

# **PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU MENJADI BIOGAS SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF PADA INDUSTRI PENGOLAHAN TAHU**

## ***TURNING LIQUID WASTES OF "TAHU" INTO BIOGAS AS AN ALTERNATIVE FUEL IN "TAHU" INDUSTRY***

**Oesman Raliby, Retno Rusdjijati, and Imron Rosyidi**

### **ABSTRACT**

Trunan is one of the biggest tauhu industrial centers in Magelang. Nevertheless, the number of tauhu manufacturer in this neighborhood is decreasing as the result of the unreachable price of the raw material and the lack of sawdust, which is used as the fuel. On the other side, the industry also causes environmental problem since the liquid wastes, as the side effect of tauhu producing process, commonly is simply littered to the waters. As the result, the waters become polluted as well as the groundwater which is indicated by the dirtiness of the waters and stinky smell.

To help solving the above problem, we hold a research with objective to make use of tauhu liquid wastes as an alternative fuel. Based on some researches, liquid wastes of tauhu liquid wastes as an alternative fuel. Based on some researches, liquid wastes of tauhu contain methane more than 50% that makes it possible to become the raw material of biogas energy.

The method used in this research is engineering method (design activity) which is not routine, thus there will be new contribution either for the process and the product/prototype.

The result of the research shows that to produce 1500 liter of biogas that fulfills the average need of a household it takes 100 kg of soybean per day. Hence, for each cooking process of tauhu which needs 30.000 kg of soybean produces 283,8 m<sup>3</sup> of liquid wastes per day, which then produce 442,650 liter of biogas.

Afterward, to steam 100 kg of soybean it takes 3,93 m<sup>3</sup> of biogas, while it takes 20 kg of sawdust. Every 100 kg of soybean takes energy which costs Rp. 40.000 for 3 times cooking process and each process takes 0,2 m<sup>3</sup> of sawdust which costs Rp. 12.500. Therefore, the efficiency reach 61,1%. Moreover, beside used as fuel to cook, biogas can also be used for other need like lights.

**Keywords : *liquid wastes of tauhu, biog***

### **PENDAHULUAN**

Kampung Trunan Kalurahan Tidar Kecamatan Magelang Selatan Kota Magelang merupakan salah satu sentra industri pengolahan tauhu yang terkenal di Kota Magelang. Menurut data dari Disperindag Kota Magelang jumlah pengusaha tauhu di wilayah

tersebut mencapai 30 pengusaha. Namun jumlah itu telah mengalami banyak penurunan dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Hal ini terutama disebabkan oleh harga bahan baku yaitu kedelai yang tidak stabil atau cenderung mengalami kenaikan dan semakin langka dan mahalnya bahan

bakar yang digunakan (kayu bakar, sekam, berambut, grajen, atau minyak tanah).

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 Basuki (2008), 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 ( $\text{CH}_4$ ), karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), gas-gas lain, dan air (Sugiharto, 1987). 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 ft<sup>3</sup> (28,32 m<sup>3</sup>) mempunyai nilai pembakaran yang sama dengan galon (1 US gallon = 3,785 liter) butana atau 5,2 gallon gasolin (bensin) atau 4,6 gallon minyak diesel. Untuk memasak pada rumah tangga dengan 4-5 anggota keluarga cukup 150 ft<sup>3</sup> per hari (Dewanto, 2008). Limbah cair tahu mempunyai kandungan metana lebih dari 50%, sehingga sangat memungkinkan sebagai bahan baku sumber energi biogas.

Permasalahan yang muncul

adalah berapa kapasitas limbah cair yang dihasilkan oleh kelompok industri tahu di Kampung Trunan Kota Magelang agar dapat diolah menjadi biogas, apakah biogas yang dihasilkan dari limbah cair tahu tersebut mampu mencukupi kebutuhan bahan bakar seluruh pengusaha tahu di Kampung Trunan Kota Magelang, dan bagaimana mekanisme pemanfaatan biogas yang dihasilkan dari pengolahan limbah cair tahu di Kampung Trunan Kota Magelang untuk proses pengolahan tahu.

Dengan tercapainya tujuan penelitian ini, diharapkan masyarakat dapat terjaga kesehatan lingkungannya terutama dari sumber-sumber air yang tercemar dan bau busuk yang ditimbulkan. Di samping itu juga dapat memanfaatkan biogas yang dihasilkan sebagai alternatif bahan bakar yang dapat digunakan untuk kebutuhannya sehari-hari. Bagi Pengusaha terutama industri kecil pengolah tahu, dapat mengurangi biaya produksi dengan memanfaatkan limbah cair tahu sebagai biogas. Dengan demikian harga jual tahu tidak terlalu tinggi, dan dapat dinikmati oleh seluruh lapisan masyarakat. Bagi Pemerintah dapat turut membantu meningkatkan Pendapatan Asli Daerah, dengan semakin berkembangnya kuantitas maupun kualitas industri pengolahan tahu di wilayahnya. Bagi Institusi, hasil dari kegiatan penelitian ini dapat digunakan sebagai sarana untuk melakukan kegiatan pengabdian pada masyarakat.

## BAHAN DAN METODA

### A. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair tahu, , drum minyak, plat/stainless steel pipa PVC 0.5 inch, PVC, sambungan siku 0.5 inch, PVC sambungan T 0.5 inch, PVC

ulir 0.5 inch jantan 26 dan betina, lem PVC, stop kran 0,5 inchi, elbow, bata merah, semen, pasir, pipa PVC 5 inchi, botol plastik, fiberglass, ban dalam, dan tali karet ban dalam.

Bahan yang digunakan pada pengujian jumlah koloni adalah spiritus, alkohol, media agar, buffer fosfat/ 0.85% NaCl/ larutan Ringer, dan starter/EM4.

## B. Metoda

Metode penelitian yang digunakan adalah metode rekayasa yang merupakan suatu kegiatan rancang bangun tidak rutin, sehingga di dalamnya terdapat kontribusi baru, baik dalam bentuk proses maupun produk/ prototipe (Umar, 1994). Sedangkan metode pengumpulan datanya melalui :

### 1. Observasi Kebutuhan

Observasi kebutuhan dilakukan dengan wawancara dengan sejumlah pengusaha tahu di kampung Trunan Kota Magelang, untuk mengetahui kebutuhan pengusaha tahu akan biodigester, kebutuhan bahan bakar untuk memasak, kapasitas rata-rata kedelai yang diproses setiap harinya, pemanfaatan limbah cair tahu (whey), harapan pelaku usaha apabila biodigester telah dibangun dalam mengantikan bahan bakar konvensional, dan ketersediaan lahan bagi penempatan biodigester. Selain itu juga dilakukan diskusi tentang mekanisme pengoperasian biodigester.

### 2. Pengukuran Sifat Fisik Bahan dan Keadaan Lingkungan

Pada tahap ini dilakukan pengukuran sifat fisik bahan dari Whey/limbah cair tahu yang meliputi berat jenis dan koefisien gesek untuk menentukan kemiringan lubang, rata-rata jumlah limbah cair tahu yang tersedia dari setiap proses/hari/pelaku usaha, dan temperatur lingkungan

sekitar biodigester berupa temperatur dalam tanah.

### 3. Penentuan Kriteria Disain

Penentuan kriteria disain dilakukan untuk menentukan kriteria dasar biodigester yang akan digunakan sebagai dasar perancangan yang berdasarkan atas observasi kebutuhan.

### 4. Perancangan

Perancangan meliputi rancangan fungsional untuk menentukan fungsi dari komponen utama biodigester dan rancangan struktural untuk menentukan bentuk dan tata letak dari komponen utama.

Analisis teknik dilakukan untuk menghitung ukuran dimensi biodigester dan ukuran penyimpan gas sementara. Selain itu anthropometri dari biodigester perlu dipertimbangkan untuk kenyamanan kerja operator.

### 5. Pembuatan Gambar Teknik

Tahap ini adalah membuat gambar desain atau gambar teknik dari biodigester yang dirancang dengan menggunakan software Autocad R14.

### 6. Pembuatan Prototipe

## HASIL

### Kualitas Biogas yang Dihasilkan

#### Suhu

Temperatur terukur yang bekerja pada digester menunjukkan pada angka 20 – 25°C, sesuai dengan temperatur yang diperkirakan pada tahap perancangan. Hal ini dapat disebabkan oleh temperatur lingkungan yang mempengaruhi materi di dalam biodigester, karena karena material bahan dalam hal ini drigen yang digunakan bukan merupakan isolator/ penahan panas yang baik.

Dengan mengetahui variabel ini selanjutnya dapat diperhitungkan

kemampuan digester tersebut dalam mencerna bahan. Pada temperatur  $35^{\circ}\text{C}$  bahan limbah cair tahu dapat dicerna selama 10 – 15 hari. Pada percobaan temperatur yang bekerja mencapai suhu antara  $20 - 25^{\circ}\text{C}$  sedikit dibawah temperatur optimal maka dapat dipahami kemampuan bakteri untuk mencerna bahan menjadi 3 minggu.

### **pH**

Derajat keasaman dari bahan di dalam digester merupakan salah satu indikator bagaimana kerja digester. Derajat keasaman dapat diukur dengan pH meter atau kertas pH. Untuk bangunan digester yang kecil, pengukuran pH dapat diambil dari keluaran/effluent digester atau pengambilan sampel dapat diambil di permukaan digester apabila telah terpasang tempat khusus pengambilan sampel (Fry, 1974).

### **BOD**

Pemeriksaan parameter BOD didasarkan pada reaksi oksidasi zat organik dengan oksigen di dalam air dan proses tersebut berlangsung karena adanya bakteri aerobik. Untuk menguraikan zat organik memerlukan waktu  $\pm 2$  hari untuk 50% reaksi, 5 hari untuk 75% reaksi tercapai dan 20 hari untuk 100% reaksi tercapai. Dengan kata lain tes BOD berlaku sebagai simulasi proses biologi secara alamiah, mula-mula diukur DO nol dan setelah mengalami inkubasi selama 5 hari pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  atau 3 hari pada suhu  $25^{\circ}\text{C}-27^{\circ}\text{C}$  diukur lagi DO air tersebut. Perbedaan DO air tersebut yang dianggap sebagai konsumsi oksigen untuk proses biokimia akan selesai dalam waktu 5 hari dipergunakan dengan anggapan segala proses biokimia akan selesai dalam waktu 5 hari.

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan pengurangan kadar BOD

dari 334,75 mg/l menjadi 85 mg/l.

### **COD**

Pemeriksaan parameter COD ini menggunakan oksidator potassium dikromat yang berkadar asam tinggi dan dipertahankan pada temperatur tertentu. Penambahan oksidator ini menjadikan proses oksidasi bahan organik menjadi air dan  $\text{CO}_2$ , setelah pemanasan maka sisanya dikromat diukur. Pengukuran ini dengan jalan titrasi, oksigen yang ekivalen dengan dikromat inilah yang menyatakan COD dalam satuan ppm. Hasil penelitian menunjukkan pengurangan kadar COD dari 1826 mg/l menjadi 450 mg/lt

### **TSS**

*Total Suspended Solid* adalah semua zat terlarut dalam air yang tertahan membran saring yang berukuran 0,45 mikron. Kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur  $103^{\circ}\text{C}-105^{\circ}\text{C}$ , hingga diperoleh berat tetap. Partikel yang sama besar, partikel yang mengapung dan zat-zat yang menggumpal yang tidak tercampur dalam air, terlebih dahulu dipisahkan sebelum pengujian. Hasil penelitian menunjukkan pengurangan kadar SS dari 250 mg/l menjadi 40 mg/lt.

### **Laju Pembentukan Biogas**

#### **Kapasitas Limbah Cair Tahu**

Pada sentra pengrajin tahu dan tempe di Kampung Trunan Kota Magelang berdasarkan identifikasi kebutuhan kedelai mencapai 334 kw/hari. Jumlah tersebut diperoses untuk tempe sebanyak 34 kw, sedang yang diproses untuk tahu sebanyak 300 kw/hari. Jadi kapasitas limbah cair yang dihasilkan dapat dihitung dengan :

Kapasitas limbah cair = Koefisien limbah x jumlah kedelai diolah

$$= 9,46 \text{ liter/kg} \times 30.000 \text{ kg/hari}$$

$$= 283.800 \text{ liter/hari}$$

Jadi kapasitas produksi limbah cair tahu mencapai  $283,8 \text{ m}^3/\text{hari}$  dari 300 kw kedelai terolah

### Pemenuhan Kebutuhan Bahan Bakar

Pengolahan limbah cair tahu dari kapasitas  $283,8 \text{ m}^3/\text{hari}$  tersebut, dapat diperoleh gasbio setara dengan  $442,6 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Hal ini dihitung berdasarkan interpolasi tiap kg kedelai menghasilkan 9,46 liter limbah dan tiap kg kedelai menghasilkan 15 liter gas bio, sehingga kapasitas gasbio mencapai  $442,65 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Sedang kebutuhan energi untuk memasak bagi keluarga dengan anggota keluarga 4-5 orang, diperlukan  $1,5 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Sehingga gasbio hasil fermentasi dari limbah cair tahu cukup untuk memenuhi 295 keluarga. Sedang jumlah pengusaha/pengrajin tahu yang ada di kampung Trunan mencapai 205 pengrajin.

### Kemampuan Digester

Hal pertama yang harus diperhatikan dalam membangun digester adalah jumlah bahan yang tersedia tiap hari dan lama proses untuk mencerna bahan. Maka volume digester yang dibutuhkan untuk mencerna bahan dapat dihitung sebagai berikut (Meynell, 1976):

$$V_{\text{dig}} = L_p \times A_{\text{bhn}}$$

Selain itu diperhitungkan ruang untuk gas sebesar 20% dari volume total biodigester. Sehingga total volume digester adalah:

$$V_t = (L_p \times A_{\text{bhn}}) + 20 \% V_t$$

$$V_t - 20 \% V_t = (L_p \times A_{\text{bhn}})$$

$$V_t = (L_p \times A_{\text{bhn}}) / 80\%$$

Dimana :

$$\begin{aligned} V_{\text{dig}} &= \text{Volume digester, liter} \\ V_t &= \text{Volume total digester, liter} \\ L_p &= \text{Lama proses, hari} \\ A_{\text{bhn}} &= \text{Aliran bahan, liter/hari} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} V_t &= (L_p \times A_{\text{bhn}}) / 80\% \\ &= (8 \times 1500) / 0.8 \\ &= 15.000 \text{ liter} \\ &= 15 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### Lama Waktu Fermentasi untuk Menghasilkan Biogas Secara Optimum

Secara reguler waktu yang diperlukan untuk memfermentasi limbah cair tahu menjadi gasbio mencapai 3 minggu tergantung pada kualitas limbahnya. Dengan penambahan starter dalam hal ini EM4 dengan komposisi 0,5%, proses pembentukannya menjadi satu minggu lebih cepat. Dalam percobaan di laboratorium dengan penambahan starter 1,5% waktu yang diperlukan untuk fermentasi mencapai 8 hari.

### Efektifitas Pembentukan Biogas Melalui Teknologi Bioproses

Bahan bakar yang digunakan penduduk desa pada umumnya adalah minyak tanah dan kayu bakar. Kebutuhan energi untuk memasak didapat dari konsumsi energi untuk memasak di pedesaan Indonesia/kapita/tahun menurut Hadi (1979) seperti yang tertulis di Tabel 1.

Tabel 1. Konsumsi Energi untuk Memasak di Pedesaan Indonesia/Kapita/Tahun

Bahan bakar	Jumlah Kg	Jumlah $m^3$ / lt	Nilai kalor $10^3$ kkal	Eff. %	Kebutuhan Energi Memasak $10^3$ kkal
1. Kayu bakar	879.3	1758 $m^3$	3077.5	22.4	689.36
2. Semak dan nabati lain.	162.4	0.325 $m^3$	568.5	22.4	127.34
Jumlah	1041.7	2083	3645.9		816.70
3. Minyak tanah		19.074 lt	186.9	35	65.43
		Jumlah	3832.92		882.13

Sumber : Hadi, 1979.

Konsumsi energi menurut Hadi (1979) pada Tabel 1. adalah berdasarkan survei pada konsumsi bahan bakar, sedangkan efisiensi kompor atau tungku tidak diperhitungkan maka untuk memperhitungkan kebutuhan energi untuk memasak/kapita perlu diperhitungkan efisiensi.

Menurut Kojima (2002) kompor minyak tanah (*wick stove*) memiliki efisiensi 35%, sedangkan menurut Hadi (1979) efisiensi pembakaran anglo tradisional untuk kayu bakar adalah 22,4%. Berdasarkan perhitungan pada

Tabel 4.1, kebutuhan energi untuk memasak di pedesaan Indonesia adalah sebesar 882,13 kkal /kapita/tahun. Apabila disetarakan dengan kebutuhan gas bio yang memiliki nilai kalor 20 – 26 joule/cm<sup>3</sup> atau 4785–6220 kkal/m<sup>3</sup> (Meynell 1976) adalah sebesar 184.35–141.82  $m^3$  biogas/kapita/tahun atau 0.3885–0.505  $m^3$  biogas/kapita/hari, sehingga untuk kesetaraan penggunaan biogas dengan bahan bakar lain dapat diperhitungkan secara ekonomis sebagai berikut:

1. Gas Bio dengan Kayu Bakar

Nilai Kalor Biogas  $4785\text{kkal/m}^3 = 4,785\text{kkal/l}$

Nilai Kayu Bakar 4700 kkal/kg

Harga Kayu bakar Rp.  $40.000/\text{m}^3 / 200\text{kg/m}^3 = \text{Rp. } 200/\text{kg}$

$$\text{Harga Biogas} = 4785\text{kkal/l} \times \frac{\text{Rp. } 200/\text{kg}}{4700\text{kkal/l}}$$

$$= \text{Rp. } 0,203/\text{liter}$$

2. Gas Bio dengan Minyak Tanah

Nilai Kalor Biogas  $4785\text{kkal/m}^3 = 4,785\text{kkal/l}$

Nilai Minyak Tanah 9122 kkal/kg

Harga Minyak tanah Rp. 2.000/liter

$$\text{Harga Biogas} = 4785\text{kkal/l} \times \frac{\text{Rp. } 2000/\text{kg}}{9122\text{kkal/l}}$$

$$= \text{Rp. } 1,05$$

3. Gas Bio dengan LPG

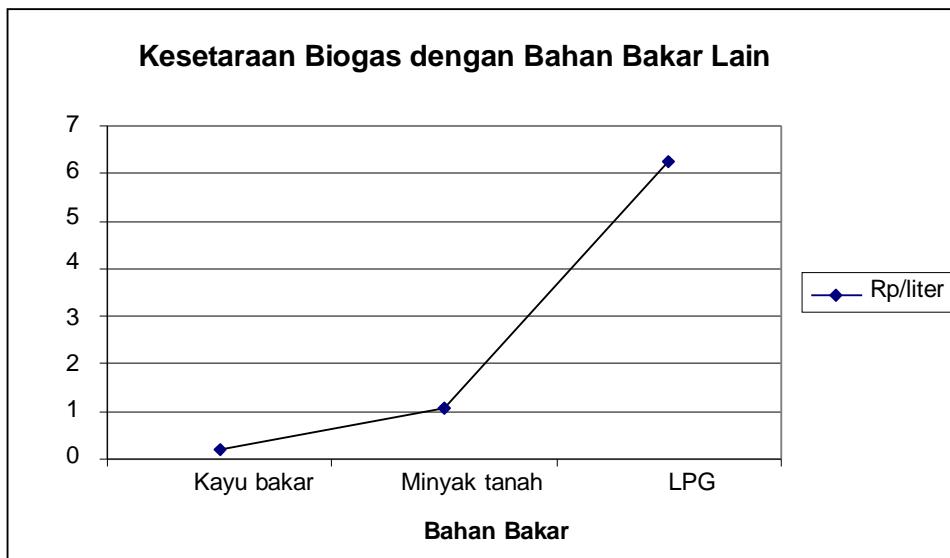
Nilai Kalor Biogas  $4785\text{kkal/m}^3 = 4,785\text{kkal/l}$

Nilai Kalor LPG  $10882 \text{ kkal/m}^3 = 10,882 \text{ kkal/liter}$

Harga LPG = Rp.  $85.000/12\text{kg}/500\text{liter/kg} = \text{Rp. } 14,167$

$$\text{Harga Biogas} = 4785\text{kkal/l} \times \frac{\text{Rp. } 14,167}{10,882} \text{ / kg}$$

$$= \text{Rp. } 6,23/\text{liter}$$



Gambar 1. Diagram kesetaraan Biogas dengan bahan bakar lain

### Effisiensi

Selama ini untuk memasak kedelai energi yang dipakai menggunakan kayu bakar atau grajen. Untuk sekali masak dengan kapasitas 100kg kedelai diperlukan  $0,2 \text{ m}^2$  grajen setara dengan 40 kg grajen dengan nilai kalori 4700kkal/kg. Sehingga kebutuhan kalori yang diperlukan untuk memasak kedelai setara dengan 18.800 k.kal.

Berdasarkan penelitian 100kg kedelai dihasilkan gasbio  $1,5 \text{ m}^3$  atau setara dengan 1500 lt gas bio dengan nilai kalori 4,785 kkal/lt. Sehingga panas dari gas bio yang dihasilkan mencapai 7177,7 kkal.

Sehingga effisiensi dengan penggunaan gasbio sebagai pengganti grajen adalah

$$\begin{aligned} \text{Effisiensi} &= \frac{18.800 - 7177,5}{18.800} \times 100\% \\ &= 61,6\% \end{aligned}$$

### PEMBAHASAN

Berdasarkan survey lapangan kapasitas produksi tahu di kampung trunan memerlukan kedelai 300kg/hari, sehingga kapasitas limbah cair tahu di sentra industri tahu kota Magelang mencapai 283800 liter/hari atau setara  $283,8 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Nilai kapasitas kebutuhan kedelai tersebut jauh lebih kecil dari angka yang seharusnya.

Dari kapasitas limbah tersebut, maka dapat dikonversikan menjadi gasbio dengan kapasitas  $442,65 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Hal ini mampu mencukupi untuk keperluan memasak bagi 295,1 keluarga dengan jumlah anggota keluarga masing-masing 4-5 orang. Dengan catatan seluruh limbah cair dapat diakumulasikan dalam satu digester.

Pemanfaatan gasbio untuk memasak

kedelai mampu memberikan effisensi sebesar 61,6%. Hal ini disebabkan nilai kalori gas bio yang lebih rendah dibanding dengan nilai kalori pada kayu atau grajen, disamping produksi gasbio yang masih terbatas.

Uji coba proses pengolahan dengan kondisi anaerobik dilakukan dengan tanpa proses aerasi maupun tanpa sirkulasi. Dengan demikian proses di dalam bak pengurai anaerobik maupun bak pengolahan lanjut berada dalam kondisi anaerob.

Berdasarkan pengamatan secara fisik, pada awal proses yakni pengamatan setelah tiga hari operasi, proses penguraian sudah mulai berjalan. Hal ini dapat dilihat dari timbulnya bau yang menyengat pada bak pengurai anaerob, timbulnya bau tersebut terutama pada proses produksi tahu kuning. Limbah yang dihasilkan berwarna kuning keruh dan berbau rebusan kedelai. Sedang pada proses pembuatan tahu putih, limbah yang dihasilkan berwarna putih keruh dengan bau kedelai. Pekatnya tingkat bau disebabkan karena limbah cair tahu masih mengandung bahan organic yang cukup tinggi, sehingga bila terurai akan menimbulkan bau yang tidak sedap.

Dari hasil penelitian, kapasitas produksi serta jumlah limbah yang dihasilkan akan mempengaruhi karakteristik limbah cair (BOD, COD, TSS dan pH). Dengan kata lain semakin besar kapasitas produksi dengan hasil limbah yang semakin banyak akan berdampak pada semakin buruknya karakteristik limbah yang dihasilkan. Di kampung Trunan, untuk pembuatan tahu putih dengan kapasitas hingga 100 kg kedelai perhari menghasilkan limbah cair mencapai 160 liter dengan karakteristik BOD terkandung mencapai 334,75 mg/l., COD 1826 mg/l., dan TSS 250 mg/l, serta pH 5,4.

Setelah proses berjalan berjalan

sekitar dua minggu, mikroorganisme sudah mulai tumbuh atau berkembang biak di dalam reaktor. Di dalam bak pengendapan awal sudah mulai terlihat lapisan mikroorganisme yang menempel pada permukaan media.

Mikroorganisme tersebut sangat membantu menguraikan senyawa organik yang ada di dalam air limbah.

Dengan berkembangbiaknya mikroorganisme atau bakteri pada permukaan media, maka proses penguraian senyawa polutan yang ada di dalam air limbah menjadi lebih efektif. Selain itu, setelah proses berjalan selama tiga minggu pada permukaan media kontakter plastik telah diselimuti oleh lapisan mikroorganisme meskipun masih sangat tipis. Dengan tumbuhnya lapisan mikroorganisme tersebut, maka proses penyaringan padatan tersuspensi (SS) maupun penguraian senyawa polutan yang ada di dalam air limbah menjadi lebih baik. Hal ini secara fisik dapat dilihat dari air limpasan yang keluar dari zona anaerob sudah cukup jernih, dan buih atau busa yang terjadi di zona aerob (bak aerasi) sudah sangat berkurang. Sedangkan air olahan yang keluar secara fisik sudah sangat jernih. Sedangkan hasil analisa kualitas air limbah sebelum dan sesudah pengolahan., tanpa proses aerasi dapat dilihat pada table 2.

Mikroorganisme tersebut sangat membantu menguraikan senyawa organik yang ada di dalam air limbah.

Dengan berkembangbiaknya mikroorganisme atau bakteri pada permukaan media, maka proses penguraian senyawa polutan yang ada di dalam air limbah menjadi lebih efektif. Selain itu, setelah proses berjalan selama tiga minggu pada permukaan media kontakter plastic telah diselimuti oleh lapisan mikroorganisme meskipun masih sangat tipis. Dengan tumbuhnya lapisan

mikroorganisme tersebut, maka proses penyaringan padatan tersuspensi (SS) maupun penguraian senyawa polutan yang ada di dalam air limbah menjadi lebih baik. Hal ini secara fisik dapat dilihat dari air limpasan yang keluar dari zona anaerob sudah cukup jernih, dan buih

atau busa yang terjadi di zona aerob (bak aerasi) sudah sangat berkurang. Sedangkan air olahan yang keluar secara fisik sudah sangat jernih. Sedangkan hasil analisa kualitas air limbah sebelum dan sesudah pengolahan., tanpa proses aerasi dapat dilihat pada table 2.

Tabel 2. Hasil analisa air sebelum dan sesudah Pengolahan secara anaerob  
(Setelah operasi berjalan 4 minggu)

No.	Parameter	Konsentrasi Limbah Cair (mg/l)		Effisiensi
		Sebelum Diolah	Setelah Diolah	
1	BOD	334.75	85	74.5
2	COD	1826	450	75.4
3	Total SS (suspended solids)	250	40	84
4	Sulfat	Ttd	28.6	-
5	Ph	5,4	6,7	-

Hasil analisa kualitas air limbah sebelum dan sesudah pengolahan pada kondisi proses tanpa aerasi menunjukkan bahwa dengan proses secara anaerobik didapatkan efisiensi penghilangan BOD 74,5%, COD 75,4 % dan efisiensi penghilangan padatan tersuspensi (SS) 84 %.

Berdasarkan Undang-undang No.23 Tahun 1997 dan PP. No.82 tahun 2000 Mengenai Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian. Kondisi tersebut dapat diterima. Artinya kadar limbah cair yang telah diolah cukup aman untuk lingkungan.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Kapasitas limbah cair tahu di sentra Industri tahu kampung Trunan Kota Magelang mencapai 283800 liter/hari atau setara  $283,8 \text{ m}^3/\text{hari}$ .
2. Kapasitas limbah cair bila dikonversikan menjadi gas bio akan menghasilkan  $442,65 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Hal ini akan mencukupi kebutuhan memasak bagi 295 keluarga, atau

akan mencukupi seluruh pengusaha tahu di sentra kerajinan tahu yang berjumlah 205 pengusaha.

3. Mekanisme pemanfaatan limbah cair tahu di Kampung Trunan dengan kapasitas  $283,8 \text{ m}^3/\text{hari}$  tidak dapat dibuat dalam satu lokasi yang digunakan secara komunal, tapi harus dibagi dalam 3 atau 4 tempat. Hak ini mengingat keterbatasan lahan untuk Kampung Trunan Kota Magelang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anon. 1980. Guidebook on Biogas Development. Energy Resources Development Series No. 21. United Nations: Economic and Social Commission for Asia and The Pacific. Bangkok. Thailand.
- Anon. 1984. Updated Guidebook on Biogas Development - Energy Resources Development Series 1984, No. 27, United Nations, New York, USA.
- Anon. 1997. Biogas Utilization. GTZ. <http://ww5.gtz.de/gate/techinfo/biogas/appldev/operation/utilizat.html>.
- Anon. 2003. Perkebunan Kelapa Sawit dapat Menjadi Basis Pengembangan Sapi potong. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian.Vol. 25 No5.
- Fatah A., Kusuma H., Wardani A., 1989, Pembuatan Gasbio. Laporan Penelitian Universitas Muhammadiyah Magelang (tidak diterbitkan)
- Fry, L. J., 1973, Methane Digesters for Fuel Gas and Fertilizer, The New Alchemy Institute, Massachusetts, 8th Printing. [http://journeytoforever.org/biofuel\\_library/MethaneDigesters/MD1.html](http://journeytoforever.org/biofuel_library/MethaneDigesters/MD1.html), diakses 26 sept 2003.
- Hadi, Setyawati; Buharman Boso Purnama; Hartoyo, 1979, Penggunaan Kayu Bakar dan Limbah Pertanian Di Indonesia (Laporan Perkembangan), Departemen Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor, Indonesia.
- Indrtono Y.S., 2005, Reaktor Biogas Skala Kecil/Menengah (Bagian Kedua). Artikel Iptek-Bidang Energi dan Sumber Daya Alam. <http://www.beritaiptek.com> diakses 18 September 2008.
- Meynell, P. J., 1976, Methane:Planning a Digester, Prism Press, Great Britain.