PEMANFAATAN AIR LIMBAH TAHU SEBAGAI BAHAN BAKAR BIOGAS PADA KOMPOR

Muhammad Basri Katjo[1)], Irwansyah[2)]
[1)]Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin,
[2)]Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri dan Kebumian Universitas Sains dan Teknologi Jayapura
Email: mubaka65@gmail.com

Abstrak

Cairan limbah tahu merupakan komponen yang berbahaya jika dibuang begitu saja ke lingkungan karena dapat menimbulkan bau busuk, penyakit dan mencemari air, Maka limbah tersebut perlu diolah sebagai energi alternatif biogas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara pengolahan limbah cair tesebut, banyak biogas yang dapat dihasilkan, lama waktu permentasi dan konstruksi reaktornya. Metode penelitian ini yaitu eksperimen, pembuatan alat reaktor dan pengujiannya. Reaktor biogas terdiri dari tampungan utama limbah cair tahu dan tampungan biogas. saluran masuk dan keluar limbah, juga saluran keluar biogas.

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini yaitu memanfaatkan proses pencernaan yang dilakukan oleh bakteri methanogen yang produknya berupa gas methana (CH4) dan menghitung perbandingan antara mol gas dan massa gas antara kedua bahan bakar, (biogas)

Kata kunci : Limbah tahu, biogas, anaerob, energi.

1. PENDAHULUAN

Industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah, baik limbah padat maupun cair. Limbah cairnya dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu, oleh karena itu limbah cair yang dihasilkan sangat tinggi. Limbah cair tahu dengan karakteristik mengandung bahan organik tinggi, jika langsung dibuang ke air, jelas sekali akan menurunkan daya dukung lingkungan. Sehingga industri tahu memerlukan suatu pengolahan limbah yang bertujuan untuk mengurangi resiko beban pencemaran yang ada.

Salah satu energi terbaharukan yang sedang dikembangkan adalah biogas. Keberadaan biogas memiliki peluang yang besar dalam pengembangannya. Energi biogas dapat diperoleh dari limbah rumah tangga; kotoran cair dari peternakan ayam, sapi, sampah organik dari pasar; industri makanan dan sebagainya. Selain potensi yang besar, pemanfaatan energi biogas dengan digester biogas memiliki keuntungan, yaitu, mengurangi bau tidak sedap, mencegah penyebaran penyakit, menghasilkan panas dan daya (mekanisme atau energi listrik), serta hasil samping berupa pupuk cair dan padat. Pemanfaatan limbah dengan cara ini secara ekonomi akan sangat kompetitif seiring naiknya harga bahan bakar minyak dan pupuk organik.

Menurut hasil penelitian Gede (2007), limbah cair tahu mempunyai kandungan protein, lemak, dan karbohidrat atau senyawa-senyawa organik yang masih cukup tinggi. Jika senyawa-senyawa organik itu diuraikan baik secara aerob maupun anaerob akan menghasilkan gas metana (CH4), karbondioksida (CO2), gas-gas lain, dan air (BPPT, 1997).

Adapun yang menjadi tujuan dari kajian ini adalah : untuk mengetahui proses pembuatan biogas dari limbah tahu; menghasilkan sebuah instalasi fermentasi gas dari limbah air tahu; menganalisa perbandingan mol gas dan massa gas yang dihasilkan antar kedua biogas.

Penelitian ini dapat memberikan informasi bagi masyarakat bahwa pemanfaatan biogas dari hasil eksreasi limbah tahu dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dan bagi masyarakat dapat menjadi alternative sebagai bahan bakar, khususnya ibu rumah tangga.

Corresponding Author: Muhammad Basri Katjo, Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura Jln. Raya Sentani Padang Bulan Jayapura – Papua, Email: mubaka65@gmail.com

Sri Subekti, (2011), Dengan judul Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah, baik limbah padat maupun cair. Limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan, limbah ini kebanyakan oleh pengrajin dijual dan diolah menjadi tempe gembus, kerupuk ampas tahu, pakan ternak, dan diolah menjadi tepung ampas tahu yang akan dijadikan bahan dasar pembuatan roti kering dan cake. Sedangkan limbah cairnya dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu, oleh karena itu limbah cair yang dihasilkan sangat tinggi. Limbah cair tahu dengan karakteristik mengandung bahan organik tinggi, jika langsung dibuang ke sungai, jelas sekali akan menurunkan daya dukung lingkungan. Sehingga industri tahu memerlukan suatu pengolahan limbah yang bertujuan untuk mengurangi resiko beban pencemaran yang ada

Sindya Nirwana,(2016), Dengan judul Kinerja Pengolahan Limbah Cair Tahu Secara Kontinyu Dengan Media Filter Batu Fosfat Limbah cair tahu mengandung bahan organik yang tinggi. Pembuangan limbah cair tahu tanpa dilakukan pengolahan akan berpotensi mencemari lingkungan.Pengolahan air limbah khususnya yang mengandung polutan senyawa organik,biasanya memanfaatkan aktifitas mikroorganisme untuk mengurai senyawa polutan organik tersebut.

Muhammad Rusli Hidayat, Hidayati Dan Pramono Putro Utomo(2012), Dengan judul produksi biogas dari limbah cair industry tahu dengan biokatalis *efektive microorganisms* 4 (EM -4), pemanfaatan limbah cair tahu untuk meningkatkan nilai ekonomisnya dapat dilakukan dengan menggunakannya sebagai substrat untuk produksi biogas.

Biogas

Biogas adalah gas-gas yang dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik oleh berbagai mokroorganisme secara anaerob.

Biogas merupakan salah satu energi alternatif yang ramah lingkungan, Biogas dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri pada kondisi anaerob (tanpa udara), gas yang dihasilkan sebagian besar gas metana (CH4) dan karbondioksida (CO2), dan beberapa kandungan gas yang jumlahnya kecil. Energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari konsentrasi CH4. Semakin tinggi kandungan CH4 maka semakin besar kandungan energi pada biogas, dan sebaiknya semakin kecil kandungan CH4, semakin kecil energi pada biogas (Pambudi, 2008). Reaktor yang dipergunakan untuk menghasilkan biogas umumnya disebut *digester* atau *biodigester*, di tempat inilah bakteri tumbuh dengan mencerna bahan- bahan organik. Limbah industri tahu adalah limbah yang dihasilkan dalam proses pembuatan tahu maupun pada saat pencucian kedelai.

Tabel 1.1. Komposisi biogas ditunjukkan

Komponen	Jumlah (%)
Metana CH_4	55-75
Karbon dioksida (CO_2)	25-45
Karbon Monoksida (CO)	0-0,3
Uap air	1-5

Limbah Industri Tahu

Limbah tahu berasal dari buangan atau sisa pengolahan kedelai menjadi tahu yang terbuang karena tidak terbentuk dengan baik menjadi tahu sehingga tidak dapat dikonsumsi. Limbah tahu terdiri atas dua jenis yaitu limbah cair dan limbah padat. Limbah cair merupakan bagian terbesar dan berpotensi mencemari lingkungan. Limbah ini terjadi karena adanya sisa air tahu yang tidak menggumpal, potongan tahu yang hancur karena proses penggumpalan yang tidak sempurna serta cairan keruh kekuningan yang dapat menimbulkan bau tidak sedap bila dibiarkan (Nohong, 2010).

Limbah cair yang digunakan adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang telah tercampur asam cuka yang disebut air dadih.

Gambar 1.1 Air dadih
Sumber : dokumentasi sendiri

Reaktor Biogas (biodigester)

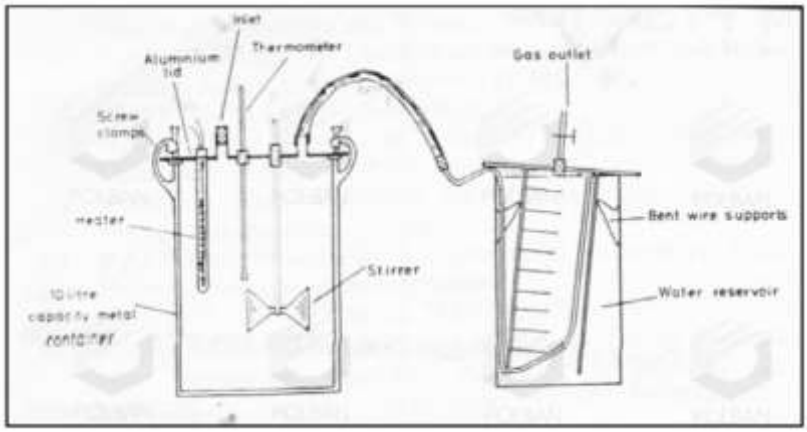
Biodigester merupakan komponen utama dalam produksi biogas. *Biodigester* merupakan tempat dimana material organik diurai oleh bakteri secara anaerob (tanpa udara) menjadi gas CH4 dan CO2. *Biodigester* harus dirancang sedemikian rupa sehingga proses fermentasi *anaerob* dapat berjalan baik. Pada umumnya, biogas dapat terbentuk pada 4–5 hari setelah *digester* diisi. Produksi biogas yang banyak umumnya terjadi pada 20–25 hari dan kemudian produksinya turun jika *biodigester* tidak diisi kembali. Jenis digester yang dipilih dapat berdasarkan pada tujuan pembuatan digester tersebut, tujuan utama yaitu mengurangi kotoran dan menghasilkan biogas yang mempunyai kandungan metan tinggi. Menurut aliran segi aliran masuk material organik, digester biogas dibedakan menjadi dua jenis yaitu tipe Bak *(Batch)* dan tipe aliran *(continuous).*

1. Tipe Bak *(Batch).*

Pada tipe bak bahan organik ditempatkan di tangki tertutup dan proses secara anaerobik selama periode tertentu tergantung pada jumlah yang dimasukan. Bahan organis digester biasanya dipertahankan pada temperatur tertentu. Selain Itu terkadang dilakukan pengadukan untuk membantu melepaskan gelembung gas dari *sludge.*

Digester tipe *batch* umumnya digunakan untuk tahap eksperimen, yaitu untuk mengetahui potensi dari bahan yang diproses sebelum unit yang besar dibangun. Miniatur tipe *batch* dirancang oleh *Henry Doubleay Research association.* Digester ini memiliki kapasitas 10 liter dan cocok digunakan sebagai bahan percobaan di laboratorium (Fry, 1973).

Digester tipe *batch* memiliki kelebihan lain yaitu dapat digunakan ketika bahan tersedia pada waktu-waktu tertentu dan bila memiliki kandungan padatan tinggi (sekitar 20%). Bila bahan berserat atau sulit diproses, tipe *batch* lebih cocok digunakan dibandingkan tipe aliran kontinyu *(continous flow),* Karena lama proses apat ditingkatkan dengan mudah. Bila saat proses terjadi kesalahan, misalnya karena bahan beracun, proses dapat dihentikan dan mulai yang baru.



Gambar 1.2. Digester tipe *batch* untuk percobaan (Meynell, 1979)

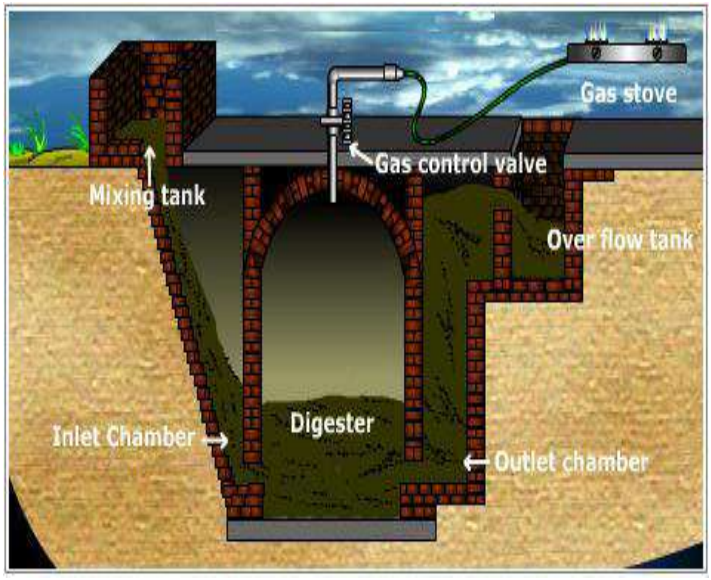
2. Tipe aliran Kontinyu *(Continuous flow)*

Pada tipe kontinyu, bahan organik dimasukan kedalam digester secara teratur pada satu ujung dan setelah memulai fermentasi, keluar diujung yang lain. Tipe ini mengatasi masalah pada proses pemasukan dan penggosongan pada tipe batch. Terdapat dua jenis dari tipe aliran continyu, diantaranya :

a. Vertikal, dikembangkan oleh *Gobar Gas Instute*, india.
b. Horizontal, dikembangkan oleh *Fry* di Afrika Selatan Dan California, AS. Selain itu dikebangkan oleh *Biogas Plan Ltd*. Dengan digester yang terbuka dari karet *butyl (butyl rubber bag)*

Selain itu terdapat beberapa jenis digester yang bisa digunakan, digester tersebut *yaitu Fixed Dome* dan *Floating Drum* :

Reaktor Kubah Tetap (Fixed Dome), digester jenis ini mempunyai volume tetap, gas yang akan terbentuk akan segera dialirkan ke pengumpul gas diluar reactor, indikator produksi gas dapat dilakukan dengan memasang indikator tekanan. Skema digester jenis kubah dapat dilihat pada Gambar.



Gambar 1.3. Digester Tipe *Fixed Dome*
Sumber : http://andrew.getux.com/200

2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

Alat

Alat yang digunakan yaitu :

1. Pressure gauge
   Berfungsi untuk mengetahui tekanan fluida dalam tabung tertutup.

Gambar 2.1. Pressure gauge
Sumber : (google.com)

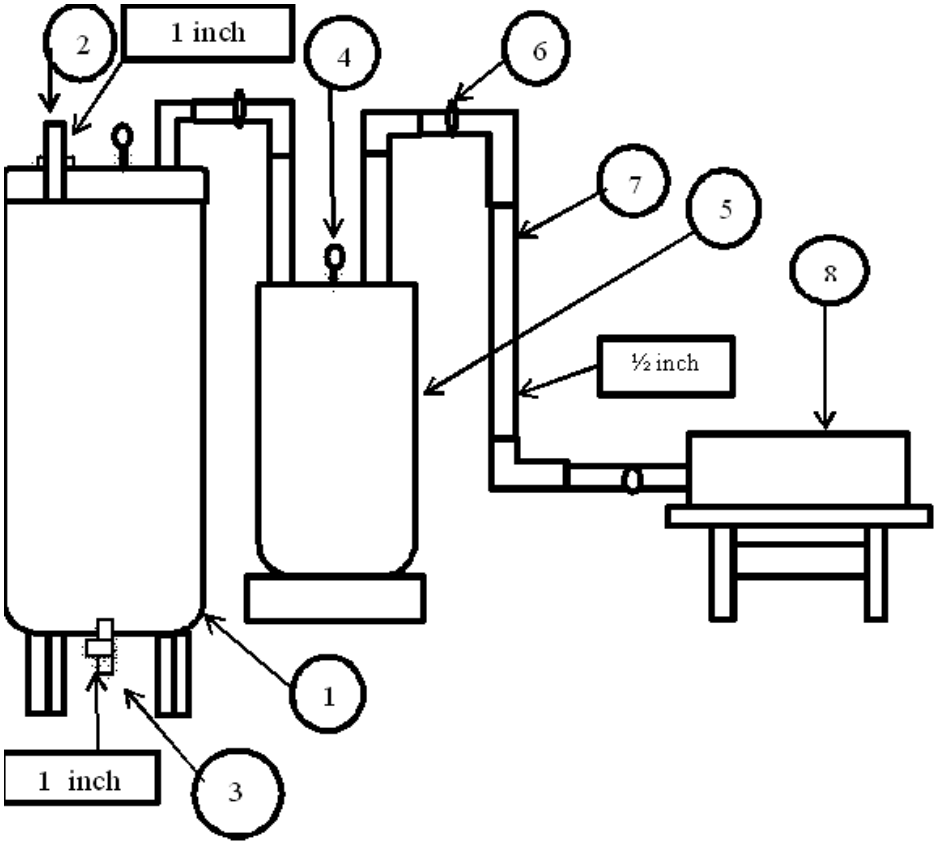
2. Alat takar
   Alat takar digunakan untuk pengukuran bahan isian biodigester.

Gambar 2.2 Alat takar
Sumber : (google.com)

Bahan

Bahan yang digunakan yaitu :

1. Limbah cair tahu
2. Kotoran sapi



Gambar 2.3. Desain Instalasi Reaktor Biogas

1. Tabung digester
   Berfungsi sebagai tempat fermentasi mikroorganisme yang akan menghasilkan gas.
2. Katup inlet
   Berfungsi sebagai lubang pemasukan bahan isian.
3. Katup outlet
   Berfungsi sebagai lubang untuk proses keluarnya bahan isian ketika proses fermentasi sudah selesai.
4. Pressure gauge
   Berfungsi untuk mengetahui tekanan fluida dalam tabung tertutup..
5. Tabung penyimpan gas
   Berfungsi sebagai tempat menyimpan biogas
6. Katup kran
   Berfungsi mengatur atau mengontrol aliran dari suatu cairan (gas).
7. Pipa
   Berfungsi untuk mengalirkan gas.
8. Kompor modifikasi
   Kompor gas LPG buatan pabrik yang telah dimodifikasi digunakan sebagai media pembakar gas.

Tahapan Proses Fermentasi

Reaksi kimia Proses fermentasi biogas (Gas Metana) ada tiga tahap, yaitu :

a. Reaksi Hidrolisa atau tahap pelarutan, pada tahap ini bahan yang tidak larut seperti selulosa dan lemak diubah menjadi bahan yang larut dalam air seperti karbohidrat dan asam lemak. Tahap pelarutan berlangsung pada suhu 25^0C di digester.

b. Reaksi Asidogenik atau tahap pengasaman, pada tahap ini, bakteri asam menghasilkan karbon dioksida, hidrogen dan asam asetat dalam suasana anaerob. Tahap ini berlangsung pada suhu 25^0C di digester.
c. Reaksi metanogenik atau tahap gasifikasi, pada tahap ini, bakteri metana membentuk gas metana secara perlahan, pada umumnya biogas dapat terbentuk pada 4-5 hari setelah digester di isi, dan produksi biogas yang banyak umumnya terjadi pada hari ke 20-25 dan produksinya akan turun jika biodigesternya tidak diisi kembali.

Prosedur Penelitian

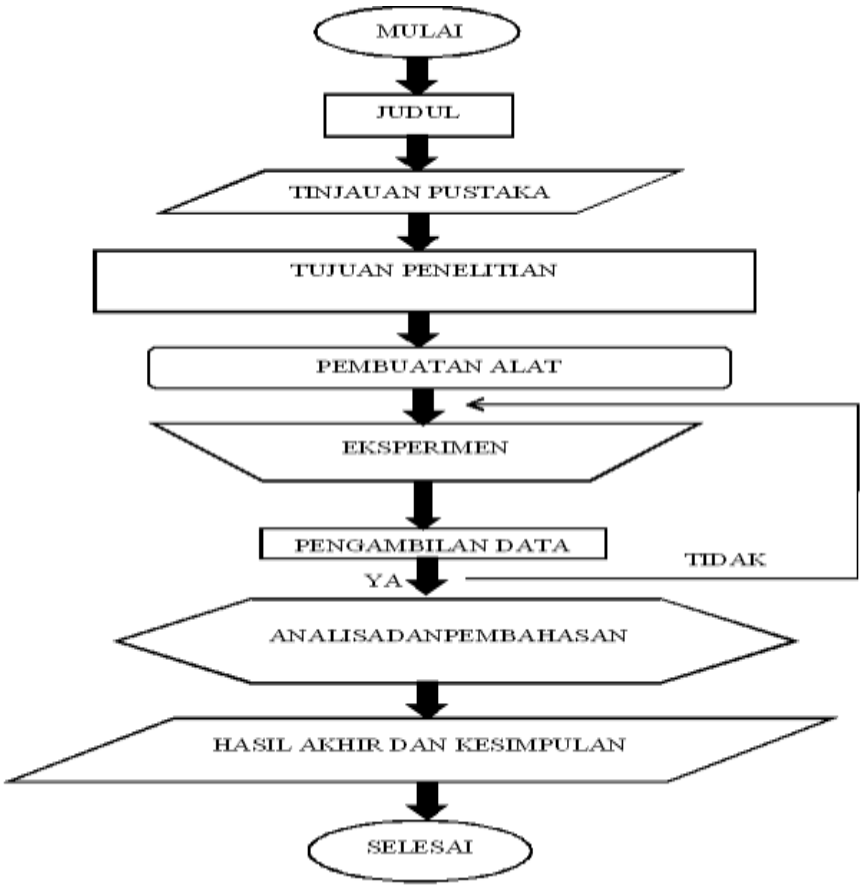
Prosedur dalam penelitian ini yaitu :

1. Periksa kelengkapan alat dan bahan
2. Menakar kebutuhan bahan isian reaktor
3. fermentasi berlangsung dengan menunggu 14 hari.
4. Uji coba setelah 14 hari, apa gas mampu menghasilkan api.
5. Pada saat gas metana bisa menghasilkan api, proses selanjutnya pengujian pembakaran, buka katup penyalur gas metana nyalakan pembakaran.

Variable Penelitian

Ada tiga variable yang dikaji dalam penelitihan ini yaitu :

1. Variable bebas (*independent variable*) : Variable yang besarnya di tentukan nilainya oleh peneliti yaitu : hari/tanggal, waktu (Jam 09.00 – 17.00 WIT)
2. Variable terikat (*depend ent variable*) : Variable yang besarnya tidak dapat di tentukan oleh peneliti yaitu : volume dan kapasitas gas metana
3. Variable terkontrol : Variable yang di tentukan oleh peneliti yaitu : jumlah isian biodigester.



Gambar 2.4. Diagram alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengamatan langsung :

Tabel 3.1 Data Tekanan Limbah Tahu Tanpa Campuran Kotoran Sapi

Hari	Volume bahan baku (m^3)	P I (N/m^2)	P II (N/m^2)
1	0,2	-	-
2	0,2	-	-
3	0,2	-	-
4	0,2	-	-
5	0,2	-	-
6	0,2	-	-
7	0,2	-	-
8	0,2	-	-
9	0,2	-	-
10	0,2	-	-
11	0,2	-	-
12	0,2	-	-
13	0,2	-	-
14	0,2	-	-
15	0,2	-	-
16	0,2	689,476	-
17	0,2	689,476	-
18	0,2	689,476	-
19	0,2	689,476	-
20	0,2	137,895	689,476
21	0,2	1378,95	689,476
22	0,2	2757,9	1378,95
23	0,2	3447,38	1378,95
24	0,2	3447,38	2757,9
25	0,2	3447,38	3447,38
26	0,2	4826,33	3447,38
27	0,2	5515,81	3447,38
28	0,2	6205,28	4826,33
29	0,2	6205,28	5515,81
30	0,2	6205,28	6205,28

Tabel 3.2 Data Tekanan Limbah Tahu dengan campuran Kotoran Sapi

Hari	**Volume bahan baku (m^3)**	**P I (N/m^2))**	**P II (N/m^2)**
1	0,2	-	-
2	0,2	-	-
3	0,2	-	-
4	0,2	-	-
5	0,2	-	-
6	0,2	-	-
7	0,2	-	-
8	0,2	689,476	-
9	0,2	689,476	-
10	0,2	1378,95	689,476
11	0,2	2757,9	689,476
12	0,2	4136,85	1378,95
13	0,2	4826,33	2757,9
14	0,2	6205,28	4136,85
15	0,2	6894,76	4826,33
16	0,2	7584,23	6205,28
17	0,2	8273,71	6894,76
18	0,2	10342,1	7584,23
19	0,2	11031,6	8273,71
20	0,2	12410,6	10342,1
21	0,2	13789,5	11031,6
22	0,2	14479	12410,6
23	0,2	15168,6	13789,5
24	0,2	16547,4	14479
25	0,2	17926,4	15168,6
26	0,2	19305,3	1647,4
27	0,2	20684,3	17926,4
28	0,2	20684,3	1905,3
29	0,2	20684,3	20684,3
30	0,2	20684,3	20684,3

Pembahasan

Berdasarkan pada hasil olah data, nilai mol gas pada limbah tahu dengan campuran kotoran sapi belum menghasilkan mol gas secara signifikan sampai pada hari ke sembilan dan pada hari sepuluh nilai mol gas mengalami peningkatan secara signifikan sampai pada kahi ketiga puluh yaitu 0,001262 Kmol ,sedangkan limbah tahu tanpa campuran kotoran sapi pada hari pertama sampai hari sembilan belas menghasilkan mol gas, setelah hari ke dua puluh sampai pada hari ke tiga puluh mol gas mengalami peningkatan secara signifikan yaitu 0,0003945 Kmol, dari analisa grafik diatas limbah air tahu dengan kotoran sapi lebih efisiensi digunakan karena kadar mol gas lebih tinggi dari air limbah tahu tanpa campuran kotoran sapi.

Sebagaimana dari hasil perhitungan, kadar massa gas dari limbah air tahu dengan campuran kotoran sapi adalah 0,02024 kg sedangkan kadar massa dari limbah tahu tanpa campuran kotoran sapi adalah 0,006325 kg, dari perbandingan massa gas antar kedua biogas tersebut yang lebih efisiensi digunakan adalah limbah air tahu dengan campuran kotoran sapi, karena setelah uji coba air limbah tahu dengan campuran kotoran sapi dapat menghasilkan nyala api, sedangkan limbah air tahu tanpa campuran kotoran sapi tidak dapat menghasilkan nyala api karena kadar mol gas dan massa gasnya rendah.

Instalasi alat biogas

Gambar 2.5. Alat Biogas
Sumber : dokumentasi pribadi

Pada saat tabung digester ditutup, ada beberapa tahapan yang terjadi pada proses pembentukan gas metana yaitu :

a. Tahap hidrolisis
b. Tahap pengasaman
c. Tahap pembentukan gas metana

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan, bahwa:

1. Dalam proses permentasi dari limbah tahu terdapat tiga tahapan proses permentasi yaitu reaksi hidrolisa atau pelarutan, reaksi asidogenik atau pengasaman dan reaksi metanogenik atau gasifikasi.

2. Dalam proses pembuatan biogas maka digunakan dua tabung penampung yaitu penampung digester dan tabung biodigester untuk fermentasi.
3. Dari hasil analisa perbandingan mol gas dan massa gas antara kedua biogas, maka air limbah tahu dengan campuran kotoran sapi lebih efisensi digunakan sebagai bahan bakar bio gas karena kandungan mol gas dan massa gas lebih banyak dari air limbah tahu tanpa campuran kotoran sapi, yaitu air limbah tahu dengan campuran kotoran sapi memiliki kadar mol gas 0,001262 dan massa gas 0,02021 kg sedangkan air limbah tahu tanpa campuran kotoran sapi memiliki kandungan mol gas lebih rendah yaitu 0,0003945 dan massa gas 0,006325 kg.

DAFTAR PUSTAKA

Darsono,V.2007. Pengolahan Limbah cair Tahu Secara *Anaerob* dan *Aerob*, *Jurnal Teknologi Industri*, Vol. 9 No.1, hlm. 9-19.

Kharistya Amaru, 2004, *Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Biodigester Plastik Polyethilene Skala Kecil*, Universitas Padjajaran, Bandung.

Nurhasanah, Ana, Teguh Wikan Widodo, Ahmad Asari, Elita Rahmarestia,2006 "*Perkembangan digester biogas di Indonesia*", *ntb.litbang.deptan.go.id/ind/2006/ NP/perkembangandigester.*

Oesman Raliby, Retno Rusdjijati, Imron Rosyidi._. *Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pada Industri Pengolahan Tahu*

Pambudi, N. Agung,2010. "Biogas sebagai Energi Alternatif". *http://www.dikti.org/?q=node/99*

Pradila Nurmania, 2012, *Agitasi Limbah Cair Tapioka Dan Tahu Dalam Digester Anaerob Sistem Curah Untuk Produksi Biogas*, Unversitas Surakarta

Sri Subekti, (2011), *Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif.*

Sindya Nirwana,(2016), *Kinerja Pengolahan Limbah Cair Tahu Secara Kontinyu Dengan Media Filter Batu Fosfat Limbah cair tahu mengandung bahan organik yang tinggi*