

**POTENSI BIOGAS DARI LIMBAH PABRIK TAHU DI DESA SINDANG
SARI TANJUNG BINTANG LAMPUNG SELATAN**

(Skripsi)

Oleh

**RIYON RIYAN SAPUTRA
1015021073**



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2017**

ABSTRAK

POTENSI BIOGAS DARI LIMBAH PABRIK TAHU DI DESA SINDANG SARI TANJUNG BINTANG LAMPUNG SELATAN

OLEH

RIYON RIYAN SAPUTRA

Tahu merupakan salah satu jenis makanan yang memiliki sumber protein yang cukup tinggi dan sangat digemari oleh masyarakat. Di Provinsi Lampung perkembangan industri tahu meningkat pesat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Namun pada perkembangannya industri tahu tidak diimbangi dengan sistem pengolahan limbah yang baik sehingga limbah hasil proses pembuatan tahu mencemari lingkungan sekitar industri. Untuk mengurangi tingkat pencemaran dilakukan proses anaerobik, dimana proses ini mengubah limbah cair tahu difermentasikan menjadi biogas sehingga energi ini dapat dimanfaatkan kembali untuk merebus tahu atau yang lainnya.

Pada penelitian ini limbah cair tahu yang digunakan sebanyak 1000 liter, dan reaktor yang digunakan berukuran 1x1 meter yang terbuat dari bahan pvc berbentuk tower air. Setelah proses pembuatan reaktor selesai, limbah cair tahu dimasukkan kedalam reaktor dan ditutup rapat. Selanjutnya tinggal menunggu gas muncul yaitu diawali dengan menggelembungnya plastik reaktor.

Hasil dari analisa penelitian ini didapat hasil pengujian yang telah dilakukan terdapat kandungan $N_2=58.449\%$, $CH_4=26.846\%$, $CO_2=14.705\%$.

Kata kunci : limbah cair tahu, biogas, COD, BOD.

ABSTRACT

BIOGAS POTENTIAL FROM TOFU FACTORY WASTE IN SOUTH LAMPUNG TANJUNG BINTANG SINDANG SARI VILLAGE

**BY
RIYON RIYAN SAPUTRA**

Know is one type of food that has a source of high enough protein and very popular. In the province of lampung the development of tofu industry increased rapidly along with the increase of population. But on the development of tofu industry is not handled with a good waste treatment system so that the waste of the process of making tofu pollute the surrounding environment to reduce the level of pollution done anaerobic process, where this process converts the tofu liquid waste to be fermented into biogas so that this energy can be raised to boil the tofu or other.

In this study waste water tofu that is used as much as 1000 liters, and reactor used with the size 1x1 meter made of puc shaped water tower. After the reactor is finish, the tofu liquid waste is put into the reactor and tightly sealed. Then just waiting for the emerging gas that begins with his bubble plastic reactor.

The result of this research analysis in the test results that have been done there are content $N_2 = 58.449\%$, $CH_4 = 26.846\%$, $CO_2 = 14.705\%$.

Keywords : liquid waste tofu, biogas, COD,BOD.

**POTENSI BIOGAS DARI LIMBAH PABRIK TAHU DI DESA SINDANG
SARI TANJUNG BINTANG LAMPUNG SELATAN**

Oleh

**RIYON RIYAN SAPUTRA
1015021073**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi : **POTENSI BIOGAS DARI LIMBAH PABRIK
TAHU DI DESA SINDANG SARI TANJUNG
BINTANG LAMPUNG SELATAN**

Nama Mahasiswa : **Riyon riyon saputra**


Nomor Pokok Mahasiswa : **1015021073**

Program Studi : **Teknik Mesin**

Fakultas : **Teknik**

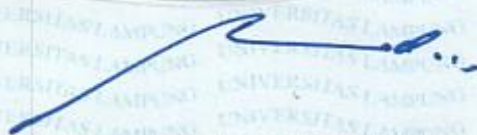
MENYETUJUI

1. **Komisi Pembimbing**


Dr. Amrul, S.T., M.T.
NIP 19710331 199903 1 003


Agus Sugiri, S.T., M.Eng.
NIP. 19700804 199803 1 003

2. **Ketua Jurusan Teknik Mesin**

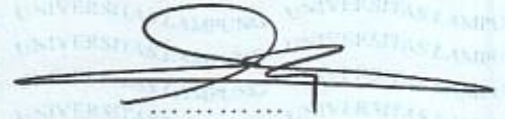

Ahmad Su'udi, S.T., M.T.
NIP. 19740816 200012 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Dr. Amrul, S.T., M.T**



Anggota

: **Agus Sugiri, S.T., M.Eng.**



Penguji

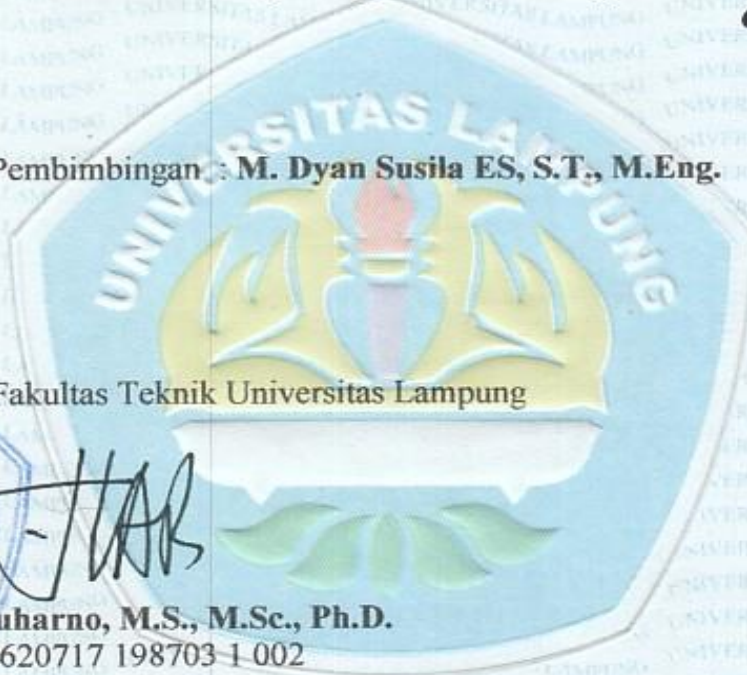

Bukan Pembimbingan : **M. Dyan Susila ES, S.T., M.Eng.**



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung

Prof. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D.

NIP. 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **19 Oktober 2017**

PERNYATAAN PENULIS

BAHWA BENAR SKRIPSI INI DIBUAT SENDIRI OLEH PENULIS DAN
BUKAN HASIL PLAGIAT SEBAGAIMANA DIATUR DALAM PASAL 27
PERATURAN AKADEMIK UNIVERSITAS LAMPUNG DENGAN SURAT
KEPUTUSAN REKTOR NO. 3187/H26/DT/2010

YANG MEMBUAT PERNYATAAN



RIYON RIYAN SAPUTRA
NPM.1015021073

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sindang sari pada tanggal 15 November 1992, sebagai anak pertama dari 2 bersaudara, dari pasangan Supriyadi dan Suyatmi. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Negeri 1 Bangun Sari pada tahun 2004, Sekolah Lanjutan Sekolah Menengah Pertama 2 Kertosari diselesaikan pada tahun 2007, Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 5 Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2010, dan pada tahun 2010 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Penelusuran Seleksi Nasional Masuki Perguruan Tinggi Negeri.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) sebagai anggota divisi Otomotif pada tahun 2012 sampai 2013. Penulis juga pernah melakukan Kerja Praktik di PT.Coca-Cola Amatil Indonesia Lampung, Tanjung Bintang Lampung Selatan. Pada tahun 2016 penulis melakukan penelitian dengan judul “POTENSI BIOGAS DARI LIMBAH PABRIK TAHU DI DESA SINDANG SARI TANJUNG BINTANG ” dibawah bimbingan Bapak Dr.Amrul, S.T., M.T. dan Agus Sugiri, S.t., M.Eng.

SANWACANA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan lafaz *hamdalah* penulis panjatkan puji syukur kepada Allah SWT yang tidak pernah berhenti mencurahkan kasih sayang, kemudahan, serta rahmat-Nya. Shalawat serta salam tidak lupa penulis panjatkan kepada junjungan nabi besar Muhammad SAW yang telah membimbing dan mengantarkan kita menuju zaman yang lebih baik seperti sekarang, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “ *Potensi Biogas Dari Limbah Pabrik Tahu di Desa Sindang Sari Tanjung Bintang Lampung Selatan*”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam Pelaksanaan dan Penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan sumbangan pikiran dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibuku Tercinta Suyatmi dan Ayahku Tersayang Supriyadi yang tak henti-hentinya memberikan dukungan moril dan materilnya serta doa dan kasih sayangnya, Adikku tersayang Aprido Josuandi yang memberi semangat untuk menyelesaikan kuliah di Teknik Mesin ini dan cepat menjadi pengusaha.

2. Bapak Ahmad Su'udi, S.T, M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung, memberi motivasi serta saran untuk penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Dr. Amrul,S.T., M.T. dan Bapak Agus Sugiri, S.T., M.Eng selaku pembimbing Utama tugas akhir atas kesediaannya dan keikhlasannya untuk memberikan dukungan, bimbingan, nasehat, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak M Dyan Susila ES, S.T., M.Eng., selaku dosen Pembahas yang telah memberikan masukan guna penyempurnaan dalam penulisan laporan ini.
5. Ibu Novri Tanti, S.T., M.T. selaku dosen Pembimbing Akademik.
6. Seluruh Dosen pengajar Jurusan Teknik Mesin yang banyak memberikan ilmu selama penulis melaksanakan studi, baik berupa materi perkuliahan maupun tauladan dan motivasi sehingga dapat kami jadikan bekal untuk terjun ke tengah-tengah masyarakat.
7. Seluruh Asisten laboratorim : Pak Pono, Pak Joko, Pak Agus, Mas Wanto, Mas Agus, Mas Gimana, terimakasih atas saran dan canda tawanya.
8. Rekan-rekan Teknik mesing angkatan 2010 : Hotman Huta Galung teman seperjuangan skripsi, Salpa, AP, muslim, Doni, Mecot, Dian, Hendi, , serta angkatan 2010 lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih atas persahabatannya dan juga bantuannya salam "SOLIDARITY FOREVER".
9. Era Resti Permata Sari yang sering memberikan nasihat, motivasi, dorongan, semangat, semoga kita dipersatukan dunia akhirat.

10. Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan namanya satu persatu, yang telah ikut serta membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini untuk mencapai suatu kelengkapan dan kesempurnaan. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak. Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis berharap laporan ini memberi manfaat, baik kepada penulis khususnya maupun kepada pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Bandar Lampung, 19 September 2017

Penulis

Riyon Riyan Saputra

MOTTO

“Dan Allah Mengeluarkan kamu dari perut Ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatupun, dan dia memberi kamu pendengaran, penglihatan, dan hati, agar kamu bersyukur”

(QS. An Nahl : 78)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan, kerjakanlah urusan yang lain dan hanya kepada Allah hendaknya kamu berharap”

(QS. Al Insyirah : 6-8)

“Kejarlah Impianmu dan Jangan Pernah Menyerah”

(Penulis)

“Berjuanglah dan bahagiakan orang tua, jangan pernah lupa mendoakan orangtua setiap saat”

(Penulis)

PERSEMBAHAN

Dengan Kerendahan Hati meraih Ridho Illahi Robbi Kupersembahkan karya

Kecilku ini untuk orang-orang yang aku sayangi

Ibu dan ayahku

Atas Segala pengorbanan yang tak terbalaskan, doa, kesabaran, keikhlasan, cinta

dan kasih sayangnya

Adikku

Sumber inspirasi, semangat, keceriaan dan kebanggan dalam hidupku

Sahabat Mesin '10

Yang selalu memberi semangat dan berdiri tegap disampingku saat suka maupun

duka, berbagi nasihat dan keceriaan

DAFTAR ISI

COVER

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	3
C. Batasan masalah	3
D. Sistematika Penulisan	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Proses Produksi Tahu	5
B. Limbah tahu.....	9
C. Karakteristik Air Limbah Tahu	10
D. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu	13
E. Macam-macam pembangkit biogas atau digester	19
F. Hasil Produksi Tahu	24

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	25
B. Alat dan Bahan	25
C. Prosedur penelitian	26
D. Alur Penelitian	28

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Air Limbah Tahu	29
B. Performasi Alat	30
C. Produksi Biogas	31

D. Komposisi Biogas	33
E. Uji Nyala Api	34

BAB V. PENUTUP

A. Kesimpulan	36
B. Saran	36

DAFTAR PUSTAKA

DAFAR TABEL

Tabel 4.1. percobaan biogas.....	32
Table 4.2 kandungan biogas.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. pengolahan tahu.....	8
Gambar 2.2. <i>Floating type</i>	19
Gambar 2.3. <i>fixed dome digester</i>	21
Gambar 2.4. <i>Anaerobik Baffled Reactor</i>	23
Gambar 2.5 reaktor balon.....	24
Gambar 4.6 Digester Tower Air.....	30
Gambar 4.7 Digester Galon.....	31
Gambar 4.8 Uji Nyala Api	35

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tahu merupakan makanan tradisional sebagian besar masyarakat di Indonesia, yang digemari hampir seluruh lapisan masyarakat. Selain mengandung gizi yang baik, pembuatan tahu juga relatif murah dan sederhana. Rasanya enak serta harganya terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat.

Usaha tahu di Indonesia rata-rata masih dilakukan dengan teknologi yang sederhana sehingga tingkat efisiensi penggunaan sumber daya (air dan bahan baku) dirasakan masih rendah dan tingkat produksi limbahnya juga relatif tinggi. Kegiatan industri tahu di Indonesia didominasi oleh usaha-usaha skala kecil dengan modal yang terbatas. Dari segi lokasi, usaha ini juga sangat tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Sumber daya manusia yang terlibat pada umumnya bertaraf pendidikan yang relatif rendah, serta belum banyak yang melakukan pengolahan limbah.

Limbah cair pabrik pangan mengandung bahan organik yang tinggi, bila dibuang ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu akan menimbulkan dampak negatif berupa penurunan kualitas badan air penerima. Kandungan bahan organik dalam limbah industri pangan memiliki bahan organik yang tinggi dan dapat bertindak sebagai sumber makanan untuk pertumbuhan

mikroba. Dengan pasokan makanan yang berlimpah, mikroorganisme akan berkembang biak dengan cepat dan mereduksi oksigen terlarut yang terdapat dalam air.

Tahu merupakan salah satu jenis makanan sumber protein dengan bahan dasar kacang kedelai yang sangat digemari oleh masyarakat Indonesia. Sebagian besar produk tahu di Indonesia dihasilkan oleh industri skala kecil yang kebanyakan terdapat di Lampung. Industri tersebut berkembang pesat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk. Namun, di sisi lain industri ini menghasilkan limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan. Industri tahu membutuhkan air untuk pemrosesannya, yaitu untuk proses sortasi, peredaman, pengupasan kulit, pencucian, penggilingan, perebusan dan penyaringan.

Air buangan dari proses pembuatan tahu ini menghasilkan limbah cair yang menjadi sumber pencemaran bagi manusia dan lingkungan. Limbah tersebut, bila dibuang ke perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat mengakibatkan kematian makhluk hidup dalam air termasuk mikroorganisme (jasad renik) yang berperan penting dalam mengatur keseimbangan biologis air, oleh karena itu penanganan limbah cair secara dini mutlak perlu dilakukan.

Proses yang tepat untuk menangani limbah cair dengan cara proses anaerobik (biogas), dimana proses ini mengubah limbah cair yang di fermentasikan oleh bakteri menjadi gas metana. Gas metana ini dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi baru, energi ini dapat dimanfaatkan untuk memasak ataupun merebus tahu, sehingga dapat meminimalisir biaya pembelian bahan bakar dan

mengurangi tingkat pencemaran lingkungan. Dari permasalahan diatas saya mengambil judul “ Potensi biogas dari limbah pabrik tahu di Sindang Sari Tanjung Bintang Lampung Selatan”.

B. Tujuan

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Membuat reaktor biogas dari limbah cair pabrik tahu.
2. Mengetahui kandungan biogas.

C. Batasan masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Proses yang digunakan proses anaerob
2. Limbah cair tahu
3. Kapasitas penampungan 1000 liter
4. Type reaktor yang digunakan reaktor balon

D. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dari penulisan ini adalah sebagai berikut :

I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah yang akan diambil dengan jelas, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang teori-teori dasar yang berkaitan dengan materi yang diangkat pada laporan tugas akhir ini.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan mengenai metode-metode yang dilakukan dalam mengumpulkan data, dan menjabarkan tahapan-tahapan kegiatan yang dilakukan selama penelitian berlangsung sampai pada penyusunan laporan serta pengujian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Berisikan referensi-referensi yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Proses Produksi Tahu

Pada umumnya tahu dibuat oleh para pengrajin atau industri rumah tangga dengan peralatan dan teknologi yang sederhana. Urutan proses atau cara pembuatan tahu pada semua industri kecil tahu pada umumnya hampir sama dan walaupun ada perbedaan hanya pada urutan kerja atau jenis zat penggumpal protein yang digunakan. Pemilihan (penyortiran) bahan baku kedelai merupakan pekerjaan paling awal dalam pembuatan tahu. Kedelai yang baik adalah kedelai yang baru atau belum tersimpan lama digudang. Kedelai yang baru dapat menghasilkan tahu yang baik (aroma dan bentuk). Untuk mendapatkan tahu yang mempunyai kualitas yang baik, diperlukan bahan baku biji kedelai yang sudah tua, kulit biji tidak keriput, biji kedelai tidak retak dan bebas dari sisa-sisa tanaman, batu kerikil, tanah, atau biji-bijian lain. Kedelai yang digunakan biasanya berwarna kuning, putih, atau hijau dan jarang menggunakan jenis kedelai yang berwarna hitam. Tujuan dari penyortiran ini adalah agar kualitas tahu tetap terjaga dengan baik. Proses yang kedua adalah perendaman.

Pada proses ini kedelai direndam dalam bak atau ember yang berisi air selama \pm 3-4 jam. Tujuan dari perendaman ini adalah untuk membuat kedelai menjadi

lunak dan kulitnya mudah dikelupas. Setelah direndam dan dicuci bersih, selanjutnya dilakukan penggilingan. Proses penggilingan dilakukan dengan mesin, karena penggunaan mesin akan memperhalus hasil gilingan kedelai. Pada saat penggilingan diberi air mengalir agar bubur kedelai terdorong keluar. Hasil dari proses penggilingan berupa bubur kedelai. Bubur kedelai yang sudah terdorong keluar kemudian ditampung dalam ember. Pada proses pencucian dan perendaman kedelai ini menggunakan banyak sekali air sehingga limbah cair yang dihasilkan akan banyak pula. Tetapi sifat limbah ini belum mempunyai kadar pencemaran yang tinggi.

Proses selanjutnya adalah perebusan bubur kedelai dengan tujuan untuk menginaktifkan zat anti nutrisi kedelai yaitu *trypsin inhibitor* dan sekaligus meningkatkan nilai cerna, mempermudah ekstraksi atau penggilingan dan penggumpalan protein serta menambah keawetan produk. Bubur kedelai yang telah terbentuk kemudian diberi air, selanjutnya dididihkan dalam tungku pemasakan. Setelah mendidih sampai ± 15 menit kemudian dilakukan penyaringan. Dalam keadaan panas cairan bahan baku tahu (bubur kedelai yang sudah direbus) kemudian disaring dengan kain blaco atau kain mori kasar sambil dibilas dengan air hangat, sehingga susu kedelai dapat terekstrak keluar semua. Proses ini menghasilkan limbah padat yang disebut dengan ampas tahu. Ampas padat ini mempunyai sifat yang cepat basi dan busuk bila tidak cepat diolah sehingga perlu ditempatkan secara terpisah atau agak jauh dari proses pembuatan tahu agar tahu tidak terkontaminasi dengan barang yang kotor. Filtrat cair hasil penyaringan yang diperoleh kemudian ditampung dalam bak. Kemudian filtrat yang masih dalam keadaan hangat secara pelan-

pelan diaduk sambil diberi asam (catu). Pemberian asam ini dihentikan apabila sudah terlihat penggumpalan. Selanjutnya dilakukan penyaringan kembali. Proses penggumpalan juga menghasilkan limbah cair yang banyak dan sifat limbahnya sudah mempunyai kadar pencemaran yang tinggi karena sudah mengandung asam. Untuk menggumpalkan tahu bisa digunakan bahan-bahan seperti batu tahu (sioko) atau CaSO_4 yaitu batu gips yang sudah dibakar dan ditumbuk halus menjadi tepung, asam cuka 90%, biang atau kecutan dan sari jeruk. Biang atau kecutan yaitu sisa cairan setelah tahap pengendapan protein atau sisa cairan dari pemisahan gumpalan tahu yang telah dibiarkan selama satu malam. Tetapi biasanya para pengrajin tahu memakai kecutan dari limbah itu sendiri yang sudah didiamkan selama satu malam. Disamping memanfaatkan limbah, secara ekonomi juga dapat menghemat karena tidak perlu membeli.

Tahap selanjutnya yaitu pencetakan dan pengepresan. Proses ini dilakukan dengan cara cairan bening diatas gumpalan tahu dibuang sebagian dan sisanya untuk air asam. Gumpalan tahu kemudian diambil dan dituangkan ke dalam cetakan yang sudah tersedia dan dialasi dengan kain dan diisi sampai penuh. Cetakan yang digunakan biasanya berupa cetakan dari kayu berbentuk segi empat yang dilubangi kecil-kecil supaya air dapat keluar. Selanjutnya kain ditutupkan ke seluruh gumpalan tahu dan dipres. Semakin berat benda yang digunakan untuk mengepres semakin keras tahu yang dihasilkan. Alat pemberat/pres biasanya mempunyai berat ± 5 kg dan lama pengepresan biasanya ± 3 menit, sampai airnya keluar. Setelah dirasa cukup dingin,

kemudian tahu dipotong-potong sesuai dengan keinginan konsumen dipasar. Tahu yang sudah dipotong-potong tersebut kemudian dipasarkan.

Dalam pembuatan tahu biasanya pengrajin menambahkan bahan tambahan atau bahan pembantu antara lain yaitu batu tahu (batu gips yang sudah dibakar dan ditumbuk halus menjadi tepung), asam cuka 90%, biang/kecutan, yaitu sisa cairan setelah tahap pengendapan protein atau sisa cairan dari pemisahan gumpalan tahu yang telah dibiarkan selama satu malam, kunyit yang digunakan untuk memberikan warna kuning pada tahu, garam yang digunakan untuk memberikan rasa sedikit asin ke dalam tahu.



Gambar 2.1. pengolahan tahu

B. Limbah tahu

Industri tahu pada umumnya banyak menggunakan air dalam proses maupun untuk pencucian alat dan biji kedelai. Sebagian besar air yang telah digunakan langsung dibuang ke lingkungan. Beberapa jenis buangan dari industri tahu.

1. Buangan padat

Pabrik tahu membuang buangan padat pada saat pencucian yaitu berupa biji yang jelek, dan batu kerikil yang ikut dalam biji. Pada saat kedelai diproses menjadi susu kedelai dan disaring mengeluarkan ampas. Pemanfaatan limbah padat sampai pada saat sekarang adalah untuk makanan ternak. Juga dapat dibuat tempe gembus.

2. Buangan cair

Sebagian besar dari buangan industri tahu adalah limbah cair yang mengandung sisa dari susu tahu yang tidak tergumpal menjadi tahu. Biasanya air limbah tahu mengandung zat organik misalnya protein, karbohidrat dan lemak. Disamping zat tersebut juga mengandung padatan zat tersuspensi atau padatan terendap misalnya potongan tahu yang hancur pada saat pemrosesan yang kurang sempurna. Padatan tersuspensi maupun terlarut tersebut akan mengalami perubahan fisik, kimia dan hayati yang menghasilkan zat toksin atau zat cemar lingkungan. Juga apabila dibiarkan dilingkungan akan menjadi busuk dan sangat mengganggu estetika. Dan juga akan mempengaruhi lingkungan (Nurhasan, 1999).

Salah satu contoh penggunaan bahan limbah lokal adalah menggunakan limbah cair tahu. Limbah tahu dapat dipakai sebagai pupuk dan pestisida bahkan fungisida organik dengan bantuan tambahan dari bahan yang lain, diantaranya adalah menggunakan bahan empon-empon atau tanaman herba melalui proses fermentasi. Sedangkan limbah cair tahu banyak mengandung sisa protein dan asam cuka sehingga mampu mendukung efektifitas fermentasi (Lasantha, 2011).

C. Karakteristik Air Limbah Tahu

1. Temperatur

Temperatur air limbah pabrik tahu biasanya lebih tinggi dari temperatur normal dibadan air. Hal ini dikarenakan dalam proses pembuatan tahu selalu pada temperatur panas baik pada saat penggumpalan atau pada saat menyaring yaitu pada suhu 60 – 80°C. Pencucian yang mempergunakan air dingin selama proses berjalan tidak mampu menurunkan suhu limbah tahu. Limbah panas yang dikeluarkan adalah sisa air susu tahu yang tidak menggumpal menjadi tahu, biasanya berwarna kuning muda dan apabila diperam dalam satu hari akan berasa asam.

2. Warna

Warna air buangan transparan sampai kuning muda dan disertai adanya suspensi warna putih. Zat terlarut dan tersuspensi yang mengalami penguraian hayati dan kimia akan berubah warna. Hal ini merupakan proses yang merugikan, karena adanya proses dimana kadar oksigen

didalam air buangan menjadi nol maka air buangan berubah menjadi warna hitam dan busuk.

3. Bau

Bau air buangan industri tahu dikarenakan proses pemecahan protein oleh mikroba alam. Bau sungai atau saluran menyengat apabila disaluran tersebut sudah berubah an aerob. Bau tersebut adalah terpecahnya penyusun dari protein dan karbohidrat sehingga timbul bau busuk dari gas.

4. Kekeruhan

Padatan yang terlarut dan tersuspensi dalam air limbah pabrik tahu menyebabkan air keruh. Zat yang menyebabkan air keruh adalah zat organik atau zat-zat yang tersuspensi dari tahu atau kedelai yang tercecceer atau zat organik terlarut yang sudah terpecah sehingga air limbah berubah seperti emulsi keruh.

5. BOD (*biological oksigen demand*)

Padatan yang terdapat dalam air buangan terdiri dari zat organik dan zat an organik. Zat organik tersebut misalkan protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Protein dan karbohidrat biasanya lebih mudah terpecah secara proses hayati menjadi amoniak, sulfida dan asam-asam lainnya. Sedangkan lemak lebih stabil terhadap pengrusakan hayati, namun apabila ada asam mineral dapat menguraikan asam lemak menjadi glicerol. Pada limbah tahu adanya lemak ditandai banyak zat-zat terapung berbentuk skum. Untuk mengetahui berapa besarnya jumlah zat organik yang terlarut

dalam air limbah tahu dapat diketahui dengan melihat besarnya angka BOD atau kebutuhan oksigen biokimia (KOB).

Angka BOD ini menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk keperluan aktifitas mikroba dalam memecah zat organik bio degradasi didalam air buangan, angka BOD dalam satuan mg per liter atau ppm (*part per million*) dan biasanya dinyatakan dalam beban yaitu gram atau kg per satuan waktu.

6. COD (*Chemical oksigen demand*)

Parameter ini dalam air buangan menunjukkan juga zat organik, terutama zat organik non biodegradasi selain itu zat dapat di oksidasi oleh bahan kimia $K_2Cr_2O_7$ dalam asam, misalnya SO_3 (sulfit), NO_2 (nitrit) kadar tinggi dan zat-zat reduktor lainnya. Besarnya angka COD biasanya lebih besar dari BOD, biasanya 2 sampai 3 kali besarnya BOD.

7. pH

pH dalam air limbah sangat dipengaruhi oleh kegiatan mikroorganisme dalam memecah bahan organik. Air limbah tahu cenderung asam, dan pada keadaan asam ini terlepas zat- zat yang mudah menjadi gas (Nurhasah, 1999).

D. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu

Sebagian besar industri tahu merupakan industri kecil (*home industry*), yang notabene adalah masyarakat pedesaan dengan tingkat pendidikan yang relatif rendah, maka operasional pengolahan air limbah menjadi salah satu pertimbangan yang cukup penting. Untuk pengolahan air limbah industri tahu biasanya dipilih sistem dengan operasional pengolahan yang mudah dan praktis serta biaya pemeliharaan yang terjangkau.

Pemilihan sistem pengolahan air limbah didasarkan pada sifat dan karakter air limbah tahu itu sendiri. Sifat dan karakteristik air limbah sangat menentukan didalam pemilihan sistem pengolahan air limbah, terutama pada kualitas air limbah yang meliputi parameter-parameter pH, COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solid*). Melihat karakteristik air limbah tahu diatas maka salah satu alternatif yang cukup tepat untuk pengolahan air buangan adalah dengan proses biologis. Cara ini relative sederhana dan tidak mempunyai efek samping yang serius.

1. Pengolahan Limbah Cair Anaerobik

Proses anaerobik pada hakikatnya adalah proses yang terjadi karena aktivitas mikroba yang dilakukan pada saat tidak terdapat oksigen bebas. Proses anaerobik dapat digunakan untuk mengolah berbagai jenis limbah yang bersifat biodegradable, termasuk limbah industri makanan salah satunya adalah limbah tahu. Proses biologi anaerobik merupakan sistem pengolahan air limbah tahu yang banyak digunakan. Pertimbangan yang

dilakukan adalah mudah, murah dan hasilnya bagus. Proses biologi anaerobik merupakan salah satu sistem pengolahan air limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme yang bekerja pada kondisi anaerob. Kumpulan mikroorganisme, umumnya bakteri, terlibat dalam transformasi senyawa kompleks organik menjadi metana. Selbihnya terdapat interaksi sinergis antara bermacam-macam kelompok bakteri yang berperan dalam penguraian limbah. Kelompok bakteri non metanogen yang bertanggung jawab untuk proses hidrolisis dan fermentasi terdiri dari bakteri anaerob fakultatif dan obligat. Mikroorganisme yang diisolasi dari digester anaerobik adalah *Clostridium* spp., *Peptococcus anaerobus*, *Bifidobacterium* spp., *Desulphovibrio* spp., *Corynebacterium* spp., *Lactobacillus*, *Actinomyces*, *Staphylococcus*, and *Eschericia coli* (Metcalf, 2003).

Ada tiga tahapan dasar yang termasuk dalam keseluruhan proses pengolahan limbah secara oksidasi anaerobik, yaitu : hidrolisis, fermentasi (yang juga dikenal dengan sebutan asidogenesis), dan metanogenesis (Metcalf, 2003).

Selama proses hidrolisis, bakteri fermentasi merubah materi organik kompleks yang tidak larut, seperti selulosa menjadi molekul-molekul yang dapat larut, seperti asam lemak, asam amino dan gula. Materi polimer kompleks dihidrolisa menjadi monomer-monomer, contoh : selulosa menjadi gula atau alkohol. Molekul-molekul monomer ini dapat langsung dimanfaatkan oleh kelompok bakteri selanjutnya. Hidrolisis

molekul kompleks dikatalisasi oleh enzim ekstra seluler seperti selulase, protease, dan lipase. Walaupun demikian proses penguraian anaerobik sangat lambat dan menjadi terbatas dalam penguraian limbah selulolitik yang mengandung lignin. Pada proses fermentasi (asidogenesis), bakteri asidogenik (pembentuk asam) merubah gula, asam amino, dan asam lemak menjadi asam-asam organik (asam asetat, propionate, butirat, laktat, format) alkohol dan keton (etanol, methanol, gliserol dan aseton), asetat, CO_2 dan H_2 . Produk utama dari proses fermentasi ini adalah asetat. Hasil dari fermentasi ini bervariasi tergantung jenis bakteri dan kondisi kultur seperti pH dan suhu.

Proses metanogenesis dilaksanakan oleh suatu kelompok mikroorganisme yang dikenal sebagai bakteri metanogen. Ada dua kelompok bakteri metanogen yang dilibatkan dalam proses produksi metan. Kelompok pertama, *acetivlastic methanogens*, membagi asetat ke dalam metan dan karbondioksida. Kelompok kedua, hidrogen memanfaatkan metanogen, yaitu menggunakan hidrogen sebagai donor elektron dan CO_2 sebagai aseptor elektron untuk memproduksi metan. Bakteri di dalam proses anaerobik, yaitu bakteri *acetogens*, juga mampu menggunakan CO_2 untuk mengoksidasi dan bentuk asam asetat. Dimana asam asetat dikonversi menjadi metan. Sekitar 72% metan yang diproduksi dalam digester anaerobik adalah formasi dari asetat.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses anaerobik (Monnet, 2003) yaitu :

a. Suhu

Proses anaerobik dapat terjadi dibawah dua kisaran kondisi suhu, yaitu kondisi mesopilik, yaitu antara 20-45°C, pada umumnya 35°C dan kondisi termopilik, yaitu antara 50-65°C, pada umumnya 55°C. Suhu yang optimal dari proses anaerobik bervariasi tergantung pada komposisi nutrient di dalam digester, tetapi kebanyakan proses anaerobik seharusnya dipelihara secara konstan untuk mendukung tingkat produksi gas. Digester termopilik lebih efisien dalam hal waktu tinggal, tingkat kapasitas, dan jumlah produksi gas, tetapi di lain hal membutuhkan input panas yang lebih tinggi dan mempunyai sensitivitas yang tinggi yang membuat proses lebih problematik daripada digesti mesopilik.

b. Waktu Tinggal

Waktu tinggal adalah waktu yang dibutuhkan untuk mencapai proses degradasi materi-materi organik yang sempurna. Waktu tinggal bervariasi dengan memproses parameter-parameter, seperti memproses suhu dan komposisi limbah. Waktu tinggal untuk limbah yang diperlakukan dalam digester mesopilik dalam kisaran 15-30 hari dan 12-14 hari untuk digester termopilik.

c. pH

Nilai pH yang optimal untuk proses asidogenesis dan metanogenesis berbeda-beda. Selama proses asidogenesis dibentuk asetat, laktat, dan asam propionat, dengan demikian pH turun. pH yang rendah dapat menghambat proses asidogenesis dan nilai pH dibawah 6,4 dapat bersifat racun untuk bakteri pembentuk metan (pH optimal untuk proses metanogenesis adalah antara 6,6-7). Kisaran pH optimal untuk semua yaitu antara 6,4-7,2.

d. Rasio Karbon dan Nitrogen (C:N)

Hubungan antara jumlah karbon dan nitrogen yang hadir dalam materi organik di gambarkan oleh rasio C : N. Rasio optimal C : N dalam proses anaerobik antara 20 : 30. Rasio C : N yang tinggi mengindikasikan adanya konsumsi nitrogen yang cepat oleh bakteri metanogen dan menghasilkan produksi gas yang rendah. Selain itu rasio C : N yang rendah menyebabkan akumulasi ammonia dan nilai pH yang melebihi 8,5 dan ini bersifat racun bagi bakteri metanogen.

e. Mixing

Mixing di dalam digester, meningkatkan kontak antara mikroorganisme dengan substrat dan meningkatkan kemampuan populasi bakteri untuk memperoleh nutrisi. Mixing juga membangun gradien suhu di dalam digester. Mixing yang berlebihan dapat merusak mikroorganisme dan oleh karena itu mixing yang lambat lebih disukai.

2. Anaerobik – Biogas

Secara umum proses anaerobik akan menghasilkan gas *Methana* (Biogas). Biogas (gas bio) adalah gas yang dihasilkan dari pembusukan bahan-bahan organik oleh bakteri pada kondisi anaerob (tanpa ada oksigen bebas). Biogas tersebut merupakan campuran dari berbagai macam gas antara lain : CH_4 (54%-70%), CO_2 (27%-45%), O_2 (1%-4%), N_2 (0,5%-3%), CO (1%), dan H_2 <. (KLH, 2006).

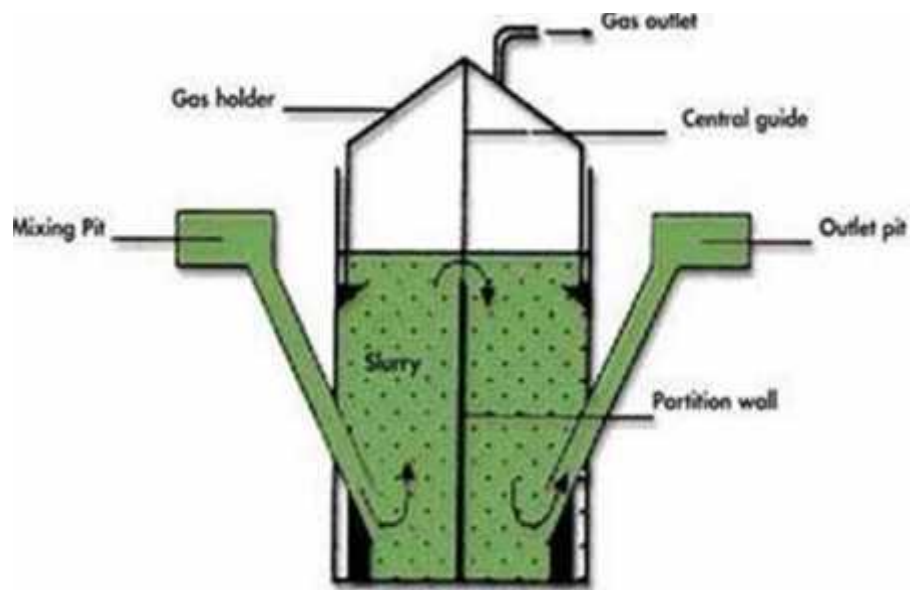
Sifat penting dari gas metan ini adalah tidak berbau, tidak berwarna, beracun dan mudah terbakar. Karena sifat gas tersebut, maka gas metan ini termasuk membahayakan bagi keselamatan manusia (Sugiharto, 2005).

Penggunaan biogas ini merupakan salah satu cara untuk mengurangi pencemaran lingkungan, karena dengan fermentasi bakteri anaerob (bakteri metan) maka tingkat pengurangan pencemaran lingkungan dengan parameter BOD, COD akan berkurang sampai 90%. Sistem ini banyak dipakai dengan pertimbangan ada manfaat yang bisa diambil yaitu pemanfaatan biogas yang sangat memungkinkan digunakan sebagai bahan sumber energi karena gas metan sama dengan gas elpiji (liquid petroleum gas/LPG), perbedaannya adalah gas metan mempunyai satu atom C, sedangkan elpiji lebih banyak. Contoh pemanfaatan biogas misalnya untuk memasak, lampu penerangan, listrik generator, dan dapat menggantikan bahan bakar yang lain, dsb (KLH, 2006).

E. Macam-Macam Pembangkit Biogas Atau Digester

1. Tipe Terapung (*Floating Type*)

Tipe terapung ini banyak dikembangkan di India yang terdiri atas sumur pencerna dan di atasnya ditaruh drum terapung dari besi terbalik yang berfungsi untuk menampung gas yang dihasilkan oleh digester. Sumur dibangun dengan menggunakan bahan-bahan yang biasa digunakan untuk membuat fondasi rumah, seperti pasir, batu bata, dan semen. Karena banyak dikembangkan di India, maka digester ini disebut juga dengan tipe India.



Gambar 2.2. *Floating type*

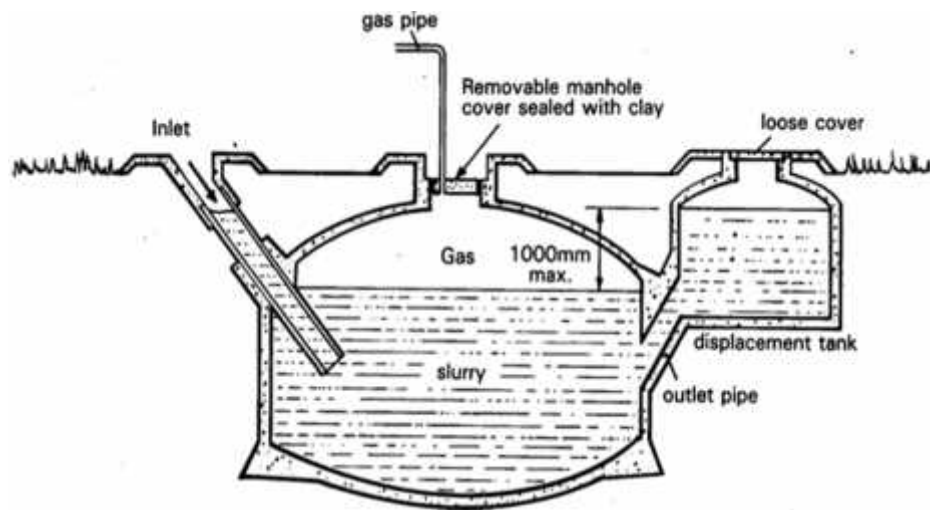
2. Tipe Kubah (*Fixed Dome Digester*)

Tipe ini merupakan tipe yang paling banyak dipakai di Indonesia. Tipe kubah adalah berupa digester yang dibangun dengan menggali tanah kemudian dibuat dengan bata, pasir, dan semen yang berbentuk seperti

rongga yang kedap udara dan berstruktur seperti kubah (bulatan setengah bola). Tipe ini dikembangkan di Cina sehingga disebut juga tipe kubah atau tipe Cina. Dengan sistem anaerobik-biogas, gas yang dihasilkan tergantung pada kandungan protein, lemak dan karbohidrat yang terkandung dalam limbah, lamanya waktu pembusukan minimal 30 hari karena semakin lama pembusukan semakin sempurna prosesnya, suhu di dalam digester yaitu 15°C - 35°C, kapasitas kedelai minimal untuk dapat menghasilkan biogas adalah \pm 400 kg, untuk produksi tahu dengan kapasitas kedelai 700 kg/hari dihasilkan tidak kurang dari 10.500 liter gas bio per hari, kebutuhan satu rumah tangga dengan 4-5 orang anggota \pm 1.200 – 2.000 liter gas bio per hari (KLH, 2006).

Adapun sistem pengolahan biogas meliputi inlet (masuknya air limbah), bak equalisasi, bak pengendapan, bak *Anaerobik Filter*, bak peluapan, bak pengurasan, dan outlet (keluarnya air limbah yang telah diolah) (KLH, 2006).

Bentuk dasar peralatan proses biogas tipe kubah (*fixed dome digester*) adalah sebagai berikut :



Gambar 2.3. *fixed dome digester*

Keuntungan atau keunggulan dari sistem anaerobik-biogas adalah mengurangi potensi kerusakan hutan yaitu mengurangi penebangan pohon yang digunakan untuk kayu bakar, mencegah erosi tanah, dan menghemat pemakaian bahan bakar minyak. Biogas merupakan energi yang ramah lingkungan dan merupakan cara yang aman untuk menempatkan bahan organik jika dikelola dengan baik, sehingga meningkatkan sanitasi dan kesehatan lokal. Sisa padatan dari produksi biogas (lumpur hasil pembangkitan biogas) dapat digunakan untuk pembuatan pupuk kompos. Ini dapat mengurangi polusi air tanah dan meningkatkan kualitas udara. Gas metan termasuk gas rumah kaca (*greenhouse gas*), bersama dengan gas karbon dioksida CO₂ memberikan efek rumah kaca yang menyebabkan terjadinya fenomena pemanasan global. Pengurangan gas metan secara lokal ini dapat

berperan positif dalam upaya penyelesaian permasalahan global (efek rumah kaca), sehingga upaya ini dapat diusulkan sebagai bagian dari program internasional Mekanisme Pembangunan Bersih (*Clean Development Mechanism/CDM*) (Inforce, 2006).

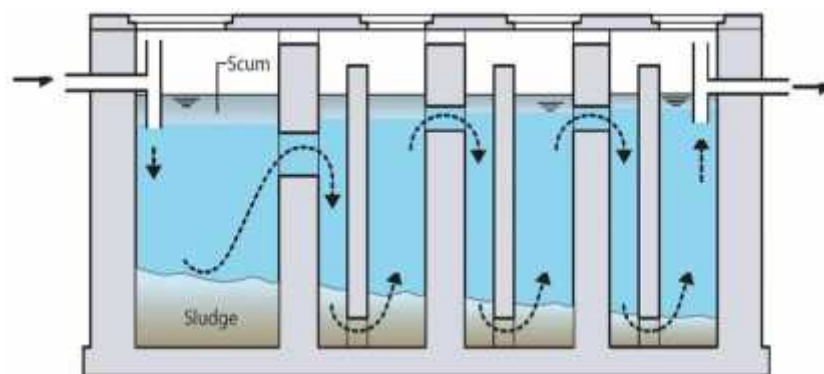
Untuk biogas ini sistem yang diterapkan harus dirawat dan dibersihkan secara periodik untuk menghilangkan lumpur (residu padatan) hasil pembangkitan biogas dan tindakan pencegahan serta keselamatan untuk sistem pendistribusian gas harus terus diamati .

3. *Anaerobik Baffled Reactor*

Anaerobik baffled reaktor merupakan salah satu sistem proses pengolahan air limbah anaerobik dengan mengatur aliran dari bawah ke atas menggunakan sekat-sekat. Seperti pada sebagian besar sistem anaerobik, sistem ini sangat membutuhkan pengaturan distribusi aliran, sehingga lumpur aktif bisa kontak dengan air limbah secara merata.

Reaktor ini berbentuk tangki persegi panjang, dibagi empat kompartemen berukuran sama. Masing-masing kompartemen dipisahkan dinding dari arah atas dan dasar tangki. Zat cair dialirkan menuju ke atas lalu kebawah antar dinding dan menuju ke atas lagi melalui sludge anaerobik blanket hingga melalui kompartemen ke empat. Dalam reaktor ini terjadi kontak antara air limbah dengan biomassa aktif, dimana dengan reaktor ini biomassa akan tertahan sebanyak mungkin. Pengolahan air limbah industri tahu yang dilakukan menggunakan proses anaerobik dengan bentuk reaktor

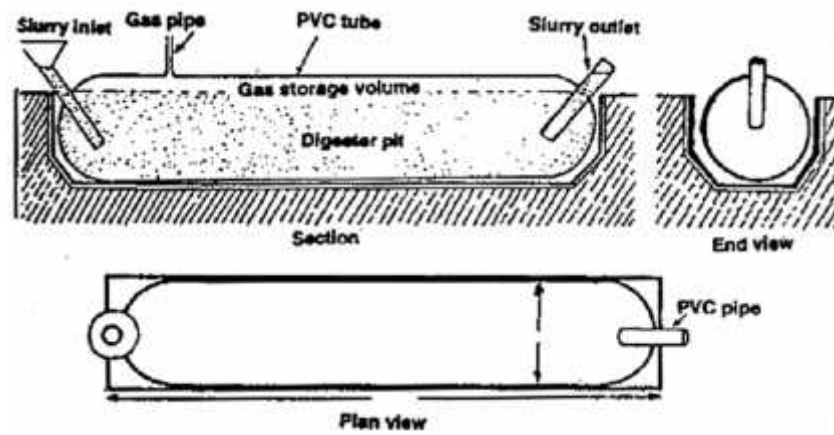
bersekat (*anaerobic baffled reactor*), mempunyai keuntungan karena cocok untuk daerah tropis (mikroorganisme mesofilik), sedangkan bentuk reaktor memberikan keuntungan karena memberi kontak yang lebih baik antara lumpur aktif yang ada dengan air limbah (*up flow* dan *down flow*). Skema proses pengolahan limbah dengan sistem *anaerobik baffled reaktor* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4. Anaerobik Baffled Reactor

4. Type balon

Reaktor balon merupakan jenis reaktor yang banyak digunakan pada skala rumah tangga yang menggunakan bahan plastik sehingga lebih efisien dalam penanganan dan perubahan tempat biogas. reaktor ini terdiri dari satu bagian yang berfungsi sebagai digester dan penyimpan gas masing masing bercampur dalam satu ruangan tanpa sekat. Material organik terletak dibagian bawah karena memiliki berat yang lebih besar dibandingkan gas yang akan mengisi pada rongga atas.



Gambar 2.5 reaktor balon

F. Hasil Produksi Tahu

Dalam pengolahan tahu perhari berkisar 78 kg, membutuhkan 2400 kg air, menghasilkan tahu 26 masak atau 104 kg dan permasak menghasilkan 338 potong. Untuk limbah padat di dapat 150 kg, limbah padat ini digunakan sebagai pakan ternak oleh warga sekitar. Dan limbah cair ini langsung di buang ke sungai sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tipe secara metode yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini dijelaskan dibawah ini.

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dan waktu dilakukan pada:

1. Tempat proses pembuatan reaktor dan komponen reaktor dilakukan di Desa Sindang Sari Tanjung Bintang Lampung Selatan.
2. Penelitian dilakukan pada bulan Mei hingga Juli tahun 2017

B. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Tower air kapasitas 1000 l
Digunakan untuk menampung limbah dengan kapasitas 1000 liter.
2. Pipa
Pipa digunakan sebagai penyambung limbah untuk dimasukkan dalam digester dan sebagai penyalur biogas ke penampung gas.
3. Kran
Sebagai pembuka dan penutup biogas yang telah di tamping dalam penampung gas.

4. Bor

Digunakan sebagai alat untuk menyambung pipa.

5. Gergaji

Digunakan sebagai alat untuk memotong pipa.

6. Plastik penampung

Bahan digunakan sebagai penampung biogas.

7. Lem pipa

Digunakan sebagai perekat pipa agar tidak terjadi kebocoran.

8. Corong

Digunakan sebagai alat untuk memasukan limbah cair kedalam digester agar tidak tumpah-tumpah.

C. Prosedur penelitian

Proses pembuatan energy biogas dari limbah cair tahu sebagai berikut:

1. Saluran masuk slurry (air limbah masuk)

Saluran ini digunakan untuk memasukkan slurry ke dalam reaktor utama.

2. Saluran keluar residu

Saluran ini digunakan untuk mengeluarkan limbah yang telah difermentasi oleh bakteri. Saluran ini bekerja berdasarkan prinsip kesetimbangan tekanan hidrostatik. Residu yang keluar pertama kali merupakan *slurry* masukan yang pertama setelah waktu retensi tertentu (20 – 30 hari).

3. Katup pengaman tekanan (*control valve*)

Katup pengaman ini digunakan sebagai pengatur tekanan gas dalam reaktor biogas. Katup pengaman ini menggunakan prinsip pipa T. Bila tekanan gas dalam saluran gas lebih tinggi dari kolom air, maka gas akan keluar melalui pipa T, sehingga tekanan dalam reaktor biogas akan turun.

4. Saluran Gas

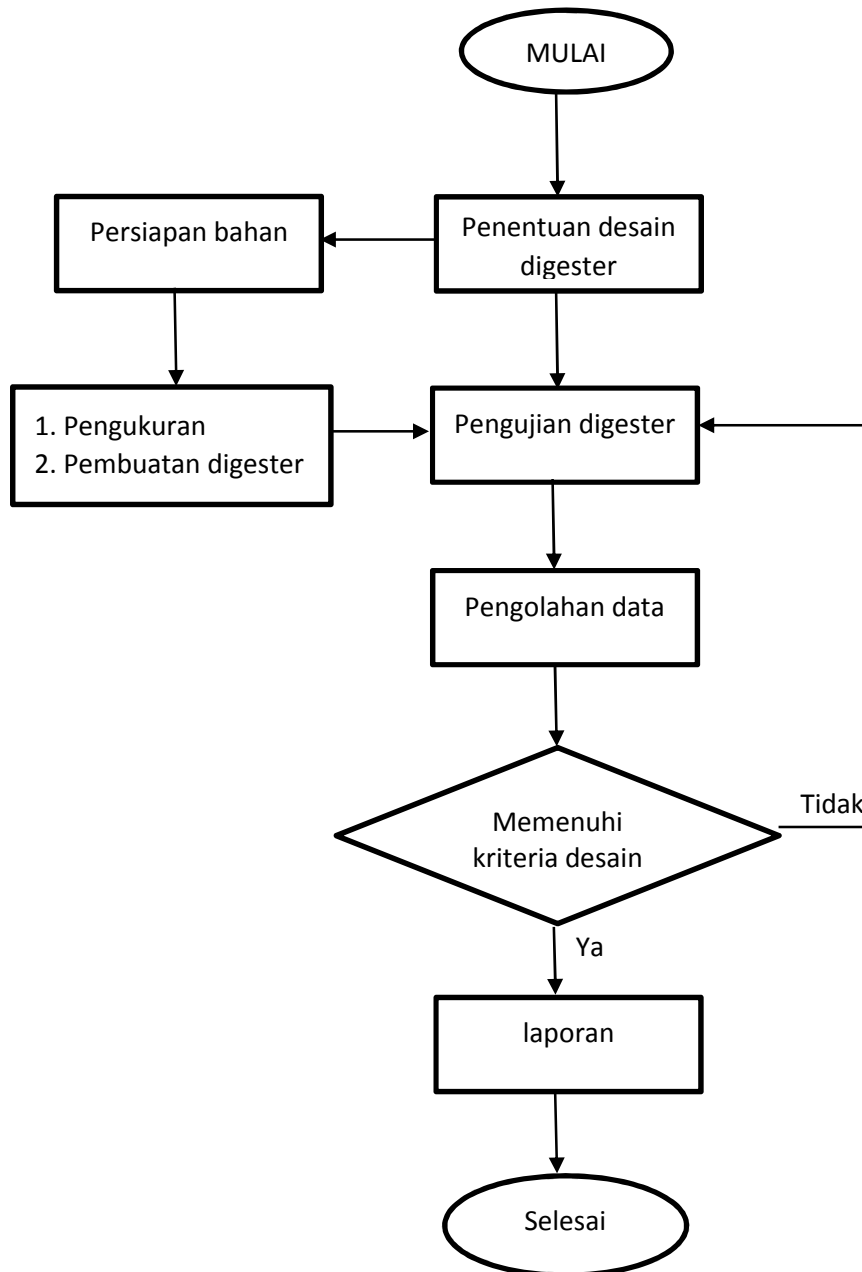
Saluran gas ini disarankan terbuat dari bahan polimer atau plastik seperti pipa paralon untuk menghindari korosi. Ujung saluran pipa bisa disambung dengan pipa baja anti karat untuk bagian pembakaran gas.

5. Plastik Penyimpanan Gas

Pada penyimpanan gas ini harus benar-benar rapat dan tidak ada kebocoran agar gas dapat maksimal.

D. Alur Penelitian

Urutan langkah pelaksanaan yang dilakukan dalam penelitian ini dijabarkan dalam *flowchart* percobaan yang akan ditampilkan sebagai berikut.



BAB V. PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan proses anaerobik mengurangi masalah lingkungan.
2. Nilai COD bahan organik sangat berpengaruh dalam pembentukan gas metana
3. Kotoran sapi adalah salah satu bahan yang baik sebagai starter dalam pengolahan limbah cair tahu karena mempercepat proses fermentasi limbah cair tahu menjadi biogas.
4. Hasil pengujian yang telah dilakukan terdapat kandungan $N_2=58.449\%$, $CH_4=26.846\%$, $CO_2=14.705\%$.

B. Saran

1. Kapasitas biodigester perlu diperbesar karena produksi biogasnya belum mencukupi kebutuhan untuk memasak.
2. Pembuatan digester sebaiknya ditanam ditanah agar suhu lebih stabil.
3. Pengujian gas sebaiknya dilakukan setelah limbah diisi secara kontinyu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ihsan, A., Bahri, S., dan Musafira. 2013. Produksi Biogas Menggunakan Cairan Isi Rumen Sapi dengan Limbah Cair Tempe. *Journal Of Natural Science*. 2(2):27-35
- KLH. 2006. Mutu Limbah Cair Kegiatan Produksi Tahu.
- Inforce. 2006. *A List of Treaties and Other International Agreements of the United State In Force*. United States Department of State.
- Lashanta, 2011. Memanfaatkan limbah Tahu Menjadi Pestisida dan Pupuk Organik Cair. Gerbang Pertanian htm.
- Metcalf dan eddy. 2003. *Waswater Engineering Treatment and Reuse 4th Edition*. New York: Mc. Graw hill.
- Monnet, Fabien. 2003. *An Introduction to Anaerobic Digestion of Organic Wastes*. Scotland : Remade Scotland.
- Nurhasah. 1999. Penanganan Air Limbah Tahu Dan Tempe. Sinar Harapan : Jakarta.
- Sugiharto. 2005. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Jakarta : UI Press.