Fosil*. STMIK Amikom Yogyakarta : Yogyakarta;
- Ansari, 2013. *Asam Hidroksida (HCl) Dan Kegunaannya*. [serial on line]. Diakses melalui [http://awasan.ilmu.kimia.com// asam hidroksida \(HCl\) dan kegunaannya](http://awasan.ilmu.kimia.com//asam%20hidroksida%20(HCl)%20dan%20kegunaannya). (29 Oktober 2014);
- Arum M, Sri N dan Anton M. 2013. *Pengaruh konsentrasi Inokulum Bakteri Zymomonas Mobilis Dan Lama Fermentasi Pada Poduksi Etanol Dari Sampah Sayuran Dan Buah Pasar Wonokromo Surabaya*. *Jurnal Sain dan Seni Pomits*. Vol. 2 : 2337-3520;
- Astuti, D. 2010. *Pengaruh Pretreatment jerami padi pada produksi biogas dari Jerami padi dan sampah sayur sawi hijau secara batch*. *Jurnal Rekayasa Proses*. Vol. 4 (1);
- Bjornsson, 2000. *Intensification Of The Biogas Proseses By Improved Proseses Monitoring And Bomass Retention*. www.agrigas.lu.se/members/Lo/thesisLo.pdf (diakses 29 oktober 2008);
- Budihardjo, A. (Tanpa tahun). *Kombinasi Feeding Biostater Dan Air Dalam Anaerobik Digester*. Universitas Diponegoro : Semarang;
- Fauzan A, Zamzami S, Selly R dan Faizal R. (Tanpa Tahun). *Pemanfaatan biogas atau landfillgas sebagai bahan bakar mesin bensin Isilinder 4 langkah*. Universitas Muhammadiyah Malang : Malang;
- Hadi, A. 2008. *A Simple Apparatus For Biogas Quality Determination*. *Misr.j.Ag.Eng* : 1055-1066;
- Hafiudin, T. 2009. *Pengelolaan Limbah*. Universitas Gajah Mada : Yogyakarta;

- Imama, N. 2013. *Etanol dari kulit jeruk sebagai bahan bakar alternatif*. UNESA : Surabaya;
- Imamah, N. 2013. *Evek Variasi Bahan Elektroda Serta Variasi Jarak Antar Elektroda Terhadap Kelistrikan Yang Dihasilkan Oleh Limbah Buah Jeruk*. Universitas Jember: Jember;
- Jean & Pierre B. 2009. *Biomass Gasification, Chemistry Processes And Applications*. Nova science publisher : New York;
- Julian, A. 2008. *Analisis faktor determinan keikutsertaan pertanian berkelompok pendapat dan pemasaran jeruk siram di Kabupaten Jember*. Universitas Jember : Jember;
- Lukman, 2009. *Mengenal Kegunaan Larutan HCL*. [Serial On Line]. Diakses melalui http://Aneka_ilmu_blogspot.com/2009/06/mengenal-kegunaan-larutan-HCl.html. [29 Oktober 2014];
- Mustaqim, Farid A dan Sugara S. 2010. *Produksi Biogas pada Digester Berbahan Fiber Berukuran 120L*. Universitas Indonesia : Jakarta;
- Pham C.H, Triolo J.M, Pedersen T dan Sommer S.G. 2013. *Validation and Recommendation of methods to measure biogas production potential of animal manure*. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. Vol. 26 (6) :864-873;
- Renita, M. 2004. *Proses Anaerobik Sebagai Alternatif Untuk Mengolah Limbah Sawit*. Universitas Sumatera Utara : Sumatera;
- Richardo, B. 2010. *Pembuatan Biogas Dari Limbah Organik dan Pemanfaatannya*. Univrsitas Indonesia : Jakarta;
- Rahmiah, S. (Tanpa Tahun). *Biogas sebagai Bahan Bakar Alternatif dari Sampah dan Biomasa*. Politeknik Negeri Ujung Padang : Makasar;
- Sutrisno, J. 2011. *Pembuaan Biogas dari Bahan Sampah Sayuran (Kubis, Kangkung dan Bayam)*. *Jurnal Teknik*. Vol. 08 (1);
- Wahyuni, S. 2011. *Menghasilkan Biogas dari Aneka Limbah*. PT Agomedia Pustaka : Jakarta;

Winanti, T. 2006. Studi Kemungkinan Pengolahan Sampah Organik Menjadi Kompos Di Darmotrade Center Pasar Wonokromo Surabaya. *Jurnal Teknologi Kejuruhan* vol.29 No 1(2006);

Zulkifli, H. 1982. *Penerapan Termodinamika jilid 2*. Erlangga: Jakarta

