

Pengolahan Limbah Cair Tahu Sebagai Energi Alternatif Biogas yang ramah lingkungan

Kemas Ridhuan
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Univ. Muh Metro
Jl. Ki Hajar Dewantara no 115 Metro
kmsridhuan@yahoo.co.id

Abstrak

Cairan limbah tahu merupakan komponen yang berbahaya jika dibuang begitu saja ke lingkungan karena dapat menimbulkan bau busuk, penyakit dan mencemari air, juga pemicu gas rumah kaca. Maka limbah tersebut perlu diolah sebagai energi alternative biogas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara pengolahan limbah cair tersebut, banyak biogas yang dapat dihasilkan, lama waktu fermentasi dan konstruksi reaktornya. Metode penelitian ini yaitu pembuatan alat reaktor dan pengujiannya. Reaktor biogas terdiri dari tangkapan utama limbah cair tahu dan tangkapan biogas. saluran masuk dan keluar limbah, juga saluran keluar biogas. Proses fermentasi berlangsung pada kondisi anaerob yaitu proses pada kondisi tanpa oksigen. Prinsip Kerja Reaktor yaitu limbah cair tahu dimasukkan ke dalam reaktor yang kedap udara, memanfaatkan proses pencernaan yang dilakukan oleh bakteri methanogen yang produknya berupa gas methana (CH₄). Proses fermentasi berlangsung selama 28 hari dengan hasil sebagai berikut dari 97 liter limbah cair tahu yang diolah maka didapat biogas sejumlah 0,0564 m³ atau 56,4 liter biogas.

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

Pendahuluan

Sebagian besar industri tahu tempe masih merupakan industri kecil skala rumah tangga yang tidak dilengkapi dengan unit pengolah air limbah, sedangkan industri tahu dan tempe yang dikelola koperasi beberapa diantaranya telah memiliki unit pengolah limbah. Dengan sistem pengolah limbah yang ada, maka limbah yang dibuang ke perairan kadar zat organiknya (BOD) masih cukup tinggi yaitu sekitar 400 – 1 400 mg/l (Damayanti,2004). Untuk itu perlu dilakukan proses pengolahan lanjut agar kandungan zat organik di dalam air limbah memenuhi standar air buangan yang boleh dibuang ke saluran umum.

Proses produksi tahu menghasilkan 2 jenis limbah, limbah padat dan limbah cairan. Pada umumnya, limbah padat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sedangkan limbah cair dibuang langsung ke lingkungan. Limbah cair pabrik tahu ini memiliki kandungan senyawa organik yang tinggi. Tanpa proses penanganan dengan baik, limbah tahu menyebabkan dampak negatif seperti polusi air, sumber penyakit, bau tidak sedap, meningkatkan pertumbuhan nyamuk, dan menurunkan estetika lingkungan sekitar (Rahayu, 2009).

Banyak pabrik tahu skala rumah tangga di Indonesia tidak memiliki proses pengolahan limbah cair. Ketidakinginan pemilik pabrik tahu untuk mengolah limbah cairnya

disebabkan karena kompleks dan tidak efisiennya proses pengolahan limbah, ditambah lagi tidak menghasilkan nilai tambah. Padahal, limbah cair pabrik tahu memiliki kandungan senyawa organik tinggi yang memiliki potensi untuk menghasilkan biogas melalui proses an-aerobik. Pada umumnya, biogas mengandung 50-80% metana, CO₂, H₂S dan sedikit air, yang bisa dijadikan sebagai pengganti minyak tanah atau LPG (BBPT,1997). Dengan mengkonversi limbah cair pabrik tahu menjadi biogas, pemilik pabrik tahu tidak hanya berkontribusi dalam menjaga lingkungan tetapi juga meningkatkan pendapatannya dengan mengurangi konsumsi bahan bakar pada proses pembuatan tahu.

Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut air dadih. Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah cair ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran air, seperti warna sungai menjadi keruh dan menghasilkan bau busuk dan mencemari sungai. Sumber limbah cair lainnya berasal dari pencucian kedelai, pencucian peralatan proses, pencucian lantai dan pemasakan serta larutan bekas rendaman kedelai. Jumlah limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuat tahu kira-kira 15-20 l/kg bahan baku kedelai, sedangkan bahan pencemarnya kira-kira untuk TSS sebesar 30 kg/kg bahan baku kedelai, BOD 65 g/kg bahan baku kedelai dan COD 130 g/kg bahan baku kedelai (EMDI & bapedal, 1994).

Karakter limbah cair yang dihasilkan berupa bahan organik

padatan tersuspensi (kulit, selaput lendir dan bahan organik lain). Industri pembuatan tahu dan tempe harus berhati-hati dalam program kebersihan pabrik dan pemeliharaan peralatan yang baik karena secara langsung hal tersebut dapat mengurangi kandungan bahan protein dan organik yang terbawa dalam limbah cair.

Industri pengolahan tahu tersebut selain menghasilkan produk utama berupa tahu dalam berbagai bentuk (tahu putih, tahu goreng, tahu pong, dan kerupuk tahu), juga menghasilkan limbah padat maupun limbah cair. Limbah padat sudah banyak dimanfaatkan seperti pakan ternak dan tempe gembus. Namun limbah cair belum dimanfaatkan sama sekali atau langsung dibuang begitu saja ke perairan. Akibatnya perairan menjadi tercemar, begitu pula dengan simpanan air tanah yang ditandai oleh kotornya wilayah perairan dan timbulnya bau menyengat.

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). Gas metana merupakan bahan dasar pembuatan biogas. Biogas adalah gas pembusukan bahan organik oleh bakteri pada kondisi anaerob. Gas ini tidak berbau, tidak berwarna, dan sangat mudah terbakar. Biogas sebanyak 1000 ft³ (28,32 m³) mempunyai nilai pembakaran yang sama dengan galon (1 US gallon = 3,785 liter) butane atau 5,2 gallon gasolin (bensin) atau 4,6 gallon minyak diesel. Untuk memasak pada rumah

tangga dengan 4-5 anggota keluarga cukup 150 ft³ per hari (Goendi Sunarto, 2008). Limbah cair tahu mempunyai kandungan metana lebih dari 50 %, sehingga sangat memungkinkan sebagai bahan baku sumber energi biogas.

Tinjauan Pustaka

Limbah industri tahu terdiri dari dua jenis, yaitu limbah cair dan padat. Dari kedua jenis limbah tersebut, limbah cair merupakan bagian terbesar dengan perbandingan 7 : 1 dan berpotensi mencemari lingkungan. Dan ada dua karakteristik yaitu fisika dan kimia. Karakteristik fisika meliputi padatan total, suhu warna dan bau. Sedangkan karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik dan gas.

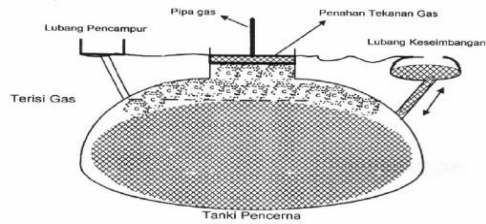
Limbah cair industri tahu juga mengandung bahan-bahan organik kompleks yang tinggi terutama protein dan asam-asam amino dalam bentuk padatan tersuspensi maupun terlarut (EMDI – Bapedal, 1994). Adanya senyawa-senyawa organik tersebut menyebabkan limbah cair industri tahu rata-rata mengandung *Biological Oxygen Demand* (BOD) 4583 mg/liter, *Chemical Oxygen Demand* (COD) 7050 mg/liter dan *Total Solid Suspension* (TSS) 4743 mg/liter dan minyak atau lemak 26 mg/liter yang tinggi (Tay, 1990; BPPT, 1997) yang apabila dibuang ke perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan pencemaran.

Biogas adalah produk akhir pencernaan atau degradasi anaerobic bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerobic dalam lingkungan bebas oksigen atau udara. Komponen terbesar biogas adalah Methana (CH₄, 54 – 80 % volume) dan karbondioksida (CO₂, 20 – 45 % volume) serta sejumlah

kecil H₂, N₂ dan H₂S. Berat jenis gas metana 0,554, kelarutannya dalam air rendah, pada suhu 20 °C dan tekanan 1 atm. Gas metana termasuk gas yang stabil (BPPT, 1997).

Proses penguraian oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan-bahan organik terjadi secara anaerob. Pada prinsipnya proses anaerob adalah proses biologi yang berlangsung pada kondisi tanpa oksigen oleh mikroorganisme tertentu yang mampu mengubah senyawa organik menjadi metana (biogas). Secara umum, proses anaerob terdiri dari empat tahap yakni : hidrolisis, pembentukan asam, pembentukan asetat dan pembentukan metana. Proses anaerob dikendalikan oleh dua golongan mikroorganisme (hidrolitik dan metanogen) (BPPT, 1997).

Teknologi biogas pada dasarnya memanfaatkan proses pencernaan yang dilakukan oleh bakteri methanogen yang produknya berupa gas methana (CH₄). Gas methana hasil pencernaan bakteri tersebut bisa mencapai 60% dari keseluruhan gas hasil reaktor biogas, sedangkan sisanya didominasi CO₂. Bakteri ini bekerja dalam lingkungan yang tidak ada udara (*anaerob*), sehingga proses ini juga disebut sebagai pencernaan anaerob (*anaerob digestion*). Bakteri Metanogen adalah bakteri yang bertindak sesuai dengan metana (gas) bahan organik dan hasil dan gas-gas lain sedang dalam proses daur hidup perlengkapan mereka dalam satu kondisi *anaerob* (Siska, 2010)



Gambar 1. Pencerna tipe *Fixed Dome* (China), (Syamsudin T.R., 2005)

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui berapa banyak biogas yang dapat dihasilkan terhadap limbah cair tahu yang digunakan dari fermentasi tersebut
2. Untuk mengetahui berapa lama waktu fermentasi yang maksimum terhadap produktifitas biogas pada proses anaerob
3. Untuk mengetahui konstruksi dan bentuk reactor biogas yang efektif guna mendapatkan produksi biogas yang optimum
4. Untuk mengetahui karakteristik, mekanisme dan proses anaerob yang terjadi pada pengolahan limbah cair tahu

Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode rekayasa yang merupakan suatu kegiatan rancang bangun, sehingga di dalamnya terdapat kontribusi baru, baik dalam bentuk proses maupun produk atau prototype. perancangan alat, pembuatan alat dan pengujian alat dengan limbah cair tahu. Alat yang digunakan drum plastic kapasitas 90 liter, Limbah tahu, ember, thermometer, manometer.

Proses fermentasi limbah cair tahu yaitu siapkan reactor biogas, ukur kadar keasaman (ph) limbah cair tahu, masukkan limbah cair tahu tersebut ke dalam reactor sebanyak 75 liter. Catat

data-data ukuran seperti temperatur, tekanan biogas di dalam reactor volume biogasnya. Pada hari ke 7 buang biogas yang ada di dalam reactor, karena bercampur dengan udara, biogas tersebut tidak bagus, jika digunakan akan sulit terbakar dan suka terjadi ledakan gas jika bereaksi dengan oksigen. Setelah itu tutup kembali, lalu proses fermentasi dilanjutkan lagi, pencatatan data diteruskan sampai tidak ada lagi penambahan volume biogas yang dihasilkan. Sekali-kali reactor digoyang atau di aduk supaya terjadi penguraian limbah yang sempurna dan gas yang terbentuk di bagian bawah naik ke atas. Setelah hari terakhir, tutup kran di reactor lalu hubungkan saluran penampungan ke kompor gas untuk menguji biogas yang dihasilkan.

Hasil Dan Pembahasan

Performansi Alat

Alat penghasil biogas ini (reaktor) terbuat dari bahan plastik dimana tahan terhadap korosi karena akan selalu berhubungan dengan basa dari cairan limbah tahu dalam proses fermentasinya dengan waktu yang cukup lama. Alat reaktor ini terdiri atas dua bagian utama, yaitu:

- Bagian pencerna (reaktor) dan
- Bagian pengumpul gas

Alat penghasil biogas (reaktor) ini berkapasitas 90 liter bekerja dengan cara memasukkan bahan isian (cairan limbah tahu) sebanyak 75 liter, yang dalam hal ini terdapat rongga udara sebanyak 15 liter yaitu sebagai ruang proses fermentasi limbah cair tahu menjadi biogas. (Sadzali, 2010)

Pada lubang saluran pemasukan dan pengeluaran ditutup untuk mengkondisikan digester *anaerob*. Produksi gas hasil fermentasi *anaerob* oleh reaktor mulai pada hari ke-6. Gas

yang dihasilkan dengan sendirinya mengalir ke plastik penampung gas. Volume plastik pengumpul dapat berkembang dengan semakin bertambahnya produk biogas dengan memanfaatkan tekanan biogas yang dihasilkan seiring dengan bertambahnya hari.

Kualitas Biogas yang Dihasilkan

a. Temperatur

Temperatur yang diukur pada penelitian ini ada dua, yaitu temperatur di dalam reaktor dan temperatur di luar reaktor, karena temperatur diluar atau temperatur lingkungan sangat mempengaruhi temperatur yang terjadi di dalam reaktro. Temperatur terukur yang bekerja pada reaktor menunjukkan pada angka 27 - 32 °C (seperti pada tabel 5.1. Temperatur hasil pengukuran), sesuai dengan temperatur yang diisyaratkan pada tahap perancangan.

b. pH (Derajat keasaman)

Derajat keasaman dari bahan limbah cair tahu di dalam reaktor merupakan salah satu indikator bagaimana kerja reaktor. Derajat keasaman dapat diukur dengan pH meter atau kertas pH. Dan hasil pengukuran derajat keasaman (pH) yang didapat 7,1. Ternyata masih dalam batas yang ideal yang di anjurkan 6,8 sampai 8, sehingga kualitas biogas yang dihasilkan dapat lebih baik.

Tabel 1. Data pengukuran hasil penelitian

N o.	Ha ri ke	Temper atur Ruang (°C)	Tepera tur Reakt or (°C)	Tekan an Reakt or (kg/cm²)	Volu me bioga s (liter)
1.	2	27	27	-	-
2.	4	27	28	-	-
3.	6	29	30	0,07	1,85
4.	8	28	29	0,06	1,74
5.	10	30	31	0,12	4,36
6.	12	29	29	0,19	11,52
7.	14	30	30	0,26	20,37
8.	16	28	31	0,33	32,78
9.	18	29	29	0,48	44,10
10.	20	30	30	0,57	58,27
11.	22	29	32	0,68	70,36
12.	24	30	31	0,80	79,61
13.	26	29	31	0,89	81,83
14.	28	31	32	0,91	82,04

c. Laju Pertumbuhan Biogas

Gambar 5.1. dan 5.2. menunjukkan bahwa, pada hari ke-1 sampai ke-5 belum ada aktivitas produksi biogas, ini terlihat tidak adanya kenaikan volume dan tekanan gas yang dihasilkan, atau ditandai dengan tidak mengembangnya pengumpul gas. Hal ini disebabkan oleh adanya proses pemasakan dan pengembangan bakteri di dalam reaktor. Kran reaktor dalam kondisi tertutup untuk menjaga agar tidak ada udara yang masuk.

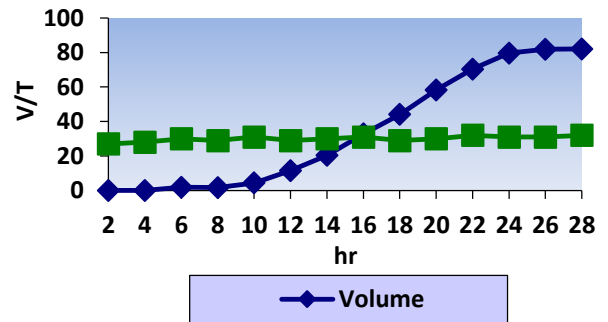
Pada hari ke-6 gas mulai terbentuk yaitu dengan pengembangan volume pengumpul mulai terlihat sebesar 1,85 liter dan tekanan 0,07 kg/cm². Memasuki hari ke-7 Gas yang telah terkumpul dibuang terlebih dahulu karena masih mengandung udara untuk menghindari ledakan gas jika bereaksi dengan oksigen. Pada hari ke-8 Sampai hari ke-28 volume gas naik kembali

hingga mencapai 82,04 liter pada tekanan 0,91 kg/cm².

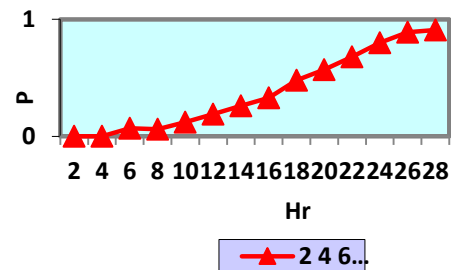
Berdasarkan hasil penelitian yang didapat (Tabel 1) Volume biogas yang dihasilkan menunjukkan bahwa adanya peningkatan kenaikan yang cukup signifikan. Terlihat mulai hari ke 10 sampai hari ke 24 berbanding lurus. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama proses fermentasi akan semakin banyak jumlahnya biogasnya. Memasuki hari ke 26 terlihat kecendrungan grafik mulai menurun, hingga terlihat jelas pada hari ke 28. Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas limbah cair tahu untuk menghasilkan biogas sudah tidak baik lagi.

Kemudian untuk peningkatan tekanan biogas juga demikian, terlihat ada kenaikan cukup jelas walau tidak begitu signifikan jika dibandingkan peningkatan pada volumenya, namun ini cukup berarti. Terlihat mulai hari ke 10 hingga hari ke 26, walau akhirnya terlihat grafik tidak naik lagi hingga hari ke 28.

Untuk perubahan temperatur biogas yang terjadi nampaknya sangat dipengaruhi oleh temperature udara di sekitar reactor atau temperature di luar reactor. Hal ini terlihat jelas perbandingan antara temperatur diluar reaktor dengan temperatur di dalam reaktor. Perubahan temperatur yang terjadi terlihat fluktuatif yang tidak terlalu jauh, baik naiknya maupun turunnya temperatur tersebut. Namun pada akhirnya terlihat bahwa temperatur yang terjadi lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur awal-awal pada saat biogas mulai dimasukkan.



Gambar 2. Grafik perbandingan antara Volume dan Temperatur biogas terhadap jumlah hari.



Gambar 3. Grafik perbandingan antara Tekanan biogas terhadap Jumlah hari

d. Pengadukan

Pengadukan dilakukan untuk mendapatkan campuran substrat yang homogen dengan ukuran partikel yang kecil. Pengadukan selama proses dekomposisi untuk mencegah terjadinya benda-benda mengapung pada

permukaan cairan dan berfungsi mencampur methanogen dengan substrat. Dan supaya terjadi penguraian limbah yang sempurna dan gas yang terbentuk di bagian bawah naik ke atas. Pengadukan juga memberikan kondisi temperatur yang seragam dalam reaktor.

Kapasitas Limbah Cair Tahu

Pada satu industri rumahan tahu dan tempe di Desa Yosodadi Metro Timur Kota Metro berdasarkan identifikasi lapangan, kebutuhan kedelai

mencapai 250 kg/hari. Jumlah tersebut diproses untuk tempe sebanyak 50 kg/hari, sedang yang diproses untuk tahu sebanyak 200 kg/hari. Karena hanya limbah tahu yang dipakai, sebab lebih banyak menghasilkan gas metan ketimbang limbah tempe, maka kapasitas limbah cair yang dihasilkan dapat dihitung dengan :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Limbah cair} &= \text{Koefisien} \\ &\text{limbah} \times \text{jumlah kedelai diolah} \\ &= 9,46 \text{ liter/kg} \times 200 \text{ kg/hari} \\ &= 1892 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

Jadi kapasitas produksi limbah cair tahu mencapai 1,892 m³/hari dari 200 kg kedelai terolah.

Pemenuhan Kebutuhan Bahan Bakar

Dengan pengolahan limbah cair tahu sebanyak 90 liter menghasilkan biogas sebanyak 0,08204 m³, maka jika limbah tahu yang sebanyak 1892 liter/hari diolah semua, maka akan menghasilkan biogas sebanyak 1,724 m³/hari. Hal ini menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair tahu tersebut sangat cukup efektif jika diolah sebagai bahan bakar alternatif, apalagi di saat sekarang ini dimana bahan bakar cair dan bahan bakar kayu sudah sangat mahal dan langka. Ditambah sekarang bahan bakar gas sudah mulai susah didapat untuk kondisi-kondisi tertentu seperti hari-hari besar keagamaan. Belum lagi jika nanti subsidi bahan bakar benar-benar akan dicabut oleh pemerintah, dan itu bahan bakar pasti akan sangat sulit didapat dan harganya pun akan sangat mahal sekali. Oleh karena itu mari kita terus menggalakan pemanfaatan sumber-sumber energi terbarukan, untuk mengatasi kesulitan bahan bakar tersebut.

Berdasarkan penelitian Sadzali Imam (2010), Nilai kalor untuk biogas

sekitar 4785 Kkal/m³ = 4,785 kkal/liter. Nilai kalor untuk LPG sekitar 10.882 Kkal/m³ = 10,882 kkal/liter. Harga LPG 12 Kg sekitar Rp. 85.000, volume jenis 500 liter/kg = Rp.14.167/liter. Dan nilai kalor Minyak Tanah 9122 kkal/liter. Harga minyak tanah Rp. 9000/liter. Dengan menggunakan perbandingan dengan LPG dan minyak tanah, maka Harga Biogas = Nilai Kalor Biogas x Harga LPG(minyak tanah) : Nilai Kalor LPG(minyak tanah).

- Harga biogas terhadap LPG.

$$\begin{aligned} \text{Harga biogas} &= 4,785 \text{ kkal /l} \times \\ &\text{Rp. 14,167/l} : 10,882 \text{ kkal/ l} = \\ &\text{Rp. 6,23/liter} \end{aligned}$$

- Harga biogas terhadap minyak tanah

$$\begin{aligned} \text{Harga Biogas} &= 4,785 \text{ kkal /l} \\ &\times \text{Rp. 9000/l} : 9122 \text{ kkal /l} = \text{Rp.} \\ &4,72/\text{liter} \end{aligned}$$

Berarti masih sangat murah harga bahan bakar biogas. Belum kita bandingkan dengan bahan bakar minyak atau bahan bakar kayu yang jelas-jelas tingkat efisiensinya dibawah LPG. Pastilah bahwa biogas merupakan bahan bakar yang cukup menjadi perhatian dimasa yang akan datang.

Dengan demikian bahwa limbah cair tahu tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk proses pengolahan tahu dan juga kebutuhan energi untuk keperluan keluarga, sehingga industri tahu rumahan tidak perlu lagi kesulitan untuk membeli bahan bakar. Untuk kebutuhan energi untuk memasak bagi keluarga dengan anggota keluarga 4-5 orang, diperlukan 1,5 m³/hari. Sehingga biogas hasil fermentasi dari limbah cair tahu cukup untuk memenuhi beberapa kepala keluarga disekitar indutri tahu rumahan

tersebut. Sehingga dapat menjadi satu lahan ekonomi baru selain tahu.

Kesimpulan

Setelah dari hasil dan pembahasan tadi, maka dapat diambil suatu kesimpulan dari penelitian ini, yaitu :

1. Dari 90 liter limbah cair tahu yang diolah maka akan didapat biogas sejumlah 0,08204 m³ atau 82,04 liter biogas
2. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa waktu fermentasi maksimum diketahui yaitu 28 hari
3. Ternyata bahwa untuk menamatkan proses fermentasi limbah cair tahu maka diperlukan konstruksi reaktor biogas yang tidak terlalu rumit (cukup sederhana) dan tidak harus kokoh serta bahan yang tidak harus mahal juga tidak terlalu berbahaya. Kita sudah dapat mengolah dan menghasilkan biogas untuk bahan bakar.
4. Dan ternyata memang untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari proses anaerobik ini, diperlukan beberapa perlakuan tersendiri, seperti temperatur sebaiknya di jaga jangan sampai melebihi atau di bawah dari temperatur yang diisaratkan. Kemudian limbahnya harus selalu diaduk agar reaksi limbahnya akan selalu teratur. Kemudian bahan limbah cair tahunya juga harus yang baik.

Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan kiranya perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan bahan tambah starter dari bahan tertentu seperti biji asam jawa, kulit jeruk yang dapat mempercepat proses fermentasi, sehingga waktu yang diperlukan dapat lebih singkat.

Juga diharapkan air limbah sisa mencuci kedelai dan air sisa mencuci alat-alat pembuatan tahu juga digunakan, untuk meminimal terjadinya pencemaran, walaupun memang kualitas limbahnya kurang baik.

Daftar Pustaka

- [I] Bappeda Medan, 1994, Penelitian Pencemaran Air Limbah Di Sentra Industri kecil Tahu/ Tempe di Kec. Medan Tuntungan Kotamadya Dati II Medan, Laporan Penelitian, Bappeda TK II Medan, Medan.
- [II] BPPT, 1997a, Teknologi Pengolahan Limbah Tahu-Tempe Dengan Proses biofilter Anaerob dan Aerob, <http://www.enviro.bppt.go.id> (diakses 24 september 2008)
- [III] Gede Sudaryanti N L, dkk, 2007, Pemanfaatan Sedimen Perairan Tercemar Sebagai Bahan Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu, Laporan Penelitian, Universitas Udayana Bali.
- [1V] Goendi Sunarto, Purwadi tri dan Prima Nugroho, Andri, *November 2008*, Kajian model digester limbah cair tahu Untuk produksi biogas berdasar waktu penguraian, Disampaika pada seminar nasional Teknik Pertanian 2008 di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian

- UGM, Yogyakarta 18-19 November 2008.
- [V] Rahayu sugi, Purwaningsih Dyah, Pujianto (2009) pemanfaatan kotoran ternak sapi Sebagai sumber energi alternatif ramah Lingkungan beserta aspek sosio kulturalnya, Jurnal Inotek, Volume 13, Nomor 2, Agustus 2009 FISE Universitas Negeri Yogyakarta.
- [VI] Sadzali Iman, Desember (2010), potensi limbah tahu sebagai biogas, *Jurnal UI Untuk Bangsa Seri Kesehatan, Sains, dan Teknologi, Volume 1, Desember 2010*.
- [VII] Siska Rosilawati Siallagan, Nurmay (2010), Pengaruh waktu tinggal dan komposisi bahan baku Pada proses fermentasi limbah cair industri tahu terhadap produksi biogas, Tesis, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [VIII] Syamsuddin, T.R, dkk. 2005, Bahan Bakar Alternatif Asal Ternak, Sinar Tani, Edisi 21-27 Desember 2005, No 3129 Tahun XXXVL.