



**RANCANG BANGUN *DIGESTER* BIOGAS DENGAN BAHAN BAKU
KOTORAN SAPI, SERBUK GERGAJI, DAN *EFFECTIVE
MICROORGANISM-4* (EM4)**

SKRIPSI

Oleh :

**Achmad Romeli
NIM 151710201106**

**KEMENTRIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**RANCANG BANGUN *DIGESTER* BIOGAS DENGAN BAHAN BAKU
KOTORAN SAPI, SERBUK GERGAJI, DAN *EFFECTIVE*
MICROORGANISM-4 (EM4)**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

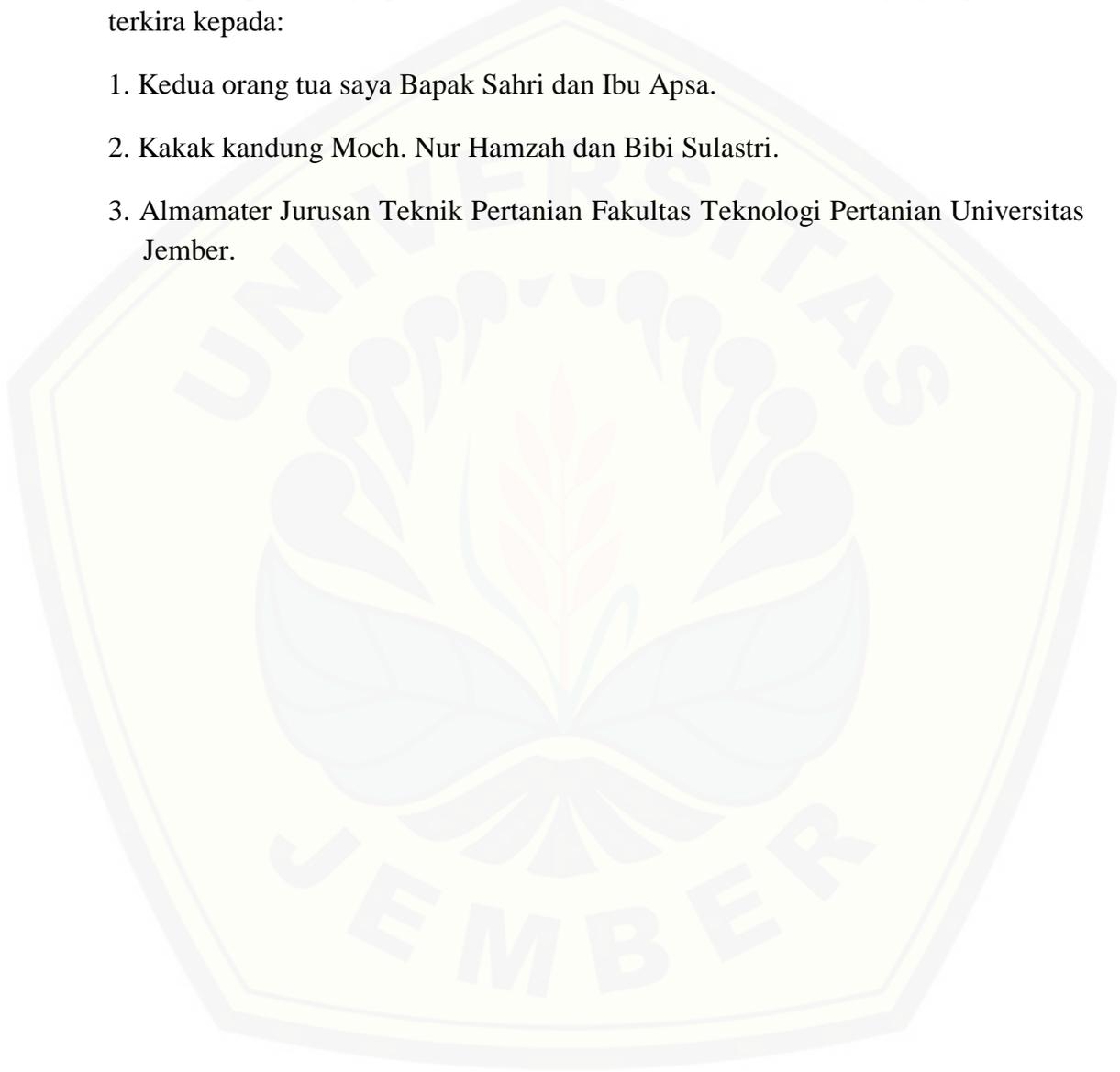
**Achmad Romeli
NIM 151710201106**

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terimakasih saya yang tidak terkira kepada:

1. Kedua orang tua saya Bapak Sahri dan Ibu Apsa.
2. Kakak kandung Moch. Nur Hamzah dan Bibi Sulastri.
3. Almamater Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

Tuhan tidak menuntut kita untuk sukses. Tuhan hanya menyuruh kita berjuang tanpa henti.

(Emha Ainun Nadjib)

Bila apa yang engkau harap-harapkan lambat datangnya, yakinlah bahwa Allah sedang menguji kesabaranmu.

(KH. Mustofa Bisri)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Romeli

NIM : 151710201106

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Rancang Bangun *Digester* Biogas dengan Bahan Baku Kotoran Sapi, Serbuk Gergaji, dan *Effective Microorganism-4* (EM4)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 21 Juli 2019

Yang menyatakan,

Achmad Romeli
NIM 151710201106

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN *DIGESTER* BIOGAS DENGAN BAHAN BAKU
KOTORAN SAPI, SERBUK GERGAJI, DAN *EFFECTIVE*
MICROORGANISM-4 (EM4)**

Oleh

**Achmad Romeli
NIM 151710201106**

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Dedy Wirawan S., S.T.P., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Rancang Bangun *Digester* Biogas dengan Bahan Baku Kotoran Sapi, Serbuk Gergaji, dan *Effective Microorganism-4* (EM4)” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 15 Agustus 2019

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Dedy Wirawan Soedibyo., S.T.P.,
M.Si.

NIP. 197407071999031001

Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.
NIP.197211301999032001

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.T.P., M.Eng.
NIP. 19680923 1994031009

Rufiani Nadzirah S.T.P., M.Sc
NRP. 760018059

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.T.P., M.Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Rancang Bangun *Digester* Biogas dengan Bahan Baku Kotoran Sapi, Serbuk Gergaji dan *Effective Microorganism-4* (EM4); Achmad Romeli, 151710201106; 2019; 55 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Digester merupakan suatu alat tampungan bahan-bahan organik dan limbah kotoran ternak untuk membentuk biogas yang bersifat anaerob. Komponen bahan *digester* mudah didapat, mudah dipindah-pindah dan terdiri atas drum bekas, pipa besi bekas, besi plat, selang dan kran. Tujuan penelitian ini untuk membuat rancangan alat pembuatan biogas dengan tiga bahan baku isian, menentukan volume *digester* biogas dan menentukan efektivitas alat *digester* biogas.

Pada penelitian ini dibuat alat tipe *digester fixed dome* terdiri dari komponen penting yaitu drum bekas yang mempunyai tinggi 88 cm dengan diameter 53,9 cm sebagai tabung penampung bahan baku isian, kran pengeluaran biogas sebagai keluarnya gas hasil fermentasi dihubungkan ke kompor melalui selang karet LPG, manometer U terbuat dari besi kecil diameter 0,5 cm dan tinggi 4,5 cm lalu dihubungkan ke selang transparan kecil berukuran 0,6 cm dengan panjang 3 m untuk mengukur tekanan selama proses terjadinya pembentukan biogas, lubang *output* dan lubang *input* untuk proses memasukkan bahan dan juga mengeluarkan bahan pada saat pengurasan berlangsung, selang volume biogas untuk mengukur volume yang berada didalam *digester* karena tidak tampak dari luar, selanjutnya tutup lubang *output* dan *input* yang terbuat dari besi plat dengan panjang 20 cm dan lebar 20 cm, tutup lubang tersebut terdapat kunci yang terbuat dari drat besi dengan panjang 19,5 cm dan plat besi kecil dengan panjang 14,5 cm. Efektivitas alat dapat diketahui karena mampu dan berhasil membentuk gas diatas sumber acuan yang telah didapatkan. Tekanan gas yang didapatkan bahan baku kotoran sapi sebesar 1,0106 atm, campuran bahan baku kotoran sapi dan serbuk

gergaji 1,0499 atm, campuran bahan baku kotoran sapi dan *effective microorganism-4* (EM4) sebesar 1,0420 atm.



SUMMARY

Design of Biogas Digester With Raw Materials of Cow Dung, Sawdust, and Effective Microorganism-4 (EM4); Achmad Romeli, 151710201106; 2019; 55 pages; Department of Agricultural Engineering Fakultas Agricultural Technology University of Jember.

Digester is a tool for organic materials and waste of cow dung to produce anaerobic biogas. The components of the digester material are easy to obtain, easy moving and consist of used drums, used iron pipes, iron plates, hoses and faucets. The purpose of this research was to assembly design of biogas produce equipment with three fill raw materials, determine the volume of biogas digester and determine the effectiveness of biogas.

In this study to assembly fixed dome digester consists of important components that are used drums that have a height of 88 cm with a diameter of 53.9 cm as a container raw material, faucet production of biogas as a result of fermented gas linked to the stove through LPG rubber hose, U manometer was made of small iron diameter 0.5 cm and height 4.5 cm and then connected to a small transparent hose measuring 0.6 cm with a length of 3 m to measure the pressure during the process of the establishment of biogas, output holes And the input holes for the process of inserting the materials and also removing the materials at the time of the drain, the biogas volume hose to measure the volume that was in the digester because it does not appear from the outside, then close the output holes and inputs made of plate iron with a length of 20 cm and a width of 20 cm, there was a key on the manhole cover that made of iron thread with a length of 19.5 cm and a small iron plate with a length of 14.5 cm. The effectiveness of the tool can be known because it is capable and successfully formed gas above the source of reference obtained. Gas pressure acquired raw material of cow dung amounting to 1.0106 atm, a mixture of raw materials of cow dung and sawdust 1.0499 atm, a mixture of cow dung raw materials and effective microorganism-4 (EM4) of 1.0420 atm.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmad dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi “Rancang Bangun *Digester* Biogas Dengan Bahan Baku Kotoran Sapi, Serbuk Gergaji, dan *Effective Microorganism-4* (EM4)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, S.T.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Komisi Bimbingan yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Askin, S.T.P., M.MT. (Alm), selaku dosen terbaik dan selalu memberi semangat motivasi hidup serta membimbing dalam penulisan skripsi ini.
4. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terimakasih atas semua ilmu dan pengalaman yang telah diberikan serta bimbingan selama studi di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
5. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, terimakasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
6. Keluarga saya, Bapak Sahri dan Ibu Apsa. Serta kakak kandung Moch. Nur Hamzah, Sulastri sebagai tante dan Nia Yusrotul ayunda sebagai ponakan. Terima kasih telah membesarkan, membimbing dan memberi motivasi lebih.
7. Teman-temanku TEP-A 2015 tercinta yang telah mendukung penuh kinerja saya dalam penulisan ini.

8. Tim biogas Mario dan Alfin telah membantu banyak atas penulisan skripsi ini.
9. Keluarga besar satu rumah kontraan J-15 (Fahrus, Nanda, Binar, Yandra, Jacky, Putra) yang kerap kali memberi semangat.
10. Teman seperjuangan tim koalisi puisi, huru-hara fc, panser fc, putra muda petung fc, warga kampoeng baroe fc dan KSOP yang telah memotivasi penuh untuk skripsi ini.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu pada penulisan skripsi ini.

Penulis juga mengharapkan segala masukan dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

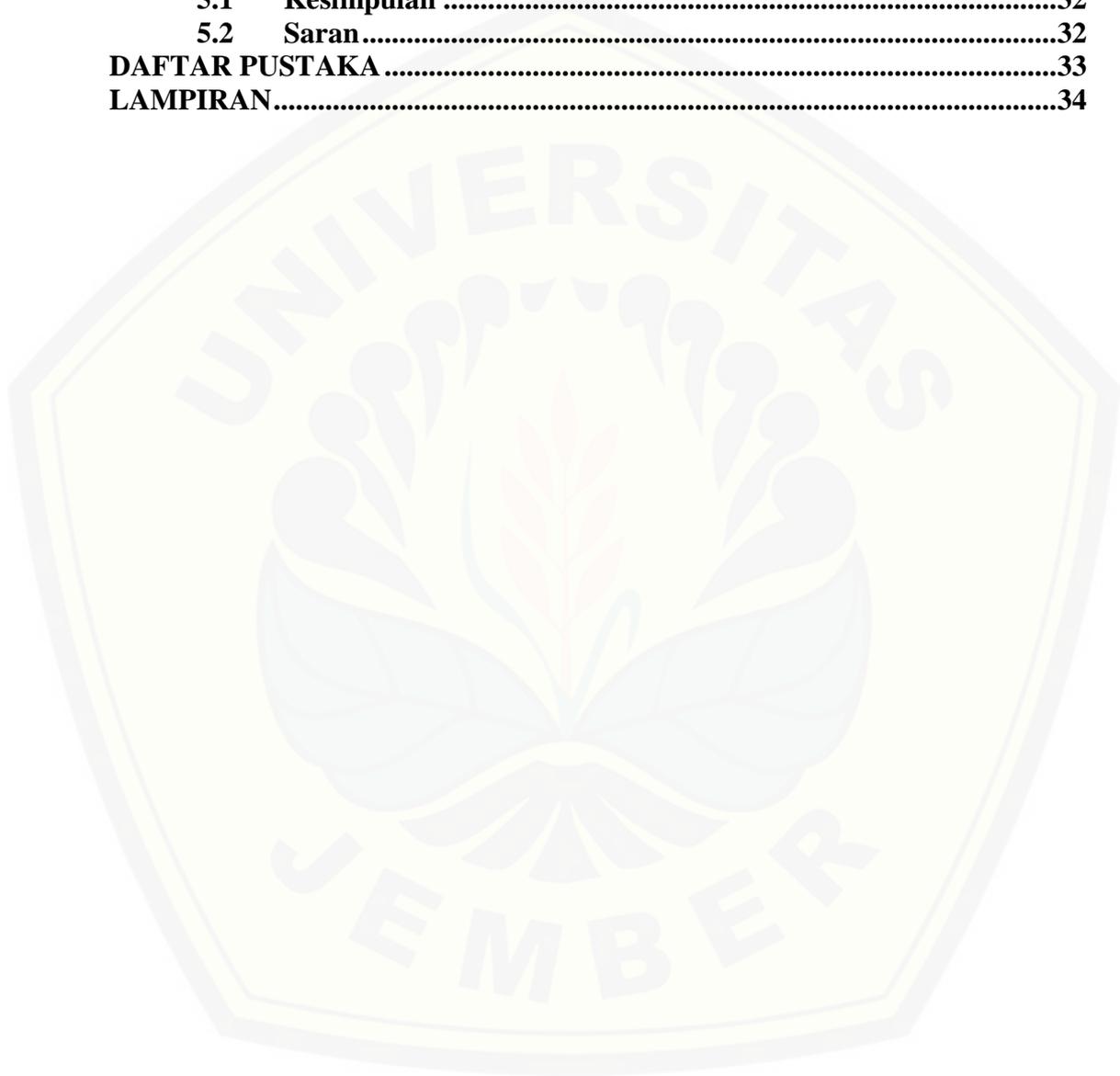
Jember, 21 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

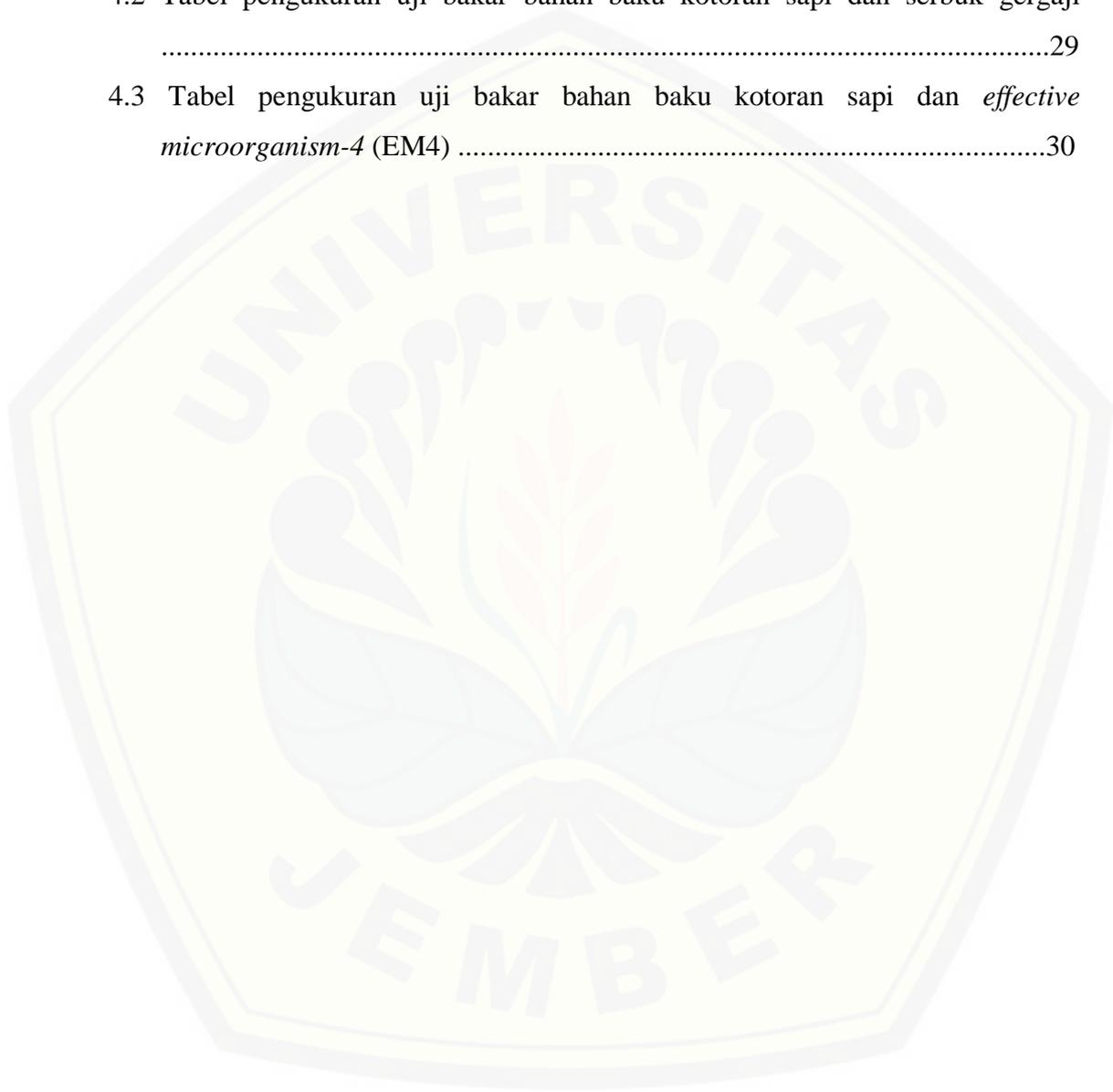
	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN/SUMMARY	viii
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB.1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB.2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Digester Biogas	3
2.1.1 Jenis Digester.....	3
2.1.2 Komponen Utama Digester	6
2.2 Biogas	7
2.2.1 Proses Pembentukan Biogas	7
2.2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pembuatan Biogas	8
2.3 Limbah Kotoran Sapi	9
2.4 Serbuk Gergaji	9
2.4 <i>Effective Microorganism-4 (EM4)</i>	9
BAB.3 METODE PENELITIAN	10
3.2 Waktu dan Tempat	10
3.3 Tahapan Penelitian	10
3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan	11
3.3.2 Pembuatan Reaktor Biogas	12
3.3.3 Pemasangan Alat Ukur	13
3.4 Rancangan Bangun Reaktor Biogas	13
3.5 Rancangan Operasional	14
3.6 Rancangan Fungsional	14
3.7 Analisis Data	16
BAB.4 PEMBAHASAN	17
4.1 Rancang Desain <i>Digester Biogas</i>	17
4.2 Perhitungan Volume Digester	22

4.3	Uji Kelayakan alat	23
4.4	Efektivitas Alat	25
	4.4.1 Faktor yang mempengaruhi kebocoran	26
	4.4.2 Tekanan	27
	4.4.3 Uji Bakar	28
BAB.5	KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1	Kesimpulan	32
5.2	Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	34



DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Tabel perhitungan tekanan.....	27
4.2 Tabel pengukuran uji bakar bahan baku kotoran sapi dan serbuk gergaji	29
4.3 Tabel pengukuran uji bakar bahan baku kotoran sapi dan <i>effective microorganism-4</i> (EM4)	30

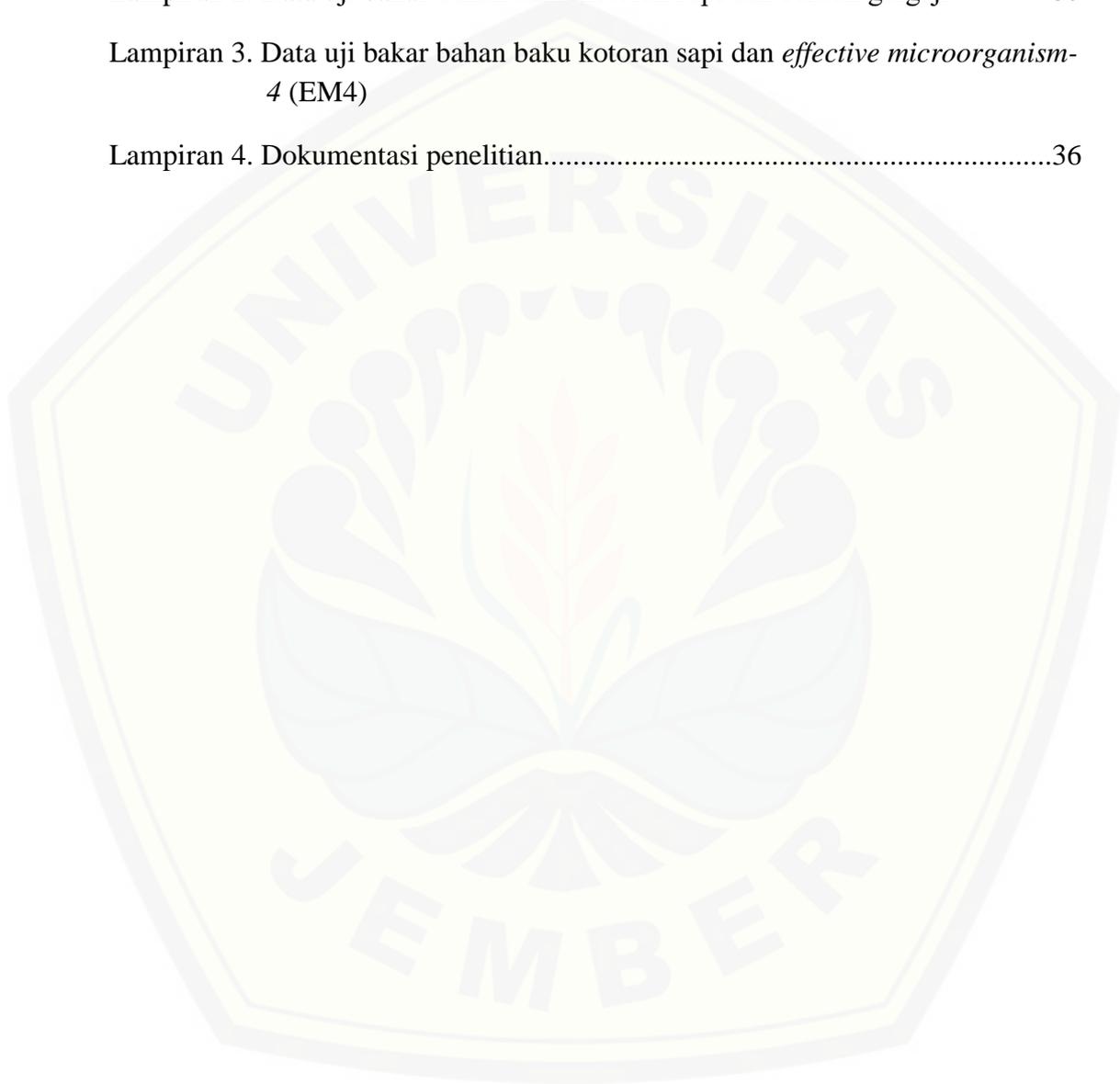


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Rancang bangun <i>digester tipe fixed dome</i>	4
2.2 <i>Digester tipe floating dome</i>	5
2.3 <i>Digester tipe baloon</i>	5
2.4 <i>Digester tipe plug flow</i>	6
3.1 Diagram alir penelitian.....	11
3.2 <i>Digester</i> tampak depan.....	13
4.1 <i>Digester tipe fixed dome</i>	17
4.2 Diameter drum <i>digester</i>	18
4.3 Kran.....	18
4.4 Manometer U.....	19
4.5 Lubang <i>input</i>	19
4.6 Selang pengukur volume.....	20
4.7 Lubang <i>output</i>	21
4.8 Penutup lubang.....	21
4.9 Kunci penutup lubang <i>input</i> dan <i>output</i>	22
4.10 Uji kebocoran.....	24
4.11 Uji nyala api.....	25
4.12 Penambalan kebocoran.....	27
4.13 Uji bakar.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data pengukuran tekanan.....	34
Lampiran 2. Data uji bakar bahan baku kotoran sapi dan serbuk gergaji.....	35
Lampiran 3. Data uji bakar bahan baku kotoran sapi dan <i>effective microorganism-4</i> (EM4)	
Lampiran 4. Dokumentasi penelitian.....	36



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan pokok bagi makhluk hidup, terutama manusia. Penggunaan energi oleh manusia hampir semua aktivitas untuk keperluan sehari-hari mulai dari penggerak transportasi dan berbagai macam kebutuhan rumah tangga. Energi fosil yang tidak dapat diperbarui hingga saat ini mendominasi sebagai energi kebutuhan manusia seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam. Masyarakat Indonesia sebagian besar masih ketergantungan dengan energi fosil yang tidak dapat diperbarui tersebut. Besarnya energi yang dibutuhkan semakin lama maka semakin meningkat, dilihat dari besarnya penggunaan sehari-hari. Teknologi biogas dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif dengan proses fermentasi kotoran sapi secara anaerobik yang dapat menghasilkan gas metan.

Reaktor (*digester*) biogas merupakan salah satu solusi untuk masyarakat mengurangi ketergantungan pemakaian bahan bakar fosil serta mengurangi limbah besi yang terdapat dilingkungan sekitar. Limbah sisa potongan besi dimanfaatkan sebagai pembuatan reaktor biogas untuk membentuk limbah organik menjadi gas. Teknologi biogas ini dapat membantu kesulitan masyarakat akibat kenaikan dan kelangkaan bahan bakar. Pembuatan *Digester* biogas tidak membutuhkan biaya yang mahal, menggunakan bahan-bahan bekas yang ada di sekitar seperti drum besi, besi plat, pipa besi. Proses pembentukan biogas pada penelitian ini menggunakan bahan baku kotoran sapi, serbuk gergaji dan *effective microorganism-4* yang memiliki prinsip kerja fermentasi dan bersifat anaerob.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka masalah yang terdapat dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut ini.

1. Bagaimana proses rancangan alat digester biogas dengan tiga level (1) kotoran sapi, (2) kotoran sapi dan serbuk gergaji, (3) kotoran sapi, serbuk gergaji, dan EM4.
2. Bagaimana mengetahui pengukuran volume digester biogas.

3. Bagaimana menentukan efektivitas alat digester biogas.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi mengetahui rancangan alat, pengukuran volume digester, dan efektivitas alat (digester) sebagai alat pembuatan biogas. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini (1) kotoran sapi, (2) kotoran sapi dan serbuk gergaji, (3) kotoran sapi, serbuk gergaji, dan EM4.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. membuat rancangan alat pembuatan biogas dengan tiga bahan baku isian (1) kotoran sapi, (2) kotoran sapi dan serbuk gergaji, (3) kotoran sapi, serbuk gergaji, dan EM4;
2. menentukan volume digester biogas;
3. menentukan efektivitas alat digester biogas.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dengan penelitian ini sebagai berikut ini.

1. Bagi IPTEK

Manfaat yang didapatkan dengan penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi mengenai rancangan alat, volume *digester* dan efektivitas alat *digester* biogas.

2. Bagi Instansi

Manfaat yang didapatkan dengan penelitian ini yaitu dapat dijadikan sumber rujukan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

3. Bagi Masyarakat

Masyarakat dapat mengetahui informasi mengenai pemanfaatan bahan bekas khususnya drum, pipa besi, plat besi untuk dijadikan *digester* biogas.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Digester Biogas

Reaktor biogas merupakan suatu tempat penampung suatu bahan-bahan penghasil biogas dan juga terjadinya reaksi kimia dimana konstruksinya tergantung dari variabel yang dibutuhkan untuk proses kimia, seperti suhu, volume, konsentrasi perpindahan panas dan lain sebagainya (Ikhsan *et al*, 2013).

Alat penghasil biogas secara anaerobik pertama dibangun pada akhir abad ke-19. Jerman dan Perancis negara yang telah menjadikannya riset pembentukan gas metan pada masa perang dunia dua. Sewaktu perang dunia banyak petani di benua Eropa yang membuat alat penghasil biogas guna menjadi bahan bakar traktor. Pengembangan alat penghasil biogas juga dikembangkan di negara-negara berkembang lainnya seperti India, Korea, Taiwan dan lain sebagainya (Pertiwiningrum, 2016:3).

Untuk terciptanya suatu pembentukan biogas diperlukan alat *digester* yang mempunyai prinsip kerja menciptakan suatu tempat penampung bahan baku organik dengan kondisi anaerob (tertutup) sehingga bahan organik tersebut dapat difermentasi oleh bakteri metanogen untuk menghasilkan biogas. Bahan organik sisa pembuatan biogas bisa dibuat pupuk tanaman organik ramah lingkungan (Pertiwiningrum, 2016:5).

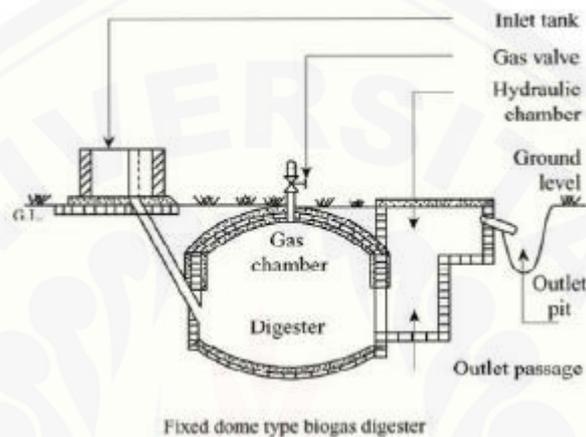
2.1.1 Jenis Digester

Terdapat beberapa jenis digester biogas yang dapat dilihat dari segi konstruksi, jenis aliran, dan dan posisi terhadap permukaan tanah. Adapun hal penting dalam pemilihan jenis digester nantinya, tujuan utama dari pembuatan digester tersebut adalah mengurangi jumlah kotoran dan menghasilkan biogas yang mempunyai kandungan metana CH₄ yang tinggi (Suyitno *et al*, 2010).

Menurut Pertiwiningrum (2016), Teknologi biogas dari segi konstruksi mengalami perkembangan yang cukup signifikan dari waktu ke waktu. Hal tersebut ditemukannya berbagai macam digester yang telah dibuat dari sebelum-sebelumnya. *Digester* tersebut dibedakan menjadi tiga yaitu sebagai berikut.

1. Tipe *Fixed dome* (kubah tetap)

Digester jenis *fixed dome* mempunyai volume tetap. Dalam bigester jenis *fixed dome* (kubah tetap) gas yang terbentuk akan segera dialirkan ke penampung hasil dari biogas tersebut. Pada indikator produksi gas dapat dilakukan pemasangan indikator tekanan. *Digester* tipe *fixed dome* disajikan pada Gambar 2.1 sebagai berikut.



Gambar 2.1 *Digester* tipe *fixed dome*
(Sumber : Pertiwiningrum, 2016)

Setiap alat tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing pada alat tersebut seperti *digester* tipe *fixed dome* ini, antara lain sebagai berikut.

a. Kelebihan

Pada *digester* tipe *fixed dome* tidak ada bagian yang bergerak dan komponen alat mudah didapatkan.

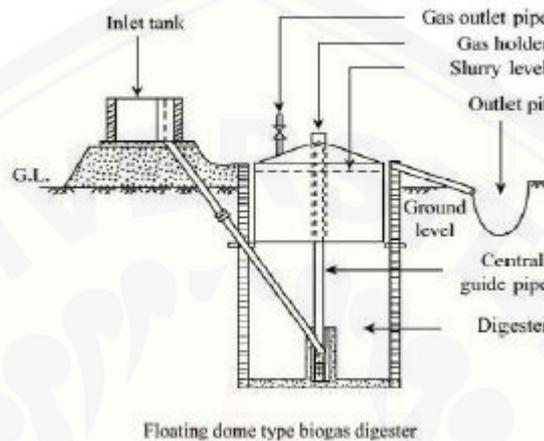
b. Kekurangan

Rawan terjadi keretakan dibagian penampung gas dan tekanan tidak stabil karena tidak adanya katup gas.

2. Tipe *Floating dome* (kubah apung)

Digester tipe *floating dome* (kubah apung) terdapat bagian reaktor yang dapat bergerak seiring dengan kenaikan tekanan reaktor, bagian yang bergerak tersebut berfungsi sebagai pengumpul biogas. Namun ada kelemahan dalam *digester Floating Dome* (kubah apung) yaitu:

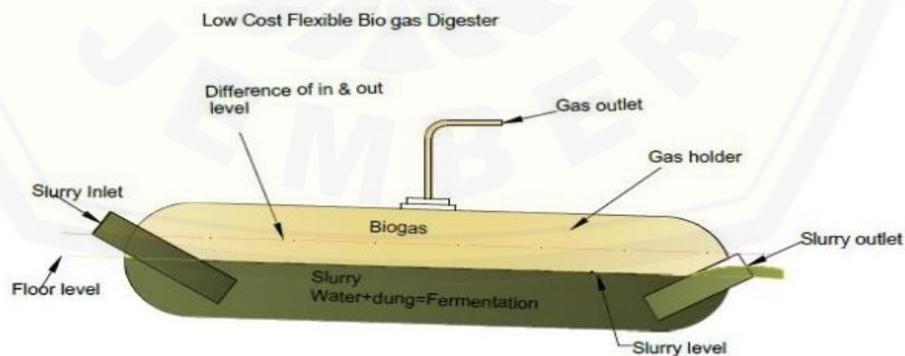
- a. material dari tampungan yang dapat bergerak tersebut juga harus dipilih dari material yang tahan erosi dan otomatis harganya yang mahal.
- b. membutuhkan keterampilan khusus untuk membuat tampungan gas yang dapat bergerak (Pertiwiningrum, 2016). *Digester tipe floating dome* disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Digester tipe floating dome*
(Sumber : Pertiwiningrum, 2016)

3. *Digester tipe baloon*

Tipe *digester* ini memiliki desain konstruksi terbuat dari bahan plastik yang pada ujungnya dipasang pipa masuk untuk bahan baku isian dan pipa keluar slurry. *Digester* tipe baloon disajikan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Digester tipe baloon*
(Sumber : Pertiwiningrum, 2016)

Tipe *digester baloon*, berdasarkan segi konstruksi terdapat pula kelebihan dan kekurangan seperti *digester* pada umumnya, antara lain sebagai berikut.

a. Kelebihan

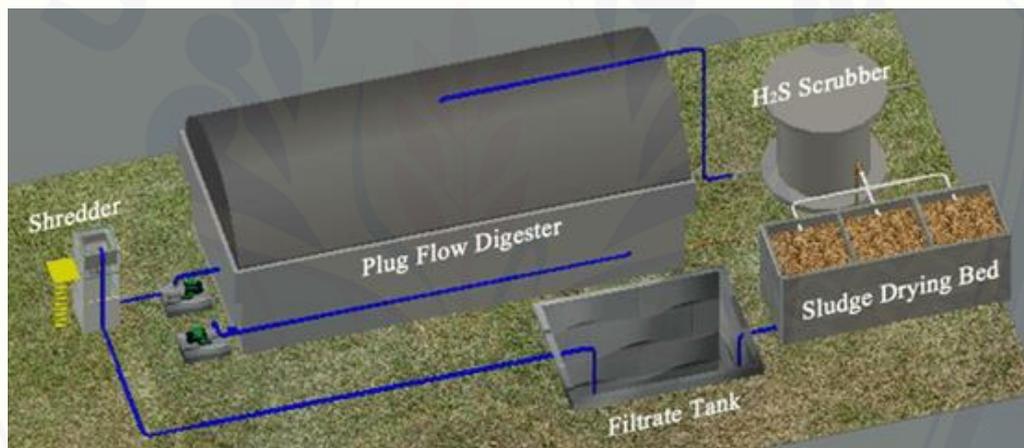
Kelebihan dari *digester* baloon yaitu biaya pembuatan murah, mudah dibersihkan dan mudah dipindahkan.

b. Kekurangan

Kekurangan *digester baloon* yaitu waktu pakai relatif singkat dan mudah rusak.

4. *Digester* tipe *plug flow*

Digester tipe ini memiliki terbuat dari pipa polivinil klorida (PVC) yang pada ujungnya dipasang suatu wadah untuk memasukkan dan mengeluarkan kotoran. *Digester* tipe mempunyai kelebihan yaitu lebih praktis, biaya murah, dan desain konstruksi lebih mudah. Tipe *digester* jenis ini biasanya dipakai dalam skala kecil atau rumahan (Pertiwiningrum, 2016). *Digester* jenis *plug flow* disajikan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Digester* tipe *plug flow*

(Sumber : Pertiwiningrum, 2016)

2.1.2 Komponen Utama *Digester*

Menurut Suyitno *et al* (2010) komponen *digester* sampai saat ini sudah banyak dipakai dan bervariasi. Komponen-komponen secara umum terdiri atas empat komponen utama sebagai berikut.

1. Saluran masuk

Saluran masuk tersebut digunakan untuk memasukkan campuran kotoran ternak, air dan bahan pembuatan biogas lainnya.

2. Ruang fermentasi

Ruangan fermentasi berfungsi sebagai tempat untuk proses fermentasi dan dibuat kedap tanpa udara dan dalam ruangan tersebut dilengkapi penampung biogas.

3. Saluran keluar residu

Saluran keluar residu untuk mengeluarkan kotoran yang telah mengalami proses fermentasi.

4. Tangki penyimpanan biogas

Tujuan dari tangki penyimpanan gas yaitu untuk menyimpan gas yang dihasilkan dari proses fermentasi dari bahan-bahan pembuatan biogas tersebut.

2.2 Biogas

Sejarah dan potensi pengembangan biogas di Indonesia awalnya dikembangkan oleh orang-orang dari negeri Cina yang memanfaatkan rawa yang biasa disebut gas rawa metana. Pada tahun 1778 Alessandro Volta menemukan ide untuk proses fermentasi pembentukan gas metana, sedangkan tahun 1896 di Inggris digester anaerobik dibangun untuk mengolah biogas. Namun di Indonesia biogas yang sebagai energi alternative mulai dikembangkan pada tahun 1970-an (Wahyuni, 2013).

2.2.1 Proses Pembentukan Biogas

Biogas terbentuk melalui serangkaian proses kimia yang melibatkan mikroorganisme. Secara karakteristik fisik biogas berbentuk gas. Oleh sebab itu proses pembentukannya membutuhkan ruangan yang tertutup dan kedap supaya stabil dalam proses pembentukan. Adapun mekanisme pembentukan biogas secara umum sebagai berikut.

Mikroorganism anaerob

Bahan organik \rightarrow $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2 + \text{NH}_3$(2.1)

Secara keseluruhan terdapat tiga proses utama dalam pembentukan biogas yaitu proses hidrolisis, asidifikasi (pengasaman), metanogenesis. Dari semua proses tersebut tidak lepas dari bantuan mikroorganisme anaerob.

a. Hidrolisis

Hidrolisis adalah tahap awal dari sebuah fermentasi dan tahap ini merupakan penguraian bahan organik senyawa kompleks yang mudah larut seperti lemak, protein, dan karbohidrat menjadi senyawa sederhana (Wahyuni, 2013).

b. Asidifikasi (pengasaman)

Pembentukan senyawa pada proses hidrolisis akan dijadikan sumber energi bagi mikroorganisme pada tahap selanjutnya yaitu pengasaman (Wahyuni, 2013).

c. Metanogenesis

Bakteri metanogen seperti *methanococcus*, *methanosarcina*, dan *methanobacterium* berperan untuk mengubah lanjutan dari laju pengasaman menjadi gas metan, karbondioksida dan air yang merupakan komponen penyusunan biogas (Wahyuni, 2013).

2.2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pembuatan Biogas

Dalam proses pembuatan biogas ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil dari biogas tersebut seperti suhu, pH, konsentrasi substrat, dan zat beracun. Berikut penjelasan faktor-faktor yang mempengaruhi proses pembuatan biogas.

1. Bahan Baku Isian

Bahan baku isian tersebut berasal dari bahan organik seperti kotoran ternak, limbah pertanian, sampah organik, dan limbah sisa masakan dapur (Lazuardy, 2008).

2. Suhu

Proses produksi biogas dapat dihasilkan dengan kisaran suhu 4 – 60°C dan suhu terjaga konstan. Bakteri yang menghasilkan enzim yang lebih banyak dengan suhu optimum 35 – 60°C (Manurung, 2004).

3. Derajat Keasaman (pH)

Bakteri penghasil gas metana sensitif terhadap perubahan pH, bakteri dapat bekerja optimum berkisar pH 6,4 – 7,4. Sedangkan untuk bakteri yang tidak menghasilkan metana tidak sensitif terhadap perubahan pH (Manurung, 2004).

4. Konsentrasi Substrat

Konsentrasi substrat dapat mempengaruhi proses kerja mikroorganisme. Sel mikroorganisme mengandung unsur karbon, nitrogen, posfor (Manurung, 2004).

5. Kandungan Bahan Kering

Bahan baku isian umumnya berupa campuran yang berbentuk bubur dan bentuk bubur tersebut dapat diperoleh jika bahan baku memiliki kadar air yang tinggi. (Lazuardy, 2008).

6. Lama Fermentasi

Proses lama fermentasi atau pencernaan limbah ternak dan bahan baku isian lainnya dapat berlangsung berkisar 60-90 hari (Lazuardy, 2008).

2.3 Limbah Kotoran Sapi

Sektor peternakan merupakan salah satu sektor usaha unggulan di Indonesia yang terus mengalami peningkatan kualitas, populasi beserta limbah kotorannya. Pada sektor peternakan skala kecil atau skala rumahan biasanya masyarakat memelihara ternak khususnya sapi 2-5 ekor setiap individunya. Pada unit skala besar biasanya dapat memelihara puluhan sampai ratusan ekor ternak sapi, hal tersebut meningkatkan limbah ternak tersebut. (Wahyuni, 2013).

2.4 Serbuk Gergaji

Limbah serbuk gergaji adalah limbah butiran kayu yang didapat dari hasil pemotongan kayu dan meubel-meubel (pengrajin kayu). Serbuk gergaji sering dianggap limbah yang tidak berguna dan dibiarkan menjadi tumpukan-tumpukan limbah disetiap tempatnya (Kooskurniasari, 2014).

2.5 *Effective Microorganism-4* (EM4)

Effective Microorganism-4 (EM4) adalah mikroorganisme (bakteri) pengurai yang dapat membantu dalam proses pembusukan sampah organik. *Effective Microorganism-4* (EM4) berisi sekitar 80 genus mikroorganisme fermentasi (Ardiningtyas, 2013). EM4 merupakan suatu tambahan untuk mengoptimalkan pemanfaatan zat-zat makanan (Aji, 2015).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini memerlukan rentan waktu 2 bulan, yang dimulai pada bulan Februari sampai Maret 2019. Penelitian ini dilaksanakan di Dusun Krajan, Desa Petung, Kecamatan Bangsalsari, Kabupaten Jember.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

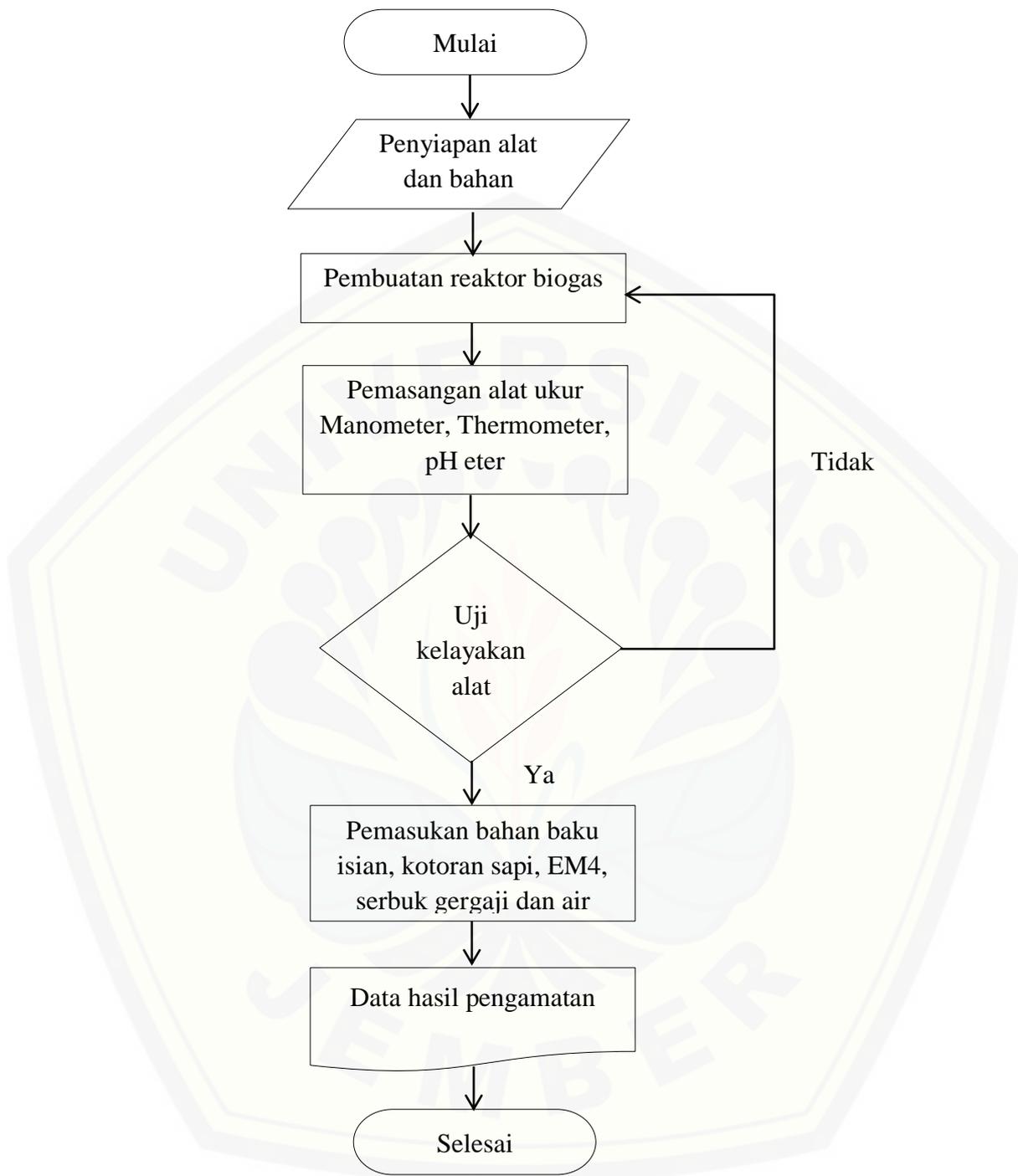
- a. Las (alat penyambung besi)
- b. Gergaji besi
- c. Perekat besi
- d. Mistar
- e. Roll meter

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Drum
- b. Selang
- c. Pipa besi
- d. Kran
- e. Manometer
- f. Thermometer
- g. pH meter

3.3 Tahapan penelitian

Penelitian mengenai rancangan alat digester biogas mengenai analisis rancangan alat, pengukuran volume digester, dan efektivitas alat pada produksi biogas berbahan baku limbah kotoran sapi, serbuk gergaji, dan *effective microoragism-4* (EM4). Gambar 3.1 berikut ini merupakan tahapan penelitian mengenai rancangan alat digester biogas.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan

Pada tahap persiapan alat dan bahan dilakukan penyiapan alat dan bahan sebagai penelitian. Alat yang digunakan untuk penelitian ini yaitu manometer (mengukur tekanan gas), thermometer, pH meter dan reaktor biogas. Sedangkan

bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu kotoran sapi, *Effective Microorganism-4* (EM4), serbuk gergaji dan air.

3.3.2 Pembuatan Reaktor Biogas

Pada persiapan pembuatan reaktor atau digester biogas untuk penelitian ini dilakukan beberapa tahapan rancangan yaitu sebagai berikut.

1. Pembuatan reaktor biogas
 - a. Disediakan tangki (drum) besi dengan dimensi diameter 53,9 cm dan tinggi 88 cm.
 - b. Pada bagian sisi bawah luar tangki diberi lubang masukan (*input*) dan keluaran (*output*) limbah.
 - c. Kedua lubang (*input*) dan keluaran (*output*) limbah diberi pipa dengan diameter 10.16 cm dan panjang 30 cm.
 - d. Pipa yang dihubungkan pada lubang (*input*) dilas.
 - e. Pada tangki dibuat lubang sebanyak empat buah yaitu bagian atas lubang tempat manometer dan kran, lubang sisi bawah untuk tempat selang pengukur volume, kemudian lubang sisi bawah untuk keluaran bahan baku isian.
 - f. Lubang pertama ditujukan untuk pemasangan kran pengeluaran gas hasil produksi biogas. Potong pipa diameter 20 cm dengan panjang 15 cm, kemudian pipa besi tersebut di las.
 - g. Lubang kedua berdiameter 1 cm ditujukan untuk pemasangan manometer.
 - h. Lubang ketiga ditujukan untuk pemasangan selang pengukur volume biogas. Potong selang dengan panjang 88 cm dengan diameter 1,5 cm.
 - i. Lubang keempat ditujukan untuk saluran pembuangan bahan baku yang terdapat dalam digester.
2. Uji Kebocoran
 - a. Tangki reaktor biogas atau digester dimasukkan air hingga penuh.
 - b. Jika ada air yang keluar pada tangki reaktor biogas tersebut diberi tanda supaya mudah dalam proses penambalan kebocoran-kebocoran tersebut.
3. Perangkaian
 - a. Pemasangan pipa besi untuk kran dan selang pengukur volume biogas

- b. Meletakkan sekat penampung bahan pada bagian atas tangki (drum) $\frac{3}{4}$ dari dasar tangki.
- c. Tangki (drum) yang sudah di potong (buka) dilas atau disambung kembali.

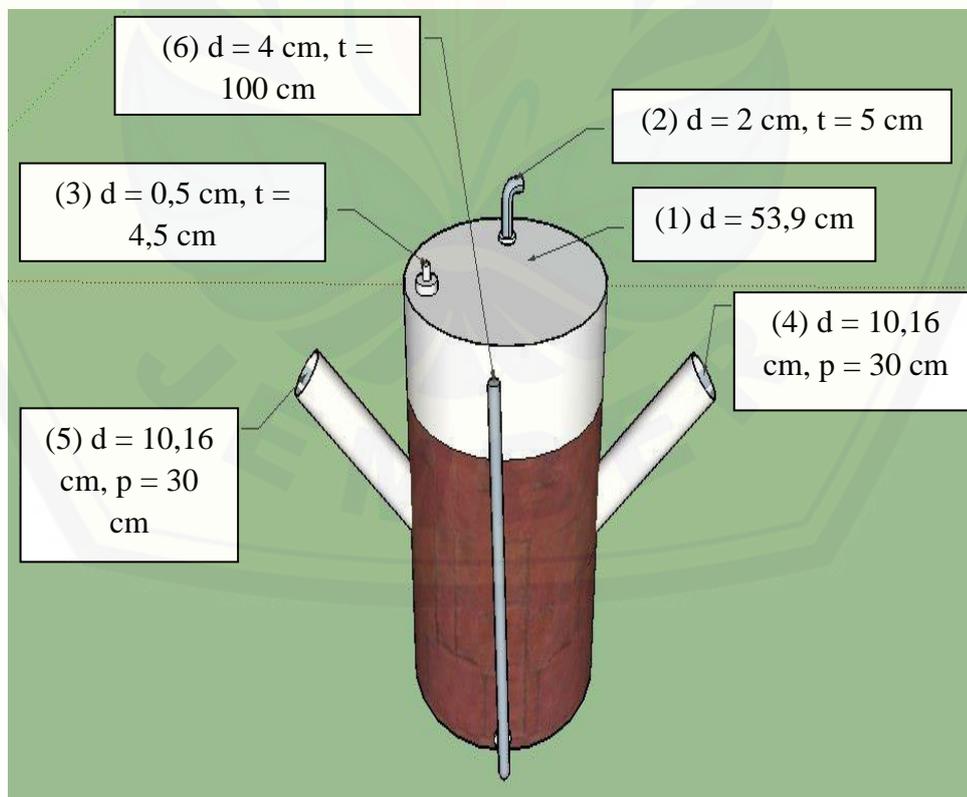
3.3.3 Pemasangan Alat Ukur

Pada tahapan pemasangan alat ukur terdapat beberapa alat yang berbagai fungsi yaitu sebagai berikut.

- a. Monometer berfungsi untuk mengukur tekanan udara dalam ruang tertutup.
- b. Termometer adalah alat yang berfungsi untuk mengukur suhu atau temperatur maupun perubahan suhu.
- c. pH meter yang berfungsi mengukur pH (kadar keasamaan) suatu cairan.

3.4 Rancangan Bangun Reaktor Biogas

Rancangan bangun reaktor biogas memiliki beberapa komponen penting yang dapat menghasilkan pembuatan biogas. Rancangan bangun reaktor biogas disajikan sebagai berikut.



Gambar 3.2. *Digester* tampak depan

Bagian-bagian dari komponen *diger* biogas sebagai berikut.

1. Diameter dalam
2. Kran pengeluaran biogas
3. Manometer
4. Lubang *output*
5. Lubang *input*
6. Selang pengukur volume biogas
7. Lubang pengeluaran bahan baku

3.5 Rancangan Operasional

Menurut Pertiwinigrum (2016), pemilihan tempat untuk peletakan alat *diger* biogas berdasarkan faktor lokasi harus mempermudah pekerjaan dan dapat meminimalisir anggaran yang dikeluarkan, lokasi mudah dijangkau pada saat berlangsungnya pembentukan biogas (pengecekan dan pemasukan bahan) serta lokasi harus aman, karena pembentukan biogas membutuhkan proses anaerob (tertutup).

Peletakan alat ukur dan kran pada bagian *diger* memiliki fungsi dan prinsip kerja yang berbeda. Pemasangan alat ukur manometer terdapat pada posisi bagian atas *diger* dengan tambahan selang air transparan yang berukuran kecil guna mengukur tekanan produksi biogas. Pada bagian sisi *diger* terdapat alat ukur volume biogas yang terbuat dari besi pendek berbentuk L dengan tambahan selang air serat transparan.

3.6 Rancangan Fungsional

Rancangan fungsional berkaitan dengan komponen yang menjelaskan alat. Komponen *diger* tersebut terdiri atas beberapa unit fungsional yaitu drum, kran, manometer U, lubang *output*, lubang *input*, selang pengukur volume biogas, lubang *output* (bagian sisi bawah *diger*). Penjelasan setiap bagian komponen *diger* sebagai berikut ini.

1. Drum

Drum merupakan komponen utama *diger* yang berfungsi sebagai tempat fermentasi bahan baku isian pengolahan biogas.

2. Kran

Kran berfungsi sebagai pengeluaran gas hasil produksi biogas yang langsung disambungkan ke kompor melalui selang karet LPG.

3. Manometer U

Alat ini berfungsi sebagai pengukur tekanan hasil produksi biogas dengan ketiga bahan campuran. Manometer U terbuat dari selang kecil kemudian diisi air untuk mengetahui besarnya tekanan yang didapat pada saat pengolahan.

4. Lubang *input* sisi kiri

Lubang ini terdapat pada sisi digester yang berfungsi sebagai memasukkan bahan baku isian.

5. Lubang *input* sisi kanan

Lubang *input* pada sisi *digester* berfungsi sebagai memasukkan bahan baku isian biogas. Lubang *input* tersebut dapat juga berfungsi sebagai pengeluaran bahan baku isian dengan lubang ini dimiringkan sampai bahan baku isian didalam keluar.

6. Selang pengukur volume

Selang ini berfungsi sebagai pengukur volume biogas didalam *digester*. Hal tersebut dilakukan karena bahan baku isian yang berada didalam drum tidak tampak dari luar. Tinggi selang pengukur volume sama dengan *digester* untuk mempermudah pengecekan volume biogas.

7. lubang *output* (bagian sisi bawah)

Selain lubang *output* sisi samping digester, lubang ini berfungsi sebagai pengeluaran bahan baku isian yang terdapat pada sisi bawah *digester*. Pada lubang ini proses pengeluaran bahan baku isian lebih optimal, karena sisa-sisa bahan baku yang terdapat dalam *digester* akan terkuras keluar.

8. Tutup *output* dan *input*

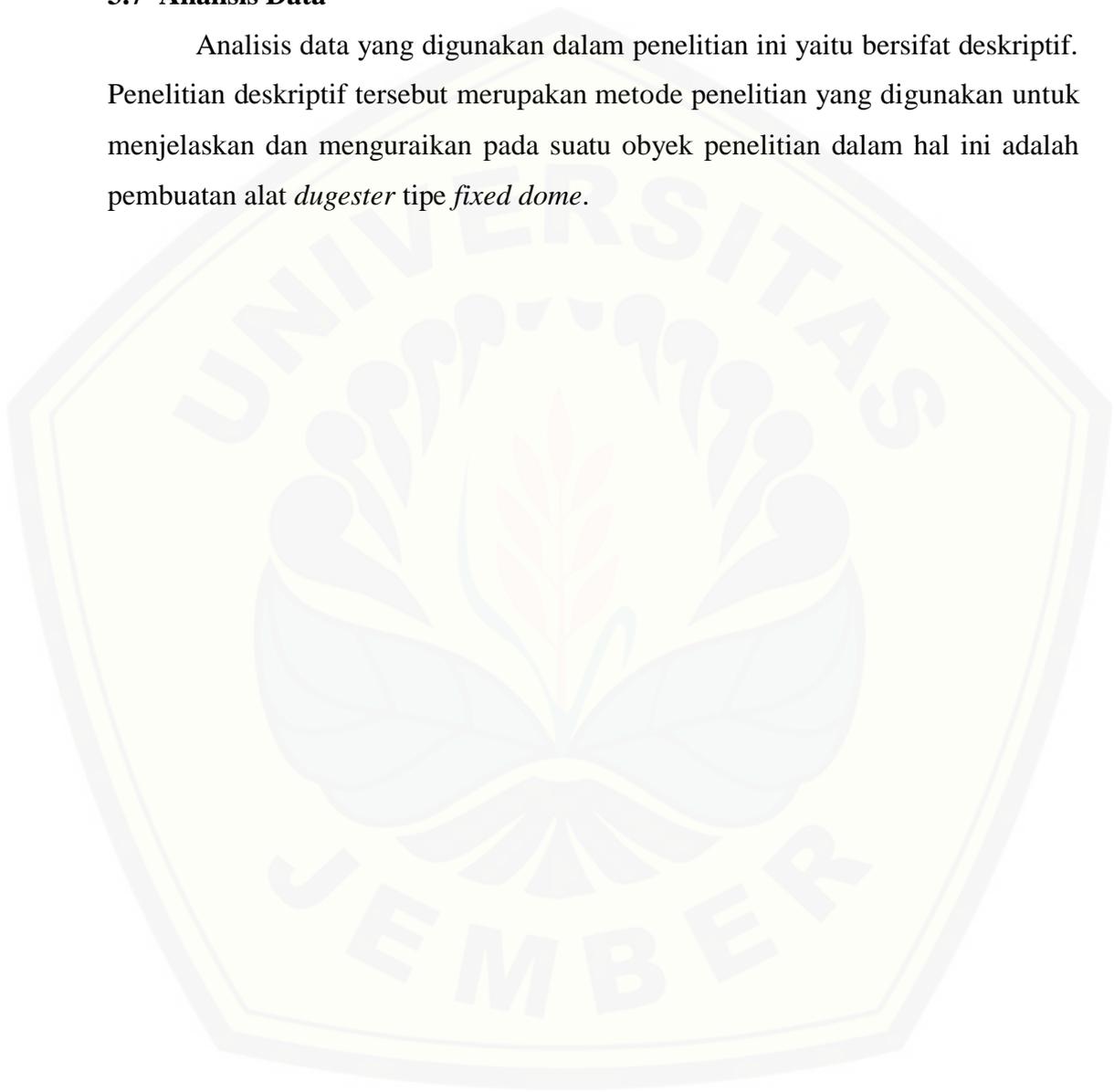
Tutup ini berfungsi sebagai penutup lubang *output* dan *input*. Tutup ini dilapisi karet supaya tidak terjadi kebocoran pada saat proses pembentukan biogas.

9. Kunci tutup *output* dan *input*

Kunci ini berfungsi untuk menekan tutup lubang agar rapat dan mengunci rapat sehingga gas didalamnya sulit untuk keluar.

3.7 Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bersifat deskriptif. Penelitian deskriptif tersebut merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menjelaskan dan menguraikan pada suatu obyek penelitian dalam hal ini adalah pembuatan alat *dugester tipe fixed dome*.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian adalah sebagai berikut.

1. Hasil perancangan *digester fixed dome* ini mampu berfungsi baik dengan ketiga kombinasi bahan utama yaitu kotoran sapi, kotoran sapi dan serbuk gergaji, kotoran sapi dan *effective microorganism-4* (EM4).
2. Volume yang terdapat pada digester biogas adalah 200 liter dengan jumlah memasukkan bahan baku pada *digester* 150 liter dan 50 liter sisa ruang untuk mengumpulkan gas yang dihasilkan dari proses produksi biogas.
3. Efektivitas alat dapat diketahui karena mampu dan berhasil membentuk gas di atas sumber acuan yang telah didapatkan. Tekanan gas yang didapatkan bahan baku kotoran sapi sebesar 1,0106 atm, campuran bahan baku kotoran sapi dan serbuk gergaji 1,0499 atm, campuran bahan baku kotoran sapi dan *effective microorganism-4* (EM4) sebesar 1,0420 atm.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diberikan saran sebagai berikut.

1. Kesetabilan tutup lubang *input* dan *output* perlu ditambahkan lapisan karet karena hal tersebut mempengaruhi gas yang keluar dari *digester*.
2. Pada proses perangkaian alat penting dilakukannya ketelitian saat menyambung komponen-komponen dengan las karbit ataupun las listrik, karena hal tersebut sangat mempengaruhi hasil akhir dan mencegah terjadinya kebocoran pada setiap sisi *digester* tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, K. W. 2015. *Pengaruh Penambahan EM4 (Effective Microorganism-4) pada Pembuatan Biogas dari Eceng Gondok dan Rumen Sapi*. Skripsi. Semarang: Program Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Semarang.
- Ardiningtyas, T.R. 2013. *Pengaruh Penggunaan Effective Microorganism 4 (EM4) dan Molase Terhadap Kualitas Kompos dalam Pengomposan Sampah Organik*. Skripsi. Semarang: Program Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Keolahragaan Universitas Semarang.
- Fauzan, A. 2011. *Analisis Kelayakan Media Pembelajaran Perakitan Komputer untuk Siswa Sekolah Menengah Kejuruan*. Skripsi. Yogyakarta: Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Haryanti, T. 2006. Biogas: Limbah Peternakan yang menjadi Sumber Energi Alternatif. *Wartazoa*. 16(3): 163.
- Ikhsan, D., D. Handayani, dan Murni. 2013. *Rancang Bangun Digester Semi Kontinyu pada Produksi Biogas dan Pupuk Organik Dari Sampah Organik*.
- Kooskurniasari, W. 2014 *Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Sengon (Albizia Chinensis) Sebagai Sorben Minyak Mentah dengan Aktivitas Kombinasi Fisik*. Jakarta: Universitas Negeri Syarif Hidayatullah.
- Lazuardy, I. 2008. *Rancang Bangun Alat Penghasil Biogas Model Terapung*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Manurung, R. 2004. *Proses Anaerobik Sebagai Alternatif Untuk Mengolah Limbah Sawit*. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Pertiwiningrum, A. 2016. *Instalasi Biogas*. Cetakan Pertama. Yogyakarta. CV. Kolom Cetak.
- Putra, G M D., Sirajjudin H. A. Asih P. Ajeng. Setiawati dan Muttalib. 2017. *Rancang Bangun Reaktor Biogas Tipe Portable Dari Limbah Kotoran Ternak Sapi*. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 5 (1):371.
- Suyitno., A. Sujono. dan Dharmanto. 2010. *Teknologi Biogas Pembuatan, Operasional, dan Pemanfaatan*. Edisi I. Cetakan I. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wahyuni, S. 2013. *Biogas Energi Alternatif Pengganti BBM, Gas, dan Listrik*. Jakarta: PT.Agro Media Pustaka.

LAMPIRAN

A. Data Hasil Proses Produksi Biogas

1. Pengukuran Tekanan

Hari ke-	Tekanan biogas (atm)		
	Campuran pertama	Campuran Kedua	Campuran Ketiga
1	1,0000	1,0150	1,0136
3	1,0097	1,0264	1,0203
6	1,0259	1,0344	1,0310
9	1,0155	1,0441	1,0465
12	1,0102	1,0513	1,0484
15	1,0069	1,0632	1,0494
18	1,0063	1,0634	1,0474
21	1,0087	1,0662	1,0503
24	1,0106	1,0655	1,0552
27	1,0126	1,0697	1,0581

2. Pengukuran Uji Bakar Bahan Baku Kotoran Sapi dan Serbuk Gergaji

Campuran	Selisih tinggi air (H ₂ O)	Lama Proses Pembakaran (Detik)	Tekanan Akhir
2	3,6	10,75	0,85
	7,2	21,5	1,7
	10,8	32,25	2,55
	14,4	43	3,4
	18	53,75	4,25
	21,6	64,5	5,1
	25,2	75,25	5,95
	28,8	86	6,8
	32,4	96,75	7,65
	36	107,5	8,5
	39,6	118,25	9,35
	43,2	129	11,2
	46,8	139,75	11,05
	50,4	150,5	11,9
	54	161,25	12,75
	57,6	172	13,6
	61,2	182,75	14,45
64,8	193,5	15,3	
68,4	204,25	16,15	
72	215	17	

3. Pengukuran uji bakar bahan baku kotoran sapi dan *effective microorganism-4* (EM4)

Campuran	Selisih tinggi air (H ₂ O)	Lama Proses Pembakaran (Detik)	Tekanan Akhir
3	3	12,65	0,25
	6	25,3	0,5
	9	37,95	0,75
	12	50,6	1
	15	63,25	1,25
	18	75,9	1,5
	21	88,55	1,75
	24	101,2	2
	27	113,85	2,25
	30	126,5	2,5
	33	139,15	2,75
	36	151,8	3
	39	164,45	3,25
	42	177,1	3,5
	45	189,75	3,75
	48	202,4	4
	51	215,05	4,25
54	227,7	4,5	
57	240,35	4,75	
60	253	5	

B. Dokumentasi



Gambar 1. Digester tampak atas



Gambar 2. Kran pengeluaran gas



Gambar 3. Mnometer U



Gambar 4. Lubang *output* bawah



Gambar 5. Tutup lubang *input* dan *output*



Gambar 6. Kunci tutup *input* samping



Gambar 7. Kunci tutup *output*



Gambar 8. Kunci dan tutup *output* dan *input*



Gambar 9. *Input* samping kiri



Gambar 10. *input* samping kanan



Gambar 11. Selang pengukur volume



Gambar 12. Perancangan komponen



Gambar 13. Pengelasan komponen



Gambar 14. Uji kebocoran



Gambar 15. Pencampuran bahan



Gambar 16. Pemasukan bahan baku isian



Gambar 17. Mengukur suhu



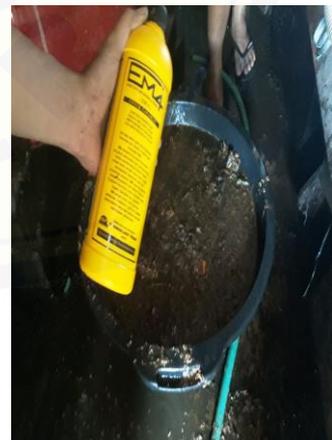
Gambar 18. Mengukur tekanan



Gambar 19. Mengukur pH



Gambar 20. Serbuk gergaji



Gambar 21. *Effective microorganism-4*



Gambar 22. Kotoran sapi



Gambar 23. Uji nyala api



Gambar 24. Uji bakar



Gambar 25. Penambalan kebocoran